VALE

SETE

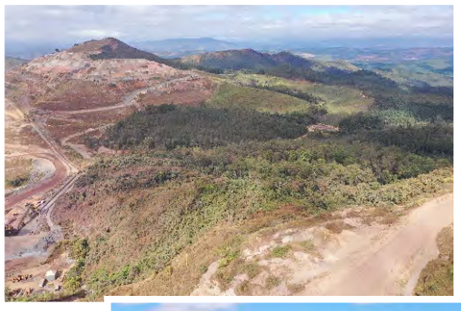
SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa - Municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara/MG

Abril de 2021

Volume I



STE-CVD327-EIA-INT-PDF001-FF

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa - Municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara/MG

Volume I

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO
Nome do Empreendedor: Vale S.A. CNPJ: 33.592.510/0413-49 Endereço para correspondência: Mina de Águas Claras -MAC; Prédio 1 – Térreo; Av Dr. Marco Paulo Simon Jardim, nº 3580, Bairro Piemonte, CEP: 34006-200, Nova Lima/MG - Brasil Endereço do empreendimento: Mina de Água Limpa; Fazenda Mina Morro Agudo, S/N; Zona Rural CEP – Município – U.F.: 34.940-000 – Rio Piracicaba – Minas Gerais Telefone: (31) 3916-3597 Responsável Legal pelo Empreendimento: Carlos Roberto Silva Mamede Responsável pela Gerência de Estudos Ambientais: Daniela Scherer
EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO
Nome da Empresa: Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda. CNPJ: 02.052.511/0001-82 Endereço: Avenida do Contorno, 6777 – 2º andar – Santo Antônio CEP – Município – U.F.: 30110-935 – Belo Horizonte – Minas Gerais Telefone: (31) 3287 5177 E-mail: sete@sete-sta.com.br Líder do Projeto: Juliana Maria Mota Magalhães

EQUIPE TÉCNICA		
Coordenação Geral e de Meios Físico, Biótico, Socioeconômico e Cultural		
TÉCNICO	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Juliana Maria Mota Magalhães	Geóloga CREA/MG - 47.712/D CTF IBAMA – 233685	Coordenação Geral e do Meio Físico
Victor Teixeira Giorni	Biólogo CRBio 49.493/04D CTF IBAMA - 1608054	Coordenação do Meio Biótico - Flora
Júlia Resende Thompson Henriques	Bióloga CRBio 98.314/4-D CTF IBAMA - 4492365	Coordenação do Meio Biótico - Fauna
Eliane Silva Ferreira Almeida	Geógrafa CREA/MG - 100.043/D CTF IBAMA - 248272	Coordenação do Meio Socioeconômico
Flávia Reis	Historiadora/Arqueóloga	Coordenação do Patrimônio Arqueológico
Equipe do Meio Físico		
Dinalva Celeste Fonseca	Engenheira de Minas CREA/MG 53.464/D CTF IBAMA – 291387	Caracterização do Empreendimento
Eduardo Christófaro de Andrade	Engenheiro Agrônomo CREA/MG – 59.118/D CTF IBAMA **- 197751**	Pedologia e Aptidão Agrícola
Juliana Maria Mota Magalhães	Geóloga CREA/MG - 47.712/D CTF IBAMA - 233685	Diagnóstico Ambiental - Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos
Maria Eugênia Alves	Engenheira Ambiental CREA-MG 234.162/P CTF IBAMA – 7229257	Clima e Qualidade das Águas Superficiais, Qualidade do Ar, Ruído Ambiental e Vibração
Apoio		
Vanessa Tiago Estevam Zacarias	Engenheira Ambiental	Apoio Estudos Qualidade Ambiental, Caracterização do Empreendimento e Síntese dos Estudos de Espeleologia

Continuação

Equipe do Inventário Florestal		
Samuel López Murcia	Engenheiro Florestal CREA/MG 116.522/D CTF IBAMA – 4996603	Inventário Florestal – Levantamento de campo e Inventário
Daniel Coutinho da Silveira	Engenheiro Florestal CREA/MG 35.590/D CTF IBAMA – 5711067	Inventário Florestal - Levantamento de campo
Equipe do Meio Biótico – Fauna e Flora		
Henrique Meni Rabello	Biólogo CRBio 93553/04-D CTF IBAMA - 5660024	Estudos da Mastofauna – Pequenos Mamíferos Voadores
Natália Carneiro Ardente	Bióloga CRBio 92765/02D CTF IBAMA - 4646874	Estudos da Mastofauna – Pequenos Mamíferos Não Voadores / Médios e Grandes
Rodrigo Morais Pessoa	Biólogo CRBio 62274/04-D CTF IBAMA - 2149551	Estudos da Avifauna
Gabriel Alkimin Pereira	Biólogo CRBio 37256/04-D CTF IBAMA - **300187**	Estudos da Ictiofauna
Luiz Guilherme Zenóbio	Biólogo CRBio 80.943/04-D CTF IBAMA - 5380082	Estudos da Entomofauna
Sandra Francischetti Rocha	Bióloga CRBio 30408/04D CTF IBAMA – 51698	Comunidades Hidrobiológicas
Manoela Cristina B. Moraes	Bióloga CRBio 076263/04—D CTF IBAMA - 5514515	Comunidades Hidrobiológicas
Tiago Leite Pezzuti	Biólogo CRBio 62209/04-D CTF IBAMA - 1730737	Estudos de Herpetofauna
Ramon Lima de Paula	Biólogo CRBio 87709/04-D CTF IBAMA - 5554068	Levantamento Florístico e Fitossociológico
Alexandre de Martins Barros	Biólogo CRBio 37503/04-D CTF IBAMA - 995454	Levantamento Florístico e Fitossociológico e Estudos de Flora
Lais Ferreira Jales	Bióloga CRBio 76.152/04D CTF IBAMA - 5591871	Uso do Solo e Cobertura Vegetal

Continuação

Equipe do Meio Socioeconômico e Cultural		
Paulo Henrique Botelho de O. Leite	Economista CORECON Nº. 8283 – 10ªR CTF IBAMA 6784910	Estudos do Meio Socioeconômico
Solange Barbi Resende	Socióloga CTF IBAMA 3357490	Estudos do Meio Socioeconômico
Eduardo Gontijo Oliveira	Sociólogo CTF IBAMA 7558526	Estudos do Meio Socioeconômico
Equipe do Geoprocessamento e Cartografia		
Lais Ferreira Jales	Bióloga CRBio 76.152/04D CTF IBAMA -5591871	Coordenação de Cartografia e Geoprocessamento
Valdionor Gomes da Silva Júnior	Geógrafo CREA/MG – 208235-D CTF IBAMA 5627136	Cartografia e Geoprocessamento
ESTUDOS DE OUTRAS EMPRESAS		
Empresas Responsáveis pelos Estudos de Espeleologia		
Brandt Meio Ambiente	Prospecção de Cavidades - Projeto Água Limpa Oeste e Ampliação PDE Cururu / Prospecção Espeleológica - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2	
Carste Ciência e Meio Ambiente	Relatório de Prospecção Espeleológica – Mina de Água Limpa – Projeto TCLD	
Ativo Ambiental	Prospecção Espeleológica - Projeto Morro Agudo	
Spelayon Consultoria	Análise de Relevância de Cavidades: Caracterização Espeleológica (vol. 1); Diagnóstico Geoespeleológico (vol. 2); Diagnóstico Bioespeleológico (vol. 3); Classificação do Grau de Relevância (vol.4)	
Vale S/A	Avaliação de Impacto, Plano de Controle Ambiental e Monitoramento Espeleológico / Proposta de Compensação por impactos irreversíveis em cavidades naturais subterrâneas: Expansão Morro Agudo	
Empresa Responsável pelos Estudo de Hidrogeologia		
Watergeo Solutions	Análise Hidrogeológica Expansão das Estruturas da Mina Água Limpa – Morro Agudo e Espigão do Pico – Mina de Água Limpa	

Continuação

Empresas Responsáveis pelo Estudo de Dispersão Atmosférica	
Focus Ambiental Ltda	Estudo de Dispersão Atmosférica da Mina de Água Limpa
Quality Consultoria Ambiental Ltda	Estudo de Caracterização Meteorológica da Mina de Água Limpa
EQUIPE DE APOIO	
TÉCNICO	RESPONSABILIDADE
Leonardo Sanches Ferreira	Edição e Produção
Douglas Morais de Medeiros	Edição e Produção
Luna Taynah Ferreira de Jesus	Edição e Produção
Fábio Lopes Barbosa	Técnico de Segurança
Fabiane França	Técnico de Segurança
Auxiliar de Campo	
TÉCNICO	RESPONSABILIDADE
Marcelo Vidigal	Auxiliar de apoio em campo
Davidson Gomes	Auxiliar de apoio em campo
Cledison G. da Paixão	Auxiliar de apoio em campo
Alexandre Reis	Auxiliar de apoio em campo

Sumário

Volume I

1. INTRODUÇÃO 45
2. INFORMAÇÕES GERAIS 48
2.1 Identificação do Empreendimento 48
2.2 Identificação da Consultoria Responsável pelos Estudos 48
2.3 Localização 49
2.4 Classificação do Empreendimento conforme DN COPAM n° 217/2017 51
3. HISTÓRICO OPERACIONAL E STATUS ATUAL DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA MINA DE ÁGUA LIMPA 52
4. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS 55
5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS 56
5.1 Metodologia 56
5.2 Alternativas Locacionais para a Expansão da Cava Morro Agudo 57
5.3 Alternativas Locacionais para a Expansão da PDE Nova Cururu 58
5.3.1 Critérios Técnicos 58
5.3.2 Critérios Ambientais 58
5.3.3 Alternativa 01 61
5.3.4 Alternativa 02 61
5.3.5 Alternativa 03 62
5.3.6 Análise e Definição da Alternativa Locacional 62
5.4 Alternativas Locacionais para a Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 63
6. O EMPREENDIMENTO 63
6.1 Expansão da Cava Morro Agudo 64
6.1.1 Direitos Minerários e Superficiários 64
6.1.2 Avaliação dos Recursos Minerais 69
6.1.3 Definição da Cava Final 72
6.1.4 Sequenciamento e Operação de Lavra 72
6.1.5 Estudos Geológicos-Geotécnicos 74
6.1.5.1 Estudos geotécnicos 74
6.1.5.1.1 Mecanismos de Ruptura Rotacional – Escala Global e Entre rampa 74
6.1.5.2 Pesquisa geotécnica do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo 79
6.1.5.3 Dimensionamento de taludes da cava 80
6.1.5.4 Determinação do Nível de Água 89

6.2 Expansão da Pilha de Estéril (PDE) Nova Cururu 91
6.2.1 Características do Projeto 91
6.2.2 Estudos Geotécnicos 96
6.2.2.1 Análise de estabilidade da PDE Nova Cururu 98
6.2.2.1.1 Parâmetros adotados nas análises de estabilidade 98
6.2.2.1.2 Seção analisada e cenários e condições consideradas 99
6.3 Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 104
6.3.1 Caracterização 104
6.3.2 Teste de Comissionamento do Posto da Mina de Água Limpa 108
6.4 Saúde e Segurança 109
7. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO – ETAPA DE IMPLANTAÇÃO 110
7.1 Operações Principais 110
7.1.1 Interferências com Estruturas Existentes 110
7.1.1.1 Expansão da Cava Morro Agudo 110
7.1.1.2 Expansão da PDE Nova Cururu 111
7.1.1.3 Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 113
7.2 Operações Auxiliares 113
7.2.1 Supressão da Vegetação 113
7.2.2 Limpeza do Terreno 116
7.2.3 Revegetação das Áreas Degradadas 116
7.2.4 Fundação para a Expansão da PDE Nova Cururu 117
7.2.5 Terraplanagem da Área de Expansão da PDE Nova Cururu 118
7.2.6 Acessos 120
7.2.6.1 Largura 120
7.2.6.2 Superelevação 121
7.2.6.3 Raio de curvatura 122
7.2.6.4 Leiras de segurança 123
7.2.6.5 Interseção entre elementos geométricos 123
7.2.6.6 Inclinação para direcionamento de drenagem 123
7.2.7 Sistema de drenagem interna e drenos de fundo da PDE Nova Cururu 124
7.2.7.1 Drenos de fundo 124
7.2.7.1.1 Locação e características geométricas dos drenos 125
7.2.7.1.2 Cálculo das vazões de projeto 126
7.2.7.1.3 Dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem interna 128

7.2.8 Sistema de Drenagem Superficial 132
7.2.8.1 Expansão da Cava Morro Agudo 132
7.2.8.1.1 Premissas e critérios 133
7.2.8.1.2 *Sumps* internos da cava 141
7.2.8.2 Expansão da PDE Nova Cururu 142
7.2.8.2.1 Estudos hidrológicos 143
7.2.8.2.2 Estudos hidráulicos 149
7.2.8.2.3 Verificação do trecho em curva do canal periférico 155
7.2.8.2.4 Avaliação hidráulica das estruturas existentes 160
7.2.9 Estruturas de Apoio 166
7.2.9.1 Canteiros de Obras 166
7.2.9.1.1 Expansão da Cava Morro Agudo 166
7.2.9.1.2 Expansão da PDE Nova Cururu 166
7.2.9.1.3 Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 169
7.2.9.2 Moradia temporária 172
7.2.9.3 Ambulatório 172
7.2.9.4 Posto de Abastecimento de Combustíveis 172
7.2.10 Consumos 173
7.2.10.1 Consumo de água 173
7.2.10.2 Consumo de energia elétrica 174
7.2.11 Relação de Insumos e Materiais 175
7.2.12 Veículos, Máquinas e Equipamentos 176
7.2.12.1 Manutenção 177
7.2.12.2 Deslocamento externo a área da Mina de Água Limpa 178
7.3 Mobilização e Desmobilização de Mão de Obra 180
7.3.1 Mão de obra para a supressão da vegetação 180
7.3.2 Mão de obra para as obras de expansão da PDE Nova Cururu 181
7.3.3 Mão de obra da Ampliação da Tancagem do Posto 183
7.3.4 Plano de Desmobilização dos Canteiros de Obras 184
7.4 Cronograma da Etapa de Implantação 184
8. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO – ETAPA DE OPERAÇÃO 186
8.1 Expansão da Cava Morro Agudo 186
8.1.1 Operações de lavra 186
8.1.2 Desmonte 187
8.1.3 Plano de fogo 188

8.2 Operação da expansão da PDE Nova Cururu 190
8.2.1 Sequenciamento construtivo e de operação da pilha 191
8.2.2 Plano de Instrumentação da Expansão PDE Nova Cururu 195
8.3 Estruturas de Apoio Auxiliares 195
8.3.1 Paióis de explosivos 195
8.3.2 Oficina de Manutenção 196
8.3.2.1 Posto de Abastecimento 197
8.3.2.2 Outras estruturas auxiliares 199
8.3.3 Consumos 200
8.3.3.1 Consumo de Água 200
8.3.3.2 Consumo de Energia Elétrica 200
8.3.4 Veículos, Máquinas e Equipamentos 200
8.4 Monitoramentos e manutenções periódicas associados à implantação e operação do Projeto 202
8.5 Mobilização de Mão de Obra - Etapa de Operação 203
8.5.1 Mão de obra – Expansões da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu 203
8.5.2 Mão de obra – Operação do Posto da Mina de Água Limpa 203
8.5.3 Transporte do efetivo 203
8.6 Cronograma de Operação 204
8.7 Aspectos Ambientais das Etapas de Implantação e Operação 204
8.8 Sistemas de Controle Ambiental das Etapas de Implantação e Operação 206
8.8.1 Sistema de Drenagem e de Contenção de Sedimentos 206
8.8.1.1 Expansão da Cava Morro Agudo 206
8.8.1.2 Expansão da PDE Nova Cururu 206
8.8.1.3 Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 207
8.8.2 Sistema de Controle dos Resíduos Sólidos 207
8.8.3 Sistema de Controle das Emissões Atmosféricas 208
8.8.4 Sistema de Controle da Geração de Ruído e Vibração 210
8.8.5 Sistema de Controle dos Efluentes Líquidos 211
8.8.5.1 Controle dos Efluentes Sanitários 211
8.8.5.2 Controle de Efluentes Oleosos 213
9. REQUISITOS LEGAIS E OUTROS REQUISITOS APLICÁVEIS 214
10. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO 224
10.1 Introdução 224
10.1 Premissas 225
10.2 Áreas de Estudo do Projeto 227

11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 236
11.1 Contexto de Áreas Protegidas 236
11.1.1 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade 236
11.1.2 Reservas da Biosfera Serra do Espinhaço e Mata Atlântica 239
11.1.3 Unidades de Conservação 243
11.2 Planejamento Territorial 245
11.2.1 Inserção do Projeto no Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais 245
11.2.2 O Projeto em relação ao ZEE do Estado de Minas Gerais 248
11.3 Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área do Projeto e na Área de Estudo Local 250
11.3.1 Introdução 250
11.3.2 Metodologia 250
11.3.2.1 Levantamento e análise de dados secundários 251
11.3.2.2 Preparação de base cartográfica 251
11.3.2.3 Verificação do mapeamento em campo 251
11.3.2.4 Elaboração do produto final 252
11.3.3 Caracterização do uso e cobertura do solo na Área do Projeto e na Área de Estudo Local 252
11.3.3.1 Principais características das categorias de uso do solo e cobertura vegetal mapeadas na Área do Projeto (AP) e na Área de Estudo Local (AEL) 257
11.3.3.1.1 Sistema Natural 257
11.3.3.1.2 Sistemas antrópicos 262
11.4 Áreas de Preservação Permanente 268
11.4.1 Metodologia 270
11.4.1.1 APP de nascentes e cursos d'água 270
11.4.1.2 APP de Declividade 271
11.4.1.3 APP de Topo de Morro 272
11.4.2 Resultados 272
11.5 Meio Físico 275
11.5.1 Introdução e metodologia geral 275
11.5.2 Contextualização Física Regional 276
11.5.3 Aspectos Climáticos e Meteorológicos 279
11.5.3.1 Metodologia 279
11.5.3.2 Aspectos Climatológicos Regionais e a Classificação de Koppen 282
11.5.3.3 Aspectos Climatológicos e Meteorológicos na Área de Estudo Local 285
11.5.4 Geologia 289
11.5.4.1 Metodologia 289
11.5.4.2 Contextualização Geológica da Área de Estudo Regional 290
11.5.4.3 Geologia da Área de Estudo Local 293

11.5.5 Hidrogeologia 302
11.5.5.1 Introdução e metodologia 302
11.5.5.2 Caracterização geológico-estrutural regional e local 303
11.5.5.3 Inventário dos pontos de água 304
11.5.5.4 Monitoramento hídrico 306
11.5.5.5 Modelo Hidrogeológico Conceitual 307
11.5.5.5.1 Unidades hidrogeológicas 307
11.5.5.5.2 Parâmetros hidráulicos e caracteristicas hidroquímicas das unidades hidrogeológicas 311
11.5.5.5.3 Condições de fluxo de água subterrânea 313
11.5.5.6 Modelo hidrogeológico computacional 316
11.5.5.7 Conclusão do modelo hidrogeológico 321
11.5.6 Geomorfologia 324
11.5.6.1 Metodologia 324
11.5.6.2 Contextualização Geomorfológica Regional 325
11.5.6.3 Geomorfologia das Áreas de Estudo Local e do Projeto 328
11.5.7 Pedologia e Aptidão Agrícola 334
11.5.7.1 Metodologia 334
11.5.7.2 Contextualização Pedológica Regional 336
11.5.7.3 Pedologias nas Áreas de Estudo Local e do Projeto 339
11.5.7.4 Aptidão Agrícola dos Solos 343
11.5.7.5 Suscetibilidade Erosiva dos Solos 346
11.5.8 Espeleologia 350
11.5.8.1 Introdução 350
11.5.8.2 Resultados 352
11.5.8.3 Conclusões 358
11.5.9 Recursos Hídricos 359
11.5.9.1 Metodologia 359
11.5.9.2 Hidrografia da Área de Estudo Regional 359
11.5.9.3 Hidrografia da Área de Estudo Local e da Área do Projeto 365
11.5.10 Qualidade das Águas Superficiais 372
11.5.10.1 Metodologia 372
11.5.10.2 Legislação Aplicável 377
11.5.10.3 Contextualização Regional da Qualidade das Águas Superficiais 378
11.5.10.4 Qualidade das Águas Superficiais na área de estudo local 381
11.5.10.5 Síntese Conclusiva 396
11.5.11 Qualidade do Ar 396

11.5.11.1 Metodologia ... 396
11.5.11.2 Rede de Amostragem ... 397
11.5.11.3 Legislação Aplicável ... 398
11.5.11.4 Índice de Qualidade do Ar (IQAr) ... 400
11.5.11.5 Resultados da Qualidade do Ar ... 401
11.5.11.6 Síntese Conclusiva ... 402
11.5.12 Ruído Ambiental ... 402
11.5.12.1 Rede de Amostragem e Metodologia ... 403
11.5.12.2 Requisitos Aplicáveis ... 406
11.5.12.3 Contextualização do Ruído Ambiental no entorno da AEL ... 407
11.5.12.4 Resultados da Avaliação do Ruído Ambiental na AEL ... 408
11.5.12.5 Síntese Conclusiva ... 410
11.5.13 Vibração ... 411
11.5.13.1 Metodologia ... 411
11.5.13.2 Legislação Aplicável ... 414
11.5.13.3 Contextualização da vibração no entorno da Área de Estudo Local ... 416
11.5.13.4 Avaliação de vibração na Área de Estudo Local ... 416
11.6 Meio Biótico ... 417
11.6.1 Flora ... 417
11.6.1.1 Caracterização da Área de Estudo Regional ... 417
11.6.1.2 Metodologia para a caracterização da Área de Estudo Local e Área do Projeto ... 422
11.6.1.2.1 Amostragem florística ... 422
11.6.1.2.2 Amostragem fitossociológica e inventário nos ambientes florestais ... 425
11.6.1.2.3 Amostragem fitossociológica no Campo Rupestre Ferruginoso ... 435
11.6.1.2.4 Riqueza e diversidade ... 436
11.6.1.2.5 Intensidade e distribuição amostral ... 438
11.6.1.3 Aspectos florísticos da Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto (AP) ... 445
11.6.1.3.1 Espécies de maior interesse para a conservação ... 473
11.6.1.4 Caracterização dos ambientes mapeados na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto ... 483
11.6.1.4.1 Área de Estudo Local ... 483
11.6.1.4.2 Área do Projeto ... 503
11.6.1.5 Inventário florestal ... 586
11.6.1.5.1 Validação da amostragem ... 586
11.6.1.5.2 Síntese das estimativas volumétricas obtidas nas áreas objeto de Inventário Florestal ... 590
11.6.1.5.3 Conclusão do inventário florestal ... 594
11.6.1.6 Síntese conclusiva com foco na flora ... 595

11.6.2 Fauna 597
11.6.2.1 Introdução/ metodologia geral 597
11.6.2.2 Herpetofauna 601
11.6.2.2.1 Introdução 601
11.6.2.2.2 Metodologia 602
11.6.2.2.3 Contextualização da Herpetofauna na Área de Estudo Regional (AER) 603
11.6.2.2.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto 608
11.6.2.2.5 Análise dos dados 616
11.6.2.2.6 Caracterização da Herpetofauna das Áreas de Estudo Local e do Projeto 618
11.6.2.3 Mastofauna Terrestre – Mamíferos de pequeno, médio e grande porte 641
11.6.2.3.1 Introdução 641
11.6.2.3.2 Metodologia 642
11.6.2.3.3 Contextualização da Mastofauna Terrestre na Área de Estudo Regional (AER) . 643
11.6.2.3.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto 646
11.6.2.3.5 Análise de dados 652
11.6.2.3.6 Caracterização da mastofauna terrestre nas Áreas de Estudo Local e do Projeto 653
11.6.2.3.7 Diagnóstico conclusivo da Área de Estudo com foco na Mastofauna Terrestre... 674
11.6.2.4 Mastofauna Voadora - Quirópteros 675
11.6.2.4.1 Introdução 675
11.6.2.4.2 Metodologia 676
11.6.2.4.3 Contextualização da Quiropterofauna na Área de Estudo Regional (AER) 677
11.6.2.4.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto 679
11.6.2.4.5 Análises de dados 683
11.6.2.4.6 Caracterização da quiropterofauna nas Áreas de Estudo Local -AEL e do Projeto 684
11.6.2.4.7 Diagnóstico conclusivo das Áreas de Estudo Local e do Projeto com foco na quiropterofauna 707
11.6.2.5 Avifauna 708
11.6.2.5.1 Introdução 708
11.6.2.5.2 Metodologia 708
11.6.2.5.3 Contextualização da Avifauna na Área de Estudo Regional (AER) 709
11.6.2.5.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto 715
11.6.2.5.5 Análise dos Dados 724
11.6.2.5.6 Caracterização da Avifauna das Áreas de Estudo Local e do Projeto 727

11.6.2.6 Entomofauna 765
11.6.2.6.1 Introdução 765
11.6.2.6.2 Metodologia 767
11.6.2.6.3 Contextualização da Entomofauna na Área de Estudo Regional (AER) 767
11.6.2.6.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto 770
11.6.2.6.5 Análise dos dados 778
11.6.2.6.6 Caracterização da entomofauna das Áreas de Estudo Local e do Projeto 778
11.6.2.7 Ictiofauna 796
11.6.2.7.1 Introdução 796
11.6.2.7.2 Metodologia 797
11.6.2.7.3 Contextualização da Ictiofauna na Área de Estudo Regional (AER) 798
11.6.2.7.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto 800
11.6.2.7.5 Análise de Dados 807
11.6.2.7.6 Caracterização da ictiofauna da Área de Estudo Local e do Projeto 807
11.6.2.8 Comunidades Hidrobiológicas 820
11.6.2.8.1 Introdução 820
11.6.2.8.2 Metodologia 823
11.6.2.8.3 Contextualização das Comunidades Hidrobiológicas na Área de Estudo Regional (AER) 823
11.6.2.8.4 Metodologia - AEL e Área do Projeto 825
11.6.2.8.5 Análise de dados 834
11.6.2.8.6 Caracterização da Biota Aquática das Áreas de Estudo Local e do Projeto 837
11.6.3 Considerações a Respeito do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006 864
11.6.3.1 Contextualização 864
11.6.3.2 Discussão da Alínea “a” do Inciso I do Artigo 11: quanto às espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção 866
11.6.3.2.1 Flora 866
11.6.3.2.2 Fauna 881
11.6.3.3 Discussão da Alínea “b” do Inciso I do Artigo 11: sobre a proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão 883
11.6.3.4 Discussão da Alínea “c” do Inciso I do Artigo 11: sobre os corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração 885
11.6.3.5 Discussão da Alínea “d” do Inciso I do Artigo 11: sobre a proteção do entorno de Unidades de Conservação 886
11.6.3.6 Discussão da Alínea “e” do Inciso I do Artigo 11: sobre o excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos competentes do SISNAMA 886
11.6.3.7 Conclusão 887

11.7 Meio Socioeconômico e Cultural 887
11.7.1 Metodologia 887
11.7.2 Contexto Regional 890
11.7.3 Área de Estudo Regional - Município de Rio Piracicaba 892
11.7.3.1 Aspectos Históricos 892
11.7.3.1.1 Dinâmica Demográfica 892
11.7.3.1.2 Dinâmica Social 893
11.7.3.1.3 Dimensão Econômica 917
11.7.3.1.4 Inserção da Área do Projeto no Macrozoneamento Ambiental do Município de Rio Piracicaba 925
11.7.3.1.5 Dimensão Ambiental 928
11.7.3.2 Área de Estudo Regional: Município de Santa Bárbara 929
11.7.3.2.1 Aspectos Históricos 929
11.7.3.2.2 Dimensão Demográfica 930
11.7.3.2.3 Dinâmica Social 931
11.7.3.2.4 Dimensão Econômica 948
11.7.3.2.5 Inserção da Área do Projeto no Macrozoneamento Ambiental do Município de Santa Bárbara 955
11.7.3.2.6 Dimensão Ambiental 958
11.7.4 Área de Estudo Local 961
11.7.4.1 Sede urbana de Rio Piracicaba 961
11.7.4.2 Bairro Santa Isabel (Fundão) 963
11.7.4.3 Bairro Louis Ensch 966
11.7.4.4 Comunidade de Morro Agudo 970
11.8 Estudo de Percepção Ambiental 972
11.8.1 Metodologia 973
11.8.1.1 Materiais e Métodos 973
11.8.1.2 Cenário da pesquisa 974
11.8.1.3 Público-alvo 976
11.8.1.4 Sobre o instrumento de pesquisa 976
11.8.1.5 Procedimentos de Coleta de Dados 977
11.8.1.6 Tabulação e análise de dados 978
11.8.2 Resultados da Pesquisa 978
11.8.2.1 Bairro Louis Ensch: percepção ambiental dos moradores 978
11.8.2.1.1 Caracterização dos entrevistados 978
11.8.2.1.2 Percepção do bairro, seus espaços positivos, negativos e transformações 979
11.8.2.1.3 O meio ambiente: conhecimentos e comportamentos 980
11.8.2.1.4 Opinião sobre a mineração e seus impactos na região 981

11.8.2.1.5 Existência de iniciativas ambientais e participação em movimentos ambientais no bairro 982
11.8.2.1.6 Análise das informações 982
11.8.2.2 Bairro Santa Isabel (Fundão): percepção ambiental dos moradores 984
11.8.2.2.1 Caracterização dos entrevistados 984
11.8.2.2.2 A percepção do bairro, seus espaços positivos, negativos e transformações 984
11.8.2.2.3 O meio ambiente: conhecimentos e comportamentos 985
11.8.2.2.4 Opinião sobre a mineração e seus impactos na região 985
11.8.2.2.5 Existência de iniciativas ambientais e participação em movimentos ambientais no bairro 985
11.8.2.3 Análise das informações 986
11.8.3 Comunidade de Morro Agudo: percepção ambiental dos moradores 986
11.8.3.1 Caracterização dos entrevistados 986
11.8.3.2 A percepção da comunidade, seus espaços positivos, negativos e transformações 987
11.8.3.3 O meio ambiente: conhecimentos e comportamentos 987
11.8.3.4 Opinião sobre a mineração e seus impactos na região 988
11.8.3.5 Existência de iniciativas ambientais e participação em movimentos ambientais na comunidade 988
11.8.3.6 Análise das informações 988
11.8.4 Considerações Finais 989
11.9 Estudos de Patrimônio Cultural 990
11.9.1 Estudos do Patrimônio Cultural em andamento no IPHAN 990
11.9.1.1 Patrimônio Cultural Arqueológico 991
11.9.1.2 Patrimônio Cultural Imaterial 991
12. ANÁLISE INTEGRADA 992
13. PROGNÓSTICO SEM E COM O EMPREENDIMENTO 1002
13.1 Prognóstico Sem o Empreendimento 1002
13.2 Prognóstico Com o Empreendimento 1005
14. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS 1013
14.1 Metodologia de Avaliação dos Impactos Ambientais 1013
14.2 Caracterização e Avaliação dos Impactos Ambientais 1016
14.3 Impactos na Fase de Implantação 1017
14.3.1 Impactos sobre o Meio Físico 1017
14.3.1.1 Alteração da morfologia do relevo e da paisagem local 1017
14.3.1.2 Alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa 1018
14.3.1.3 Alteração da qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos 1019

14.3.1.4 Alteração da qualidade das águas superficiais pela geração de efluentes (sanitários e oleosos) 1021
14.3.1.5 Intervenção física em corpos hídricos (nascentes e trechos de cursos d'água) pelo Projeto 1022
14.3.1.6 Intervenção em Área de Preservação Permanente (APP) pelo Projeto 1023
14.3.1.7 Alteração da qualidade dos solos pela geração de resíduos sólidos 1024
14.3.1.8 Alteração da qualidade do ar pela geração de emissões atmosféricas (material particulado e gases de combustão) 1025
14.3.1.9 Alteração do nível de pressão sonora pela geração de ruído 1027
14.3.2 Impactos sobre o Meio Biótico 1028
14.3.2.1 Perda de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual nos estágios médio e médio/avançado de regeneração natural 1028
14.3.2.2 Perda de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração natural 1030
14.3.2.3 Perda de vegetação de Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração. 1031
14.3.2.4 Perda de plantios de eucalipto não manejados e cobertura vegetal de origem antrópica 1032
14.3.2.5 Afugentamento de fauna 1033
14.3.2.6 Perda de indivíduos da fauna 1034
14.3.2.7 Alteração na estrutura da comunidade de insetos vetores 1036
14.3.2.8 Alteração das populações da fauna aquática – anurofauna, ictiofauna e biota aquática 1037
14.3.3 Impactos sobre o Meio Socioeconômico 1039
14.3.3.1 Geração de expectativas na população 1040
14.3.3.2 Aumento de postos de trabalho temporários e incremento no nível de emprego e de renda 1041
14.3.3.3 Aumento da arrecadação tributária 1043
14.3.3.4 Aumento do risco de ocorrência de acidente nos acessos viários ao empreendimento 1043
14.3.3.5 Incômodos à população devido à alteração da qualidade do ar e dos níveis de pressão sonora 1044
14.4 Impactos na Fase de Operação 1046
14.4.1 Impactos sobre o Meio Físico 1046
14.4.1.1 Alteração da morfologia do relevo e da paisagem local 1046
14.4.1.2 Alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa 1047
14.4.1.3 Alteração da qualidade das águas dos cursos d'água pelo carreamento de sedimentos 1049
14.4.1.4 Alteração da qualidade das águas superficiais pela geração de efluentes (sanitários e oleosos) 1050

14.4.1.5 Alteração da qualidade do solo pela geração de resíduos sólidos 1051
14.4.1.6 Alteração da qualidade do ar pela geração de emissões atmosféricas (material particulado e gases de combustão) 1052
14.4.1.7 Alteração do nível de pressão sonora pela geração de ruído e de vibração 1054
14.4.1.8 Alteração da disponibilidade hídrica dos cursos d'água pelo rebaixamento do nível d'água subterrâneo 1055
14.4.2 Impactos do Meio Biótico 1058
14.4.2.1.1 Perda de indivíduos da fauna 1058
14.4.2.1.2 Alteração das populações da fauna aquática - ictiofauna e biota aquática 1059
14.4.3 Meio Socioeconômico e Cultural 1060
14.4.3.1 Manutenção de postos de trabalho permanentes e da geração de emprego e renda 1060
14.4.3.2 Continuidade da arrecadação tributária 1061
14.4.3.3 Incômodos à população devido à alteração da qualidade do ar e dos níveis de pressão sonora e vibração 1062
15. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA 1071
15.1 Área Diretamente Afetada (ADA) 1072
15.2 Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) 1073
15.2.1 Meio Físico 1073
15.2.2 Meio Biótico 1074
15.2.3 Meio Socioeconômico 1075
16. PROPOSIÇÕES DE PLANOS, PROGRAMAS DE CONTROLE, MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 1080
16.1 Meio Físico 1082
16.1.1 Programa de Controle de Processos Erosivos 1082
16.1.2 Programa de Gestão de Resíduos – PGR 1082
16.1.3 Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Oleosos 1083
16.1.4 Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais 1083
16.1.5 Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar 1084
16.1.6 Programa de Monitoramento e Controle do Ruído 1084
16.1.7 Programa de Monitoramento e Controle Sismográfico 1085
16.1.8 Programa de Monitoramento Geotécnico da Pilha de Estéril e Taludes da Cava 1086
16.2 Meio Biótico 1086
16.2.1 Projeto de Exploração Florestal 1086
16.2.2 Programa de Resgate de Flora 1087
16.2.3 Programa de Acompanhamento da Supressão da Vegetação Afugentamento e Eventual Resgate da Fauna 1088
16.2.4 Programa de Monitoramento da Fauna 1089

16.3 Meio Socioeconômico 1092
16.3.1 Programa de Comunicação Social 1092
16.4 Programa de Educação Ambiental 1092
16.4.1 Programa de Educação Ambiental: público interno 1093
16.4.2 Programa de Educação Ambiental: público externo 1094
16.5 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD 1095
16.6 Compensações Ambientais 1096
16.7 Plano de Compensação Espeleológica 1098
16.8 Plano de Fechamento da Mina – Complexo da Mina de Água Limpa 1099
17. CONCLUSÕES 1100
18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 1106
18.1 Caracterização do Empreendimento 1106
18.2 Meio Físico 1107
18.2.1 Clima 1107
18.2.2 Geologia e Hidrogeologia 1107
18.2.3 Geomorfologia 1109
18.2.4 Pedologia e Aptidão Agrícola dos Solos 1109
18.2.5 Espeleologia 1110
18.3 Recursos Hídricos 1110
18.3.1 Qualidade das Águas 1111
18.3.2 Qualidade do Ar 1112
18.3.3 Ruído Ambiental 1113
18.3.4 Vibração 1113
18.4 Meio Biótico 1113
18.4.1.1 Planejamento territorial 1113
18.4.1.2 Uso do Solo e APP 1113
18.4.2 Flora 1113
18.4.3 Fauna 1125
18.4.3.1 Herpetofauna 1125
18.4.3.2 Mastofauna Terrestre 1129
18.4.3.3 Mastofauna Voadora 1133
18.4.3.4 Avifauna 1139
18.4.3.5 Entomofauna 1146
18.4.3.6 Ictiofauna 1150
18.4.3.7 Comunidades Hidrobiológicas 1153
18.4.4 Considerações a Respeito do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006 1158
18.5 Meio Socioeconômico e Cultural 1159

Volume II

ANEXOS 1164
ANEXO 1 - CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - VALE 1165
ANEXO 2 - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA E CADASTRO TÉCNICO FEDERAL – EQUIPE SETE RESPONSAVEL PELO EIA 1166
ANEXO 3 - PORTARIAS DE LAVRA 1167
ANEXO 4 - MATRÍCULA DA PROPRIEDADE DA VALE: FAZENDA PIRACICABA 1168
ANEXO 5 - OUTORGAS (PDE NOVA CURURU E CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO VALE DAS COBRAS) E REQUERIMENTO DE COLHEITA E COMERCIALIZAÇÃO (RCC) 1169
ANEXO 6 - PROJETO DE EXPANSÃO DA PDE NOVA CURURU - (WALM, 2018; 2020) 1170
ANEXO 7 - PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA TANCAGEM DO POSTO DA MINA DE ÁGUA LIMPA (VALE, 2020) 1171
ANEXO 8 - PROJETO DE ACESSO DA MINA 1172
ANEXO 9 - PROJETO DE DRENAGEM DA CAVA MORRO AGUDO (VALE - TETRA TECH, 2020) 1173
ANEXO 10 - ESTUDO HIDROGEOLÓGICO - (WATERGEO, 2020) 1174
ANEXO 11 - ESTUDOS ESPELEOLÓGICOS 1175
ANEXO 12 - QUADRO DE RESULTADOS DE QUALIDADE AMBIENTAL 1180
ANEXO 13 - AUTORIZAÇÃO DE MANEJO DA FAUNA Nº SPP 0021/2020 (VALIDADE 06/08/2021) / LICENÇA DE PESCA CIENTÍFICA CATEGORIA “D” Nº 07/2021 (VALIDADE 15/07/2021) 1185
ANEXO 14 - LISTA DIGITAL DA FAUNA DE POTENCIAL OCORRÊNCIA NA ÁREA DE ESTUDO REGIONAL DO PROJETO DE EXPANSÃO DA CAVA MORRO AGUDO, DA PDE NOVA CURURU E AMPLIAÇÃO DA TANCAGEM DO POSTO DA MINA DE ÁGUA LIMPA 1186
ANEXO 15 - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) 1220
ANEXO 16 - CARTA DE TOMBAMENTO - HERPETOFAUNA - ÁREA DE ESTUDO LOCAL 1222
ANEXO 17 - PROTOCOLO IIH - BIOTA - ÁREA DE ESTUDO LOCAL 1223
ANEXO 18 - RELATÓRIOS DE ENSAIO DA BIOTA - ÁREA DE ESTUDO LOCAL 1224
ANEXO 19 - ROTEIROS DAS ENTREVISTAS - SOCIOECONOMIA - (SETE, 2020) 1225
ANEXO 20 - QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO AMBIENTAL 1226
ANEXO 21 - ENTREVISTAS DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL 1227
ANEXO 22 - ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA 1228

Lista de Quadros

Quadro 01 Comparativo entre as alternativas locacionais da Expansão da PDE Nova Cururu 59
Quadro 02 Informações de propriedade e titularidade da Mina de Água Limpa 64
Quadro 03 Área ocupada pelo Projeto Expansão da Cava Morro Agudo, visando a continuidade das operações da Mina de Água Limpa 67
Quadro 04 Recurso Mineral da Cava Morro Agudo - (Base - topográfica de outubro de 2017) 71
Quadro 05 Sequenciamento de Lavra do Projeto das Operações da Mina de Água Limpa 73
Quadro 06 Resultados das análises de estabilidade da cava final, para mecanismos de ruptura plano-circulares e circulares 76
Quadro 07 Metragem de sondagem geotécnica executada na área de expansão da cava Morro Agudo 79
Quadro 08 Setorização geotécnica e litológica da área da Cava Morro Agudo 82
Quadro 09 Quantitativo da área da PDE Nova Cururu 91
Quadro 10 Parâmetros de resistência dos materiais da Expansão da PDE Nova Cururu 99
Quadro 11 Fatores de segurança (F.S.) obtidos nas análises numéricas 102
Quadro 12 Áreas de intervenção ambiental do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 114
Quadro 13 Sistema de drenos de fundo da expansão da PDE Nova Cururu 125
Quadro 14 Vazões de Projeto do Sistema de Drenagem de Fundo da Pilha 127
Quadro 15 Vazões nominais para dimensionamento dos drenos de fundo 128
Quadro 16 Características geométricas do caminhamento dos drenos de fundo em função das etapas construtivas da expansão da PDE Nova Cururu 129
Quadro 17 Área dos drenos de fundo da expansão da PDE Nova Cururu 130
Quadro 18 Seções construtivas adotadas para os drenos de fundo 130
Quadro 19 Dispositivo de drenagem de berma – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo 136
Quadro 20 Dispositivo de descidas d'água – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo 136
Quadro 21 Dispositivo de transposição – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo 138
Quadro 22 Dispositivo de drenagem de borda ou platô – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo 138
Quadro 23 Dispositivo periférico – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo 140
Quadro 24 Síntese das vazões de bombeamento nos *sumps* 142
Quadro 25 *Quantis* de altura pluviométrica (mm) – Expansão da PDE Nova Cururu 144
Quadro 26 Intensidade x duração x frequência – Expansão PDE Nova Cururu 145
Quadro 27 Síntese do cálculo das vazões de projeto do sistema de drenagem superficial - Expansão da PDE Nova Cururu 147
Quadro 28 Síntese do dimensionamento hidráulico das bermas 150
Quadro 29 Síntese do Dimensionamento Hidráulico do Canal de Drenagem 151
Quadro 30 Síntese do Dimensionamento Hidráulico das Descidas de Água nas bermas – Trecho sem Degraus - Método de Manning 152

Quadro 31 Síntese do Dimensionamento Hidráulico das Descidas de Água nas bermas – Trecho com Degraus - Método de Skimming Flow 152
Quadro 32 Síntese do dimensionamento hidráulico dos canais periféricos – trecho sem degraus – *Manning* 153
Quadro 33 Síntese do dimensionamento hidráulico dos canais periféricos – trecho com degraus – *Skimming* 153
Quadro 34 Dimensões dos canais periféricos 154
Quadro 35 Síntese do dimensionamento hidráulico dos bueiros 154
Quadro 36 Síntese do dimensionamento hidráulico da bacia de dissipação 155
Quadro 37 Sobrelevação do nível d'água em curvas 158
Quadro 38 Cota x área x volume da bacia de sedimentos 161
Quadro 39 Volume de sedimentos e residência 163
Quadro 40 Síntese do dimensionamento hidráulico do bueiro 164
Quadro 41 Síntese do dimensionamento hidráulico da escada na saída do bueiro 164
Quadro 42 Síntese do dimensionamento hidráulico da bacia de dissipação a jusante do bueiro 165
Quadro 43 Estruturas do canteiro de obra da ampliação da tancagem do posto 170
Quadro 44 Insumos previstos para a Expansão da PDE Nova Cururu 175
Quadro 45 Insumos da ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 175
Quadro 46 Equipamentos e máquinas – Expansão da Cava Morro Agudo 176
Quadro 47 Equipamentos e máquinas – Expansão da PDE Nova Cururu 176
Quadro 48 Equipamentos e máquinas – Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 177
Quadro 49 Mão de Obra para os serviços de supressão de vegetação nas áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e PDE Nova Cururu 180
Quadro 50 Histograma de mão de obra para a expansão da PDE Nova Cururu 181
Quadro 51 Cronograma macro - Etapa de Implantação – Supressão vegetal e obras de expansão da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto 185
Quadro 52 Tipos de insumos de desmonte 189
Quadro 53 Dimensionamento de furação primária e RC por tipo de rocha 190
Quadro 54 Projeto geométrico da Expansão da PDE Nova Cururu 190
Quadro 55 Tipos de instrumentos para o monitoramento geotécnico da Expansão da PDE Nova Cururu 195
Quadro 56 Equipamentos de operação da mina – Etapa de Operação 201
Quadro 57 Equipamentos de Apoio – Etapa de Operação 201
Quadro 58 Mão de Obra – Etapa de Operação 203
Quadro 59 Aspectos Ambientais – Etapa de Implantação e Operação 204
Quadro 60 Descrição dos pontos de monitoramento da Estação de Tratamento de Efluentes – Etapa de Implantação 212
Quadro 61 Legislação federal, estadual e municipal relacionadas direta ou indiretamente ao Projeto 215

Quadro 62 Parâmetros Definidores das Áreas de Estudo Regional e Local do Projeto 226
Quadro 63 Atributos de definição das Áreas de Estudo Regional e Local - Meios Físico, Biótico e Socioeconômico 228
Quadro 64 Relação das Unidades de Conservação situadas num raio de 3 km de distância dos limites da Área do Projeto 243
Quadro 65 Correspondência entre as Classes de IEE e as Combinações entre Vulnerabilidade Natural e Potencialidade Social 246
Quadro 66 Distribuição do uso do solo e cobertura vegetal na Área do Projeto e na Área de Estudo Local 255
Quadro 67 Distribuição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) na área do Projeto 272
Quadro 68 Caracterização das estações meteorológicas, pluviométricas e climáticas e série histórica utilizada 279
Quadro 69 Dados de precipitação média mensal de acordo com a Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa (2018 - 2020) 286
Quadro 70 Dados de temperatura de acordo com a Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa (2018 - 2020) 287
Quadro 71 Parâmetros hidráulicos e características hidroquímicas das unidades hidrogeológicas identificadas 312
Quadro 72 Vazão de desaguamento nos drenos e cota final do nível d'água na simulação de rebaixamento nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico 321
Quadro 73 Comparativo entre as descargas de água subterrânea dos cursos d'água no entorno das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico de acordo com o modelo hidrogeológico. 323
Quadro 74 Alterações das vazões nas sub-bacias do entorno das cavas Morro Agudo e Espigão de acordo com o modelo calibrado 324
Quadro 75 Grupos de Aptidão Agrícola das Terras 334
Quadro 76 Simbologia das Classes de Aptidão Agrícola das Terras 335
Quadro 77 Distribuição das classes de solos na Área de Estudo Local e na Área do Projeto 340
Quadro 78 Distribuição da aptidão agrícola dos solos na área de estudo local e na Área do Projeto 343
Quadro 79 Escala numérica utilizada para elaboração do mapa de suscetibilidade erosiva 346
Quadro 80 Variáveis utilizadas para determinação da suscetibilidade erosiva dos solos na área de estudo local e área do projeto 346
Quadro 81 Distribuição do grau de susceptibilidade dos solos na área de estudo local e na Área do Projeto 348
Quadro 82 Síntese dos quantitativos gerais das prospecções espeleológicas realizadas na área do Projeto e em seu entorno (buffer de 250 metros) 354
Quadro 83 Informações gerais das feições identificadas na prospecção espeleológica da área do Projeto e em seu buffer de 250 metros 356
Quadro 84 Disponibilidade hídrica superficial do rio Piracicaba - Estação Fluviométrica Mário de Carvalho 362
Quadro 85 Nascentes com interferência pela área do projeto 370
Quadro 86 Localização dos Pontos de Qualidade de Água na Área de Estudo Regional 372

Quadro 87 Localização e caracterização dos pontos de amostragem de águas superficiais da Área de Estudo Local 375
Quadro 88 Parâmetros e Padrões de Qualidade das Águas Superficiais - Classe 2 377
Quadro 89 Caracterização do ponto de amostragem de qualidade do ar 397
Quadro 90 Padrões legais de qualidade do ar 398
Quadro 91 Estrutura do índice de qualidade do ar (IQAr) 400
Quadro 92 Efeitos sobre a saúde humana relacionados às diferentes categorias de qualidade do ar 401
Quadro 93 Resultados da média geométrica anual de PTS 402
Quadro 94 Pontos de amostragem de ruído ambiental 404
Quadro 95 Limites definidos pela Norma Técnica ABNT NBR 10.151:2019 406
Quadro 96 Tipos de áreas consideradas para os pontos de amostragem de ruído ambiental 407
Quadro 97 Pontos de monitoramento de vibração na Área de Estudo Regional 411
Quadro 98 Pontos de monitoramento de vibração na Área de Estudo Local 412
Quadro 99 Limites de velocidade de vibração de partículas de pico por faixas de frequência 414
Quadro 100 Critérios de avaliação de vibração 415
Quadro 101 Limites definidos pelas legislações internacionais para vibração 415
Quadro 102 Guildas e estratégias de ocupação e dispersão no espaço natural designado para as espécies vegetais. 424
Quadro 103 Simbologia e fórmulas utilizadas na análise estrutural da floresta 430
Quadro 104 Relações volumétricas utilizadas 432
Quadro 105 Expressões utilizadas na análise dos dados estatísticos de amostragem 433
Quadro 106 Fórmulas utilizadas na análise estrutural do Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto 435
Quadro 107 Análise da Diversidade - Fórmula utilizada 437
Quadro 108 Coordenadas geográficas das parcelas alocadas para a amostragem fitossociológica da vegetação florestal na área do Projeto 439
Quadro 109 Localização das unidades amostrais alocadas para a amostragem fitossociológica no Campo Rupestre Ferruginoso localizado na Área do Projeto 442
Quadro 110 Lista das espécies da flora registradas na Área de Estudo Local (AEL) e na Área do Projeto 450
Quadro 111 Espécies de maior interesse para a conservação registradas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto 474
Quadro 112 Espécies endêmicas registradas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto (AP) . 478
Quadro 113 Espécies pouco frequentes em Minas Gerais e raras registradas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto (AP) 479
Quadro 114 Espécies ameaçadas registradas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto (AP) 482
Quadro 115 Estimativa de indivíduos das espécies referidas na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443/2014) registradas na Área do Projeto 483

Quadro 116 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das principais espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual da Área de Estudo Local 487

Quadro 117 Análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local..... 491

Quadro 118 Espécies registradas nas unidades amostrais alocadas na Área de Estudo Local e sua indicação para o estágio de sucessão ecológica - Resolução CONAMA nº 392/07. 498

Quadro 119 Classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local de acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007..... 502

Quadro 120 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das principais espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto..... 513

Quadro 121 Análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto..... 516

Quadro 122 Espécies encontradas nas unidades amostrais alocadas em Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto e sua indicação em relação ao o estágio de sucessão ecológica - Resolução CONAMA nº 392/2007 521

Quadro 123 Classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007.... 523

Quadro 124 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das principais espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidualda em estágio médio de regeneração na Área do Projeto..... 531

Quadro 125 Análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto..... 534

Quadro 126 Caracterização do estágio sucessional da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto..... 539

Quadro 127 Classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto de acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007..... 542

Quadro 128 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das principais espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto 547

Quadro 129 Análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto 550

Quadro 130 Espécies registradas nas unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto e sua indicação para o estágio de sucessão ecológica - Resolução CONAMA nº 392/2007. 551

Quadro 131 Classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto de acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007..... 552

Quadro 132 Parâmetros de riqueza, abundância (em somatório da riqueza, por ocorrência) e cobertura (em somatório da riqueza, em porcentagem) em cada parcela de fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto..... 560

Quadro 133 Estrutura fitossociológica realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto... 562

Quadro 134 Classificação do estágio de regeneração para os campos de altitude de acordo com os parâmetros da Resolução CONAMA nº 423/2010) 567
Quadro 135 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo 572
Quadro 136 Análise da estrutura do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo 576
Quadro 137 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu 579
Quadro 138 Análise da estrutura do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu 583
Quadro 139 Estatística do inventário florestal nas coberturas florestais nativas – Floresta Estacional Semidecidual 587
Quadro 140 Estatística do inventário florestal nas coberturas florestais plantadas – Plantios de Eucalipto não manejados 588
Quadro 141 Valores médios de altura total, diâmetro e volume registrado em cada unidade de amostragem 590
Quadro 142 Resumo do inventário florestal na Floresta Estacional Semidecidual na Área do Projeto 592
Quadro 143 Resumo do Inventário Florestal nos reflorestamentos de eucalipto do Projeto 593
Quadro 144 Análise do sub-bosque nos reflorestamentos de eucaliptos de acordo com o Decreto nº 47.749/2019 594
Quadro 145 Estimativas volumétricas dentro e fora de áreas de intervenção ambiental 595
Quadro 146 Síntese das fontes de dados e documentos técnicos consultados, por grupo da fauna, para a composição do diagnóstico das áreas de estudo do Projeto. 598
Quadro 147 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Herpetofauna. 608
Quadro 148 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Herpetofauna do Projeto. 609
Quadro 149 Esforço amostral aplicado para a metodologia de Busca Ativa da Herpetofauna. 614
Quadro 150 Lista das espécies de anfíbios composta pelos registros de campo (dados primários) e dados secundários consultados para a AEL do Projeto. 619
Quadro 151 Lista das espécies de répteis registradas através da coleta de dados primários e secundários no levantamento da herpetofauna da AEL do Projeto. 629
Quadro 152 Abundância da anurofauna por unidade amostral do Projeto. 634
Quadro 153 Índices de diversidade e equitabilidade das unidades amostrais do projeto em que houve registros de anfíbios. 635
Quadro 154 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Mastofauna. 646
Quadro 155 Áreas amostrais para coleta de dados primários da Mastofauna Terrestre na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 647
Quadro 156 Mamíferos terrestres de pequeno, médio e grande porte registrados na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 655

Quadro 157 Abundância e Ocorrência de espécies de pequenos mamíferos registrados na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto 662
Quadro 158 Metodologia de registro das espécies da mastofauna de pequeno porte registrada no Projeto. 666
Quadro 159 Metodologia de registro das espécies da mastofauna de médio e grande porte registrada no Projeto. 671
Quadro 160 Mamíferos terrestres ameaçados, quase ameaçadas ou vulneráveis de extinção na Área de Estudo Local e Área do Projeto. 672
Quadro 161 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Mastofauna Voadora. 679
Quadro 162 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Mastofauna Voadora do Projeto. 680
Quadro 163 Esforço amostral aplicado para a metodologia de gravadores ultrassônicos da mastofauna voadora. 683
Quadro 164 Lista de espécies de morcegos registradas na Área do Projeto, ao longo das duas campanhas de amostragem do presente Projeto. 685
Quadro 165 Espécies registradas em cada ponto amostral ao longo das duas campanhas de monitoramento acústico de morcegos 698
Quadro 166 Passagens, diversidade e equitabilidade dos morcegos insetívoros na área de estudo. ... 705
Quadro 167 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Avifauna. 715
Quadro 168 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Avifauna do Projeto. 715
Quadro 169 Coordenadas geográficas dos transectos realizados para o diagnóstico local da Avifauna – Projeto. 716
Quadro 170 Esforço amostral aplicado para a metodologia de Pontos de Escuta da Avifauna. 721
Quadro 171 Esforço amostral aplicado para a metodologia de Lista de Mackinnon da Avifauna. 724
Quadro 172 Lista de espécies registrada por meio de dados primários durante as duas campanhas de campo e por estudos levantados por dados secundários para a área de estudo local do Projeto. 728
Quadro 173 Espécies com os maiores índices pontuais de abundância (IPA) obtidos durante a coleta de dados primários da avifauna na AEL. 748
Quadro 174 Espécies com os maiores índices de frequência (IFL) obtidos durante a coleta de dados primários da avifauna na AEL. 748
Quadro 175 Parâmetros de riqueza, diversidade, endemismo e ameaça da avifauna obtidos por área de uso e ocupação do solo durante coleta de dados primários na AEL. 752
Quadro 176 Similaridade de espécies entre as áreas de uso e ocupação registrada por dados primários na AEL. 753
Quadro 177 Espécies endêmicas e áreas de registro na AEL do Projeto. 756
Quadro 178 Espécies de aves cinegéticas e xerimbabos registradas na AEL. 758
Quadro 179 Listas de espécies ameaçadas ou quase ameaçadas de extinção encontradas por levantamento de dados primários e dados secundário para a AEL. 761
Quadro 180 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Entomofauna. 770

Quadro 181 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Entomofauna na AEL. 770
Quadro 182 Esforço amostral aplicado para a metodologia HP da Entomofauna. 774
Quadro 183 Esforço amostral aplicado para a metodologia de Busca Ativa da Entomofauna. 777
Quadro 184 Espécies da entomofauna registradas na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 779
Quadro 185 Comparação entre os pontos amostrais da entomofauna na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 790
Quadro 186 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Ictiofauna. 801
Quadro 187 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Ictiofauna do Projeto. 801
Quadro 188 Esforço de pesca científica nos pontos de amostragem com uso de redes de emalhar da ictiofauna (ICT12 e ICT13) na AEL do projeto em estudo, campanhas de campo realizadas em agosto e novembro de 2020 802
Quadro 189 Espécies de peixes encontradas na Área de Estudo Local do Projeto. 808
Quadro 190 Presença e abundância absoluta das espécies de peixes na Área de Estudo Local do Projeto. 817
Quadro 191 Período de amostragem para coleta de dados primários da Biota Aquática. 826
Quadro 192 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários das Comunidades Hidrobiológicas do Projeto. 826
Quadro 193 Métodos de coleta e análise das comunidades hidrobiológicas 831
Quadro 194 Classificação da qualidade segundo o índice ASPT. 836
Quadro 195 Síntese dos atributos avaliados da biota aquática na AEL e Área do Projeto. 837
Quadro 196 Ocorrência sazonal dos táxons fitoplanctônicos na AEL e Área do Projeto 841
Quadro 197 Classes de frequência de ocorrência e abundância dos táxons fitoplanctônicos na AEL e Área do Projeto 846
Quadro 198 Ocorrência sazonal dos táxons zooplanctônicos. 848
Quadro 199 Classes de frequência de ocorrência e abundância dos táxons zooplanctônicos na AEL e Área do Projeto 853
Quadro 200 Táxons de macroinvertebrados aquáticos exclusivos de cada período sazonal 857
Quadro 201 Espécies ameaçadas registradas na Área do Projeto 866
Quadro 202 Espécies da mastofauna terrestre registradas no EIA, classificadas com status de ameaça das listas consultadas. 881
Quadro 203 Espécies da avifauna terrestre registradas no EIA, classificadas com status de ameaça das listas consultadas. 882
Quadro 204 Espécies da ictiofauna terrestre registradas no EIA, classificadas com status de ameaça das listas consultadas. 882
Quadro 205 Lista dos entrevistados 889
Quadro 206 População total municipal, absoluta e relativa, por local de residência – Município de Rio Piracicaba (1970, 1980, 1991, 2000 e 2010) 892
Quadro 207 Estabelecimentos disponíveis no município de Rio Piracicaba, por tipo de estabelecimento e tipo de prestador - 2020 894

Quadro 208 Número de leitos hospitalares de internação disponíveis, gerais e pelo SUS, por especialidade – Município de Rio Piracicaba - 2020 894

Quadro 209 Mortalidade infantil e mortalidade até 5 anos de idade, por mil nascidos vivos – Município de Rio Piracicaba, Estado de Minas Gerais e Brasil – 1991, 2000 e 2010 896

Quadro 210 Número de estabelecimentos de ensino por dependência administrativa e localização – Município de Rio Piracicaba – 2019 897

Quadro 211 Número de alunos matriculados, por dependência de ensino - Município de Rio Piracicaba - 2019 898

Quadro 212 Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB observado em 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 e metas para rede pública – Município de Rio Piracicaba 898

Quadro 213 Escolaridade da população com 25 anos ou mais de idade – Município de Rio Piracicaba e Estado de Minas Gerais - 2010 899

Quadro 214 Número registrado de crimes por natureza – Município de Rio Piracicaba – 2012 a 2019 901

Quadro 215 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo a forma de abastecimento de água – Município de Rio Piracicaba – 2010 904

Quadro 216 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo o tipo de esgotamento sanitário – Município de Rio Piracicaba - 2010 905

Quadro 217 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo o destino do lixo – Município de Rio Piracicaba – 2010 906

Quadro 218 Números de estabelecimentos agropecuários com produção e valor da produção agropecuária por grupo de atividade econômica - Município de Rio Piracicaba – 2017 .. 918

Quadro 219 Número de estabelecimentos, postos formais de trabalho (valores absolutos e relativos), variação dos postos em relação ao ano anterior e salário médio por setor de atividade – Município de Rio Piracicaba - 2018 923

Quadro 220 Receitas orçamentárias selecionadas arrecadadas pela Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba em 2019 – valores em R$ correntes 924

Quadro 221 População total municipal, absoluta e relativa, por local de residência – Município de Santa Bárbara - 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 930

Quadro 222 Estabelecimentos de saúde existentes no Município de Santa Bárbara, por tipo de estabelecimento e tipo de prestador – 2020 932

Quadro 223 Número de leitos hospitalares de internação disponíveis, gerais e pelo SUS, por especialidade – Município de Santa Bárbara – 2020 932

Quadro 224 Mortalidade Infantil e Mortalidade até 5 anos de idade, por mil nascidos vivos – Município de Santa Bárbara, Estado de Minas Gerais e Brasil - 1991- 2000 - 2010 933

Quadro 225 Número de estabelecimentos de ensino por dependência administrativa e localização – Município de Santa Bárbara - 2019 934

Quadro 226 Número de Alunos Matriculados, por Dependência de Ensino - Município de Santa Bárbara - 2019 934

Quadro 227 Índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB observado em 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 e metas para rede pública – Município de Santa Bárbara 935

Quadro 228 Escolaridade da população com 25 anos ou mais de idade – Município de Santa Bárbara e Estado de Minas Gerais - 2010 935

Quadro 229 Número registrado de crimes por natureza – Município de Santa Bárbara - 2012 a 2019 936
Quadro 230 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo a forma de abastecimento de água - Município de Santa Bárbara - 2010 939
Quadro 231 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo o tipo de esgotamento sanitário - Município de Santa Bárbara - 2010 939
Quadro 232 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo o destino do lixo - Município de Santa Bárbara - 2010 940
Quadro 233 Números de estabelecimentos agropecuários com produção e valor da produção agropecuária por grupo de atividade econômica - Município de Santa Bárbara – 2017 ... 949
Quadro 234 Número de estabelecimentos, postos formais de trabalho (valores absolutos e relativos), variação dos postos em relação ao ano anterior e salário médio por setor de atividade – Município de Santa Bárbara – 2018 954
Quadro 235 Receitas orçamentárias selecionadas arrecadadas pela Prefeitura Municipal de Santa Bárbara em 2019 – valores em R$ correntes 955
Quadro 236 Informações socioambientais - sede urbana de Rio Piracicaba 962
Quadro 237 Síntese perfil dos entrevistados – Bairro Louis Ensch 979
Quadro 238 Síntese perfil dos entrevistados – Bairro Santa Isabel (Fundão) 984
Quadro 240 Resultados das Simulações - Material Particulado - Parâmetros PTS, PM10 e PM2,5 1010
Quadro 241 Critérios de Avaliação dos Impactos Ambientais 1015
Quadro 242 Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APPs) pelo Projeto 1023
Quadro 243 Comparativo entre as descargas de água subterrânea dos cursos d'água no entorno da cava Morro Agudo/Espigão do Pico (WATERGEO SOLUTIONS, 2020) 1056
Quadro 244 Alterações das vazões nas sub-bacias do entorno da cava Morro Agudo/Espigão do Pico de acordo com o modelo hidogeológico (WATERGEO SOLUTIONS, 2020) 1057
Quadro 245 Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais - Etapa de Implantação 1064
Quadro 246 Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais – Etapa de Operação 1068
Quadro 247 Quantitativos de intervenção pelo Projeto 1096
Quadro 248 Intervenções em APP previstas para a implantação do Projeto passíveis de compensação por intervenção em Mata Atlântica 1097
Quadro 249 Quantitativos de intervenção pelo Projeto 1097
Quadro 250 Quantitativo de mudas a serem plantadas para compensação pela supressão de espécies ameaçadas na relação 10:1 1098

Lista de Figuras

Figura 01 Arranjo Geral do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 47
Figura 02 Localização do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 50
Figura 03 Fluxograma simplificado das operações atuais da Mina de Água Limpa 53
Figura 04 Alternativas locacionais estudadas e suas interferências 60
Figura 05 Limites dos polígonos de direitos minerários da Mina de Água Limpa, onde se insere a cava Morro Agudo, objeto de expansão deste Projeto. 65
Figura 06 Propriedades da Vale na Mina de Água Limpa (Fazenda Piracicaba e Reserva Legal Averbada. 66
Figura 07 Limite da área a licenciar da expansão da Cava Morro Agudo (Morro Agudo – a oeste e Espigão do Pico – a leste) 68
Figura 08 Mapa geológico de superfície 70
Figura 09 Locação das seções de análise de estabilidade global dos taludes das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico (Expansão da Cava Morro Agudo) 75
Figura 10 Análises de estabilidade das cavas finais operacionalizadas (cavas Morro Agudo e Espigão do Pico) 77
Figura 11 Exemplo dos maciços rochosos presentes na área da Expansão da cava Morro Agudo 79
Figura 12 Mapa de Setorização Geométrica da Cava Morro Agudo 81
Figura 13 Instrumento de medição do nível de água na região prevista para expansão da cava Morro Agudo 89
Figura 14 Área de contrapilhamento sobre a PDE Cururu existente 92
Figura 15 Área do Projeto da Expansão da PDE Nova Cururu 94
Figura 16 Detalhe da área da expansão da PDE Nova Cururu e estruturas de apoio 95
Figura 17 Campanha de investigações geológico-geotécnicas realizadas na área da Expansão da PDE Nova Cururu 97
Figura 18 Localização em planta da seção geológico-geotécnica analisada para a Expansão da PDE Nova Cururu 100
Figura 19 Modelo Geológico-geotécnico utilizando – Seção A-A' 101
Figura 20 Seção A-A' – Cenário 01 – Final de operação – Condição normal de operação (funcionamento normal dos drenos de fundo) – Superfície circular 102
Figura 21 Seção A-A' – Cenário 02 – Final de operação – Condição normal de operação (funcionamento normal dos drenos de fundo) – Superfície Planar 103
Figura 22 Seção A-A' – Cenário 03 – Final de operação – Condição crítica de operação (funcionamento anormal dos drenos de fundo) – Superfície Circular 103
Figura 23 Seção A-A' – Cenário 04 – Final de operação – Condição crítica de operação (funcionamento anormal dos drenos de fundo) – Superfície Planar 104
Figura 24 Localização do Posto de Abastecimento da Mina de Água Limpa 106
Figura 25 Locação dos novos tanques para o layout do Posto da Mina de Água Limpa 107

Figura 26 Arranjo Geral da Expansão da PDE Nova Cururu 112
Figura 27 Áreas de supressão de vegetação nativa para implantação do Projeto 115
Figura 28 Arranjo Geral do Projeto de Expansão da PDE Nova Cururu 119
Figura 29 Parâmetros das estradas para o caminhão CAT 777F 121
Figura 30 Representação esquemática da superelevação do acesso 122
Figura 31 Faixas granulométricas para o material de solo base, transições enrocamento 124
Figura 32 Seção típica do dreno de fundo Tipo 1 – Drenos D1, D2 e D3 131
Figura 33 Seção típica do dreno de fundo Tipo 2 – Dreno D4 131
Figura 34 Seção típica do dreno de fundo Tipo 3 – Dreno D5 131
Figura 35 Detalhe da saída dos drenos de fundo 132
Figura 36 Drenagem superficial da cava Morro Agudo no complexo da Mina de Água Limpa 135
Figura 37 Arranjo geral do sistema de drenagem superficial – Expansão da PDE Nova Cururu 148
Figura 38 Seção típica da berma e da leira de proteção 150
Figura 39 Trecho em curva do canal periférico 156
Figura 40 Croqui de dimensionamento dos canais em curva 157
Figura 41 Planta do sistema de drenagem superficial – Expansão da PDE Nova Cururu 159
Figura 42 Arranjo geral da adequação da bacia de sedimentação (*sump*) da PDE Nova Cururu (WALM, 2021) 161
Figura 43 Curva cota x área x volume da bacia de contenção de sedimentos 162
Figura 44 Arranjo geral do bueiro a jusante da bacia de sedimentação (sump) 163
Figura 45 Localização do canteiro de obras da expansão da PDE Nova Cururu 166
Figura 46 Layout do canteiro de obras 168
Figura 47 Localização do canteiro de obra da ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 169
Figura 48 Layout do canteiro de obra da ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água limpa. 171
Figura 49 Trajeto externo de acesso à Mina de Água Limpa 179
Figura 50 Histograma: mão de obra direta e indireta – Supressão da vegetação - Expansões da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu 180
Figura 51 Histograma da mão de obra – Expansão da PDE Nova Cururu 182
Figura 52 Histograma da mão de obra – Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa 183
Figura 53 Transporte de explosivos e isolamento da área de detonação 188
Figura 54 Croqui de plano de fogo (exemplo) 189
Figura 55 Sequenciamento construtivo e de operação da Expansão da PDE Nova Cururu 192
Figura 56 Sequenciamento construtivo e de operação da Expansão da PDE Nova Cururu (Parte 1 de 2) 193
Figura 57 Sequenciamento construtivo e de operação da Expansão da PDE Nova Cururu (Parte 2 de 2) 194
Figura 58 Localização dos paióis de explosivos da Mina de Água Limpa 196

Figura 59 Oficina da Mina de Água Limpa 196
Figura 60 Equipamento em manutenção na oficina 197
Figura 61 Estruturas do Posto da Mina de Água Limpa 198
Figura 62 Estação de Tratamento de Efluentes da Mina de Água Limpa 213
Figura 63 Área de Estudo Regional (AER) do Meio Físico 231
Figura 64 Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico 232
Figura 65 Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico 233
Figura 66 Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico 234
Figura 67 Áreas de Estudo Regional (AER) e Local (AEL) do Meio Socioeconômico 235
Figura 68 Inserção do Projeto em relação às Áreas Prioritárias para Conservação – Mapa Síntese das Áreas Prioritárias (BIODIVERSITAS, 2005) 237
Figura 69 Inserção do Projeto em relação às Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade – Fauna e Flora (BIODIVERSITAS, 2005) 238
Figura 70 Inserção do Projeto em relação às Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA, 2007) 239
Figura 71 Localização da área do Projeto em relação à Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço 241
Figura 72 Localização da área do Projeto em relação à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica 242
Figura 73 Localização da Área do Projeto em relação às Unidades de Conservação 244
Figura 74 Inserção do Projeto no Contexto do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais 249
Figura 75 Mapa do Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área do Projeto e na Área de Estudo Local. 254
Figura 76 Distribuição dos percentuais das categorias de uso do solo e cobertura vegetal na Área do Projeto 256
Figura 77 Distribuição dos percentuais das categorias de uso do solo e cobertura vegetal na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto 256
Figura 78 Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Projeto de Expansão Cava Morro Agudo e PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa 274
Figura 79 Mapa hipsométrico de parte da bacia hidrográfica do rio Piracicaba onde se delimita a Área de Estudo Regional do Meio Físico 278
Figura 80 Estações meteorológicas, pluviométricas e climáticas e Áreas de Estudo Regional e Local do Projeto 281
Figura 81 Classificação climática de Köppen das Áreas de Estudo Regional e Local 284
Figura 82 Precipitação média mensais e dias chuvosos de acordo com a Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa (2018-2020) 285
Figura 83 Temperaturas médias de acordo com Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa (2018-2020) 287
Figura 84 Rosa dos ventos – Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa 288
Figura 85 Distribuição percentual das velocidades dos ventos – Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa 289
Figura 86 Contexto regional do projeto em relação ao arcabouço do Quadrilátero Ferrífero 291

Figura 87 Mapa geológico da Área de Estudo Regional (AER) 292
Figura 88 Mapa geológico da área de estudo local (AEL) e da área do Projeto 298
Figura 89 Mapa geológico da área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e entorno 303
Figura 90 Localização dos pontos d'água inventariados no entorno das áreas das cavas Morro Agudo/ Espigão do Pico e da PDE Nova Cururu. 305
Figura 91 Mapa de unidades hidrogeológicas nas áreas das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e do entorno 308
Figura 92 Mapa hidrogeológico e de superfícies equipotenciais nas áreas das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico 315
Figura 93 Delimitação do limite do modelo hidrogeológico computacional na área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e entorno 317
Figura 94 Plano final de lavra previsto para as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico 319
Figura 95 Superfícies equipotenciais do nível d'água subterrâneo geradas na cava Morro Agudo para a simulação do rebaixamento do nível d'água 320
Figura 96 Superfícies equipotenciais de nível d'água subterrâneo geradas para a cava Espigão do Pico na simulação do rebaixamento do nível d'água. 320
Figura 97 Nascentes presentes nas áreas de expansão do projeto. 322
Figura 98 Contextualização da Área de Estudo Regional na unidade geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero 327
Figura 99 Mapa hipsométrico da Área de Estudo Local e da Área do Projeto 332
Figura 100 Mapa de declividade da Área de Estudo Local e da Área do Projeto 333
Figura 101 Mapa de solos da Área de Estudo Regional 338
Figura 102 Mapa de solos das áreas de estudo local e do projeto 342
Figura 103 Mapa de aptidão agrícola dos solos na Área de Estudo Local e da Área do Projeto 345
Figura 104 Mapa de suscetibilidade erosiva dos solos na Área de Estudo Local e na Área do Projeto 349
Figura 105 Prospecções espeleológicas realizadas na Mina de Água Limpa (BRANDT, 2014; CARSTE, 2015; ATIVO AMBIENTAL, 2017; e BRANDT, 2015) 351
Figura 106 Densidade de caminhamento e feições espeleológicas verificadas na Área do Projeto em estudo e no *buffer* de 250 metros 353
Figura 107 Localização das feições espeleológicas verificadas na Área do Projeto e com a delimitação de poligonal convexa de 250 m no entorno das mesmas 357
Figura 108 Contexto da Área de Estudo Regional em relação à bacia federal do rio Doce e à bacia estadual do rio Piracicaba 360
Figura 109 Sub-bacias e rede hidrográfica da área de estudo local e da área do projeto 369
Figura 110 Cursos d'água e nascentes com interferência pelo Projeto 371
Figura 111 Localização dos Pontos de Qualidade de Água Superficial na Área de Estudo Regional 373
Figura 112 Localização dos pontos de amostragem da qualidade das águas superficiais na Área de Estudo Local do Projeto 376
Figura 113 Variação espacial e temporal dos resultados de pH 381
Figura 114 Variação espacial e temporal dos resultados de Cor, Turbidez e Série de Sólidos nas águas superficiais 383

Figura 115 Variação espacial e temporal dos resultados de Condutividade Elétrica nas águas superficiais 385
Figura 116 Variação espacial e temporal dos resultados de Oxigênio Dissolvido e DBO nas águas superficiais 386
Figura 117 Variação espacial e temporal dos resultados Coliformes Termotolerantes nas águas superficiais 387
Figura 118 Variação espacial e temporal dos resultados de Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal e Fosfato nas águas superficiais 388
Figura 119 Variação espacial e temporal dos resultados de Óleos e graxas, Óleos Minerais, Fenóis Totais e Surfactantes nas águas superficiais 390
Figura 120 Variação espacial e temporal dos Metais nas águas superficiais 393
Figura 121 Localização do ponto de amostragem de qualidade do ar na Área de Estudo Local do Projeto 399
Figura 122 Variação temporal das concentrações médias diárias de PTS – EMMA06 401
Figura 123 Índice de Qualidade do AR – EMMA06 402
Figura 124 Pontos de amostragem de ruído ambiental na área de estudo local do projeto e entorno (AER) 405
Figura 125 Variação Espacial e Temporal do Monitoramento de Ruído Ambiental 409
Figura 126 Pontos de amostragem de vibração na Área de Estudo Local do Projeto e entorno (AER) 413
Figura 127 Localização da área do projeto em relação aos Biomas brasileiros 417
Figura 128 Grau de conservação da vegetação nativa na Área de Estudo Regional do Projeto 421
Figura 129 Mapa de localização das parcelas alocadas para a amostragem fitossociológica da vegetação de porte florestal nas Áreas de Estudo Local e do Projeto 443
Figura 130 Mapa de localização das parcelas alocadas para a amostragem fitossociológica no Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto 444
Figura 131 Número de espécies por família e por gênero botânico registrado na Área do Projeto e na AEL 445
Figura 132 Porcentagem de espécies por hábito e por substrato registradas na Área do projeto e na AEL 446
Figura 133 Riqueza de espécies por hábito nas categorias fitofisionômicas registradas na Área do Projeto e na AEL 447
Figura 134 Percentagens de espécies por Síndrome de Dispersão, Grupo Ecológico e Grupo Funcional, registradas na Área do Projeto e na AEL 448
Figura 135 Riqueza de espécies de maior interesse para conservação por categoria avaliada 473
Figura 136 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual localizada na Área de Estudo Local 484
Figura 137 Perfil da floresta construído a partir da análise fitossociológica da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local 486
Figura 138 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual da Área de Estudo Local 487

Figura 139 Distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual da Área de Estudo Local. Destaque para as 30 espécies mais abundantes. 490

Figura 140 Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual encontrada na Área de Estudo Local 501

Figura 141 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual e nos plantios de eucalipto na Área do Projeto 504

Figura 142 Análise por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) na distribuição das unidades amostrais e a organização dos ambientes amostrados na Área do Projeto. 506

Figura 143 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto 510

Figura 144 Perfil da floresta construído a partir da análise fiotssociológica da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto 511

Figura 145 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto 512

Figura 146 Distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto. Destaque para as espécies mais abundantes. 515

Figura 147 Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração encontrada na Área do Projeto 523

Figura 148 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto 528

Figura 149 Perfil da floresta construído a partir da análise fitossociológica da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto 529

Figura 150 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto 530

Figura 151 Distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto. Destaque para as espécies mais abundantes. 533

Figura 152 Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração encontrada na Área do Projeto 541

Figura 153 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração localizada na Área do Projeto 545

Figura 154 Perfil da floresta construído a partir da análise fiotssociológica da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto. 546

Figura 155 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto. 547

Figura 156 Distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto. 549

Figura 157 Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto 552

Figura 158 Curva de acumulação para as parcelas de fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto 557

Figura 159 Abundância para as famílias (E) e gêneros (D) nas parcelas de fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto 559

Figura 160 Parcelas de fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto com a somatória da cobertura total do solo e do total de abundâncias dos indivíduos em cada parcela. As espécies estão representadas na divisão das barras. 561

Figura 161 Valor de Importância e Valor de Cobertura para espécies registradas no Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto 564

Figura 162 Fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto - Cobertura e Frequência relativas para as 10 principais espécies com maior Valor de Importância. 565

Figura 163 Espécies indicadoras de estágio sucessional (à esquerda) e enquadradas em algum dos critérios de relevância para a conservação registradas no Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto - espécies e seus valores de importância 566

Figura 164 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo 571

Figura 165 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo. 572

Figura 166 Distribuição das abundâncias das espécies no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo - À esquerda com a presença do eucalipto e à direita (subgráfico) sem o eucalipto. 574

Figura 167 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu 578

Figura 168 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu 579

Figura 169 Distribuição das abundâncias das espécies no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu - À esquerda com a presença do eucalipto e à direita (subgráfico) sem o eucalipto. 581

Figura 170 Riqueza levantada, mediante consulta de dados secundários, para a Área de Estudo Regional (AER) do Projeto. 600

Figura 171 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) de anfíbios e répteis de acordo com dados levantados para a AER do Projeto. 604

Figura 172 Representatividade das famílias de anfíbios registradas para a AER do Projeto. 605

Figura 173 Representatividade das famílias de répteis registradas para a AER do Projeto. 607

Figura 174 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da herpetofauna, situadas na Área de Estudo Local do Projeto 613

Figura 175 Distribuição das espécies em relação às famílias de anfíbios anuros registradas por dados primários e secundários da AEL no levantamento da herpetofauna da AEL do Projeto ... 622

Figura 176 Curva de acumulação de espécies da herpetofauna e estimador de riqueza (Jackknife 1). As barras correspondem ao desvio-padrão. Riqueza observada de 31 espécies de anfíbios obtidas através de métodos sistemáticos (i.e. excluindo registros ocasionais) e riqueza estimada em 44.79 ± 4.1 espécies 632

Figura 177 Riqueza total e exclusiva por campanha registrada durante as amostragens da herpetofauna para o Projeto. 633
Figura 178 Dendrograma de similaridade das unidades amostrais do projeto em que houve registros de anfíbios. 636
Figura 179 Representatividade das famílias de mamíferos registradas para a AER do Projeto. 643
Figura 180 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) de mamíferos terrestres de acordo com dados levantados para a AER do Projeto. 646
Figura 181 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da mastofauna terrestre, situadas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 648
Figura 182 Distribuição das famílias de mamíferos terrestres registrados na AEL e Área do Projeto 653
Figura 183 Número de espécies de pequenos mamíferos e indivíduos (abundância), total e para cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 657
Figura 184 Número de espécies e médios e grandes mamíferos e indivíduos (abundância), total e para cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 658
Figura 185 Índices de diversidade de pequenos mamíferos, ao todo e para cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 659
Figura 186 Índices de diversidade de médios e grandes mamíferos, ao todo e para cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 659
Figura 187 Número de espécies da mastofauna terrestre registradas exclusivamente em cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 660
Figura 188 Dendrograma de similaridade por fitofisionomias presentes na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 661
Figura 189 Número de registros de médios e grandes mamíferos registrados na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 663
Figura 190 Curva de acumulação de pequenos mamíferos por meio das armadilhas de contenção (Gaiola e Sherman) na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 664
Figura 191 Curva de acumulação de médios e grandes mamíferos por meio das armadilhas fotográficas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto. 667
Figura 192 Curva de acumulação de médios e grandes mamíferos por meio de busca ativa na Área de Estudo Local e Área do Projeto. 669
Figura 193 Representatividade das famílias de mamíferos terrestres registradas para a AER do Projeto. 677
Figura 194 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) de morcegos de acordo com dados levantados para a AER do Projeto. 679
Figura 195 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da mastofauna voadora, situadas na Área de Estudo Local do Projeto. 681
Figura 196 Análise discriminante (LDA) para espécies da família Emballonuridae. 687
Figura 197 Análise discriminante (LDA) feita para morcegos da família Molossidae. 689
Figura 198 Análise discriminante (LDA) para espécies de morcego da família Vespertilionidae. 691
Figura 199 Riqueza de espécies de morcegos registradas por Famílias ao longo das duas campanhas, no Local do projeto. 692

Figura 200 Sonogramas representativos das espécies registradas pertencentes à família Vespertillionidae. 692
Figura 201 Sonogramas representativos das espécies registradas pertencentes à família Molossidae. 693
Figura 202 Sonograma representativo da espécie *Peropteryx macrotis*, pertencente à família Emballonuridae. 693
Figura 203 Quantitativo de passagens de morcegos (batpass) registradas nas duas campanhas de monitoramento acústico em cada ponto amostral. 695
Figura 204 Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) calculado pelo índice de Jaccard. Legenda: Preto = Campanha 1; Azul = Campanha 2. 696
Figura 205 Riqueza de espécies registradas em cada ponto amostral ao fim das duas campanhas. 697
Figura 206 Riqueza de espécies registradas em cada fitofisionomia ao fim das duas campanhas 701
Figura 207 Riqueza de espécies de morcegos observadas e estimadas para a área de estudo 702
Figura 208 Similaridade entre a riqueza de espécies de morcegos dos pontos amostrais, ao longo das duas campanhas. 703
Figura 209 Representatividade das famílias de aves registradas para a AER do Projeto. 710
Figura 210 Dependência florestal das aves registradas por dados secundários na área de estudo regional do Projeto. 713
Figura 211 Sensibilidade a perturbações antrópicas das aves registradas por dados secundários na região de estudo regional do Projeto. 714
Figura 212 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) de aves de acordo com dados levantados para a AER do Projeto. 714
Figura 213 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da avifauna, situadas na Área de Estudo Local do Projeto. 718
Figura 214 Representatividade das principais famílias de aves registradas por dados primários e secundários para a AEL do Projeto. 740
Figura 215 Alimentação preferencial (guildas tróficas) das espécies registradas durante a coleta de dados primários e secundários exclusivos da AEL do projeto. 742
Figura 216 Número de espécies registradas nos principais ambientes amostrados durante a coleta de dados primários da avifauna da AEL do projeto. 743
Figura 217 Dependência florestal das espécies de aves registradas durante a coleta de dados primários e secundários para a AEL do projeto. 745
Figura 218 Sensibilidade a perturbações antrópicas das espécies de aves registradas durante a coleta de dados primários e secundários para a AEL do projeto. 747
Figura 219 Curva do coletor obtida através do método de listas de Mackinnon para os dados primários da avifauna na AEL. 749
Figura 220 Riqueza de espécies e espécies exclusivas por estação (Seca e Chuva) durante coleta de dados primários na AEL. 750
Figura 221 Riqueza de espécies de aves por área de amostragem durante coleta de dados primários na AEL. 751
Figura 222 Riqueza de espécies de aves por área de uso e ocupação do solo durante coleta de dados primários na AEL do projeto. 752

Figura 223 Análise de agrupamento (cluster) gerada pelo índice de Sorensen, nas áreas amostradas, durante coleta de dados primários na AEL do projeto. 754
Figura 224 Dependência florestal por fitofisionomia amostrada durante coleta de dados primários da avifauna na AEL do Projeto. 755
Figura 225 Sensibilidade a perturbações antrópicas por fitofisionomia amostrada durante coleta de dados primários da avifauna na AEL do projeto. 755
Figura 226 Representatividade das subfamílias e tribos de Culicidae, entomofauna, registradas para a Área de Estudo Regional do Projeto. 768
Figura 227 Curva do conhecimento (riqueza acumulada) da entomofauna de acordo com dados levantados para a AER do Projeto. 769
Figura 228 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da entomofauna, situadas na Área de Estudo Local do Projeto. 773
Figura 229 Distribuição da abundância de espécies registradas para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 785
Figura 230 Curva de rarefação de espécies registrada para os dados das campanhas consideradas para o diagnóstico da entomofauna para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 786
Figura 231 Distribuição sazonal da abundância e riqueza totais registradas para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 787
Figura 232 Distribuição sazonal da abundância de subfamílias registradas para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 788
Figura 233 Distribuição sazonal da riqueza de subfamílias registradas para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 789
Figura 234 Distribuição das riquezas total, exclusiva e compartilhada registradas para cada fitofisionomia do Projeto. 790
Figura 235 Dendograma de similaridade realizado para os pontos amostrados na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto. 793
Figura 236 Representatividade das ordens da ictiofauna registradas para a AER do Projeto. 799
Figura 237 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) da ictiofauna de acordo com dados levantados para a AER do Projeto. 800
Figura 238 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da ictiofauna, situadas na Área de Estudo Local do Projeto. 803
Figura 239 Distribuição das ordens de peixes de acordo com a riqueza de espécies na Área de Estudo Local do Projeto. 810
Figura 240 Abundância das espécies de peixes na Área de Estudo Local do Projeto. 815
Figura 241 Riqueza de espécies de peixes por ponto amostral na Área de Estudo Local do Projeto. .. 817
Figura 242 Índice de Diversidade – Shannon (H') – entre os pontos de amostragem na Área de Estudo Local do Projeto. 818
Figura 243 Curva do Coletor do grupo Ictiofauna para a Área de Estudo Local do Projeto. 819
Figura 244 Representatividade dos grupos das comunidades hidrobiológicas registradas para a AER do Projeto. 825
Figura 245 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários das comunidades hidrobiológicas, situadas na Área de Estudo Local do Projeto. 828

Figura 246 Variação espacial e temporal do Índice de Integridade de Habitat calculado para a AEL e Área do Projeto. 838
Figura 247 Riquezas acumuladas da biocenose fitoplanctônica nos cursos hídricos da AEL e Área do Projeto. 839
Figura 248 Riquezas acumuladas da biocenose zooplanctônica nos cursos hídricos da AEL e Área do Projeto. 839
Figura 249 Riquezas acumuladas da biocenose de macroinvertebrados bentônicos nos cursos hídricos da AEL e Área do Projeto. 840
Figura 250 Riqueza relativa das classes fitoplanctônicas na AEL e Área do Projeto 840
Figura 251 Histograma ilustrativo da riqueza total e exclusiva para o fitoplâncton diagnosticado na AEL do Projeto. 842
Figura 252 Variação espacial e temporal de riqueza (número de táxons) da comunidade fitoplanctônica. 844
Figura 253 Variação espacial e temporal da densidade (organismo/mL) da comunidade fitoplanctônica. 845
Figura 254 Variação espacial e temporal do Índice de Diversidade Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade (J) da comunidade fitoplanctônica. 847
Figura 255 Riqueza relativa dos grupos zooplanctônicos na área de estudo 848
Figura 256 Histograma ilustrativo da riqueza total e exclusiva para o zooplâncton diagnosticado na Área de Estudo Local do Projeto 850
Figura 257 Variação espacial e temporal de riqueza (número de táxons) da comunidade zooplanctônica. 851
Figura 258 Variação espacial e temporal da densidade (organismo/L) da comunidade zooplanctônica. 852
Figura 259 Variação espacial e temporal por campanhas do Índice de Diversidade Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade (J) da comunidade zooplanctônica. 855
Figura 260 Riqueza relativa dos grupos de macroinvertebrados aquáticos na AEL e Área do Projeto856
Figura 261 Variação espacial e temporal de riqueza (número de táxons) da comunidade de macroinvertebrados aquáticos. 857
Figura 262 Histograma ilustrativo da riqueza total e exclusiva para os macroinvertebrados aquáticos diagnosticados na Área de Estudo Local do Projeto 858
Figura 263 Índice Biótico ASPT e Qualidade Ambiental na AEL e Área do Projeto 861
Figura 264 Variação espacial e temporal da densidade (organismo/amostra) da comunidade de macroinvertebrados aquáticos. 862
Figura 265 Variação espacial e temporal do Índice de Diversidade Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade (J) da comunidade de macroinvertebrados aquáticos. 863
Figura 266 Distribuição geográfica de *Abarema cochliacarpos* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 867
Figura 267 Distribuição geográfica de *Apuleia leiocarpa* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 869
Figura 268 Distribuição geográfica de *Chamaecrista mucronata* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 870

Figura 269 Distribuição geográfica de *Dalbergia nigra* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 871
Figura 270 Distribuição geográfica de *Machaerium villosum* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 872
Figura 271 Distribuição de *Melanoxylon brauna* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 874
Figura 272 Distribuição geográfica de *Plathymenia reticulata* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 875
Figura 273 Distribuição geográfica de *Tachigali friburgensis* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 876
Figura 274 Distribuição geográfica de *Peixotoa glabra* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 877
Figura 275 Distribuição Geográfica de *Siphoneugena densiflora* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 879
Figura 276 Distribuição geográfica de *Rudgea gardenioides* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil. 880
Figura 277 Localização dos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara no contexto da Microrregião de Itabira 891
Figura 278 Distribuição Etária – Município de Rio Piracicaba (2010) 893
Figura 279 Índice de crimes violentos por mil habitantes – Município de Rio Piracicaba e Estado de Minas Gerais – 2012 a 2019 902
Figura 280 Índice de crimes não violentos por mil habitantes – Município de Rio Piracicaba e Estado de Minas Gerais – 2012 a 2019 902
Figura 281 Escala de vulnerabilidade social 912
Figura 282 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM – Município de Rio Piracicaba e Estado de Minas Gerais – 1991-2010 914
Figura 283 Número de pessoas ocupadas e participação no total de pessoas ocupadas por grupo de atividade econômica - Município de Rio Piracicaba – 2017 917
Figura 284 Percentual da participação no total de estabelecimentos agropecuários com agroindústria e no valor da produção agroindustrial (principais produtos) - Município de Rio Piracicaba - 2017 919
Figura 285 Logaritmo natural do PIB (milhões de R$ a preços correntes) – Município de Rio Piracicaba - 2002 a 2017 921
Figura 286 Valor adicionado bruto e participação relativa (%) por setor de atividade econômica - Município de Rio Piracicaba – 2013 a 2017 922
Figura 287 Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM arrecadada (esfera municipal, estadual e federal) - Município de Rio Piracicaba – 2010 a 2019 925
Figura 288 Inserção da Área do Projeto no Macrozoneamento do Município de Rio Piracicaba 927
Figura 289 Distribuição Etária – Município de Santa Bárbara - 2010 931
Figura 290 Índice de crimes violentos por mil habitantes – Município de Santa Bárbara e Estado de Minas Gerais - 2012 a 2019 937
Figura 291 Índice de crimes não violentos por mil habitantes – Município de Santa Bárbara e Estado de Minas Gerais – 2012 a 2019 938

Figura 292 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM - Município de Santa Bárbara e Estado de Minas Gerais - 1991- 2010 944

Figura 293 Número de pessoas ocupadas e participação no total de pessoas ocupadas por grupo de atividade econômica - Município de Santa Bárbara – 2017 948

Figura 294 Percentual da participação no total de estabelecimentos agropecuários com agroindústria e no valor da produção agroindustrial (principais produtos) - Município de Santa Bárbara – 2017 950

Figura 295 Logaritmo natural do PIB (milhões de R$ a preços correntes) – Município de Santa Bárbara - 2002 a 2017 952

Figura 296 Valor adicionado bruto a preços correntes e participação percentual, por setor de atividade econômica - Município de Santa Bárbara - 2013 a 2017 953

Figura 297 Inserção da Área do Projeto no Macrozoneamento Ambiental do Município de Santa Bárbara 957

Figura 298 Localização dos bairros Louis Ensch e Santa Isabel (Fundão) e da comunidade Morro Agudo em relação à área do Projeto 975

Figura 299 Indicador versus Questões de Suporte 977

Figura 300 Plumas de Concentração de Material Particulado (PTS- média anual) do Estudo de Dispersão Atmosférica da – Produção de 12,5Mtpa de ROM 1011

Figura 301 Plumas de Concentração de Material Particulado (PTS- concentração máxima diária) do Estudo de Dispersão Atmosférica da – Produção de 12,5Mtpa de ROM 1012

Figura 302 Áreas de Influência Direta e Indireta (AII/AID) para o Meio Físico 1077

Figura 303 Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AID) para o Meio Biótico 1078

Figura 304 Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) para o Meio Socioeconômico 1079

Figura 305 Proposições dos Planos e Programas de Controle, Mitigação, Monitoramento e Compensação Ambiental 1081

1. INTRODUÇÃO

A **Mina de Água Limpa**, de propriedade da Vale S/A, se localiza na porção centro-leste do estado de Minas Gerais, mais precisamente entre os limites dos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara.

As atividades de explotação de minério de ferro no empreendimento tiveram início em 1963. No entanto, a Vale S/A assumiu o controle das atividades e sua administração a partir de 1999 e, desde então, tem sido responsável pelas operações da mina, desde a lavra e beneficiamento até o transporte dos produtos para os portos de embarque.

Atualmente, a Mina de Água Limpa opera com capacidade de produção de minério de ferro bruto (ROM – *Rum of Mine*) licenciada para 12,5 Mtpa, possuindo toda infraestrutura necessária à sua operação, tais como: pilhas de disposição de estéril, barragem de rejeitos, estruturas administrativas e operacionais, diques e barragem de contenção de sedimentos, terminal ferroviário etc.

O **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, objeto deste Estudo de Impacto Ambiental - EIA, prevê a manutenção desta produção de minério de ferro bruto em 12,5 Mtpa na Mina Água Limpa, com licença de operação (LO) concedida e em processo de revalidação por meio do PA REVLO 00118/1986/044/2013 formalizado em 02/08/2013. Para manutenção da produção será necessária a expansão da cava Morro Agudo em 107,87 ha, acarretando na necessidade de supressão de vegetação nativa de 11,98 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração. Assim, a expansão da área da cava Morro Agudo é devidamente caracterizada neste Estudo de Impacto Ambiental.

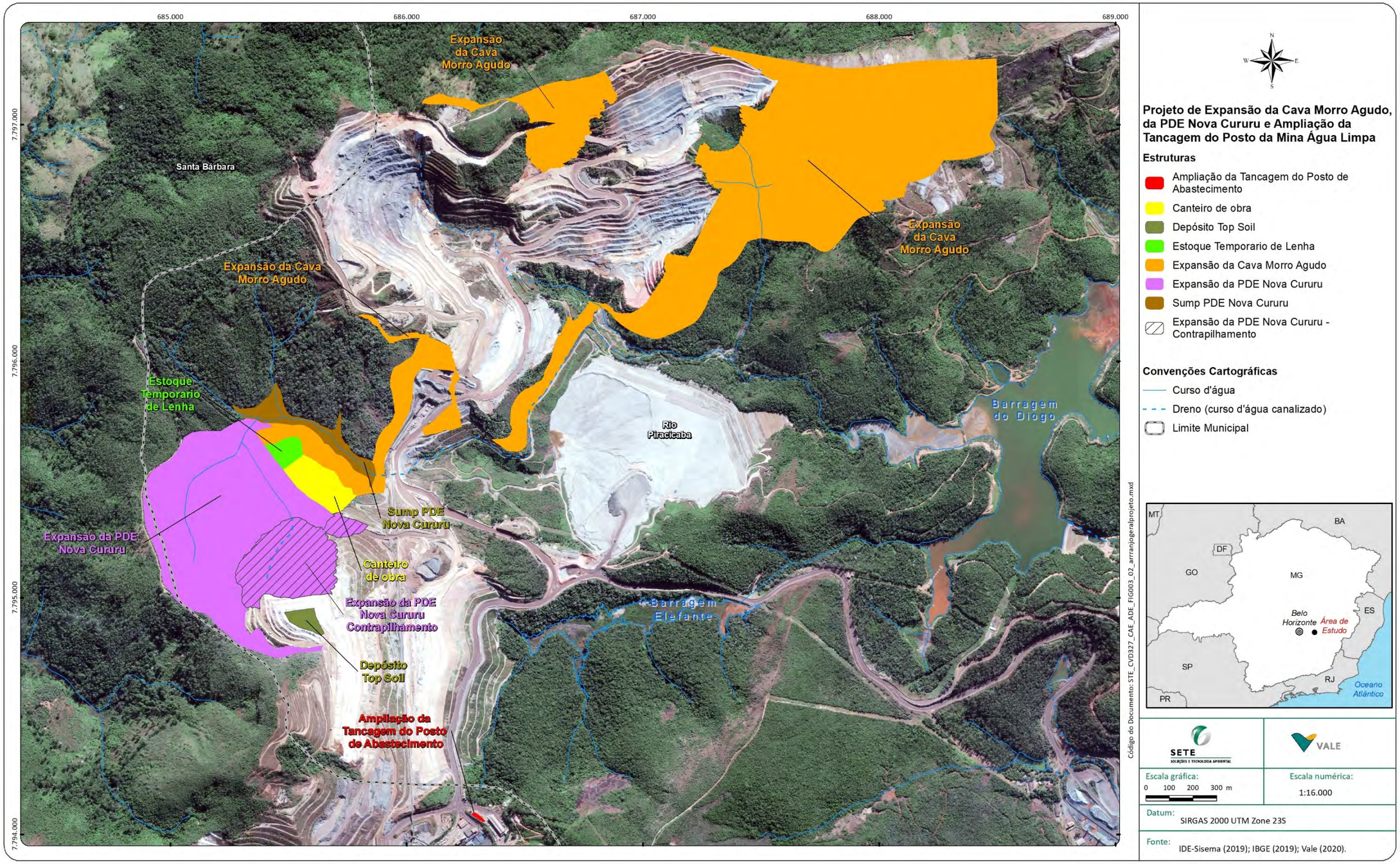
O objetivo principal do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa consiste na continuidade e manutenção das operações atuais, bem como na otimização das operações de lavra e beneficiamento de minério de ferro.

A Mina de Água Limpa dispõe de infraestrutura necessária para realizar atividades de explotação e beneficiamento mineral. Em função da expansão da cava Morro Agudo haverá a geração de um maior volume de material estéril, e, consequentemente, a necessidade de se disponibilizar áreas para sua disposição controlada. Diante do exposto, neste Projeto em estudo foi prevista a expansão da pilha de estéril PDE Nova Cururu projetada para ser conformada de forma ascendente com controle de compactação. O projeto de expansão da PDE Nova Cururu contempla o contrapilhamento na face noroeste da estrutura existente (PDE Cururu). Pontua-se, entretanto, que para execução do contrapilhamento do novo projeto, não será necessário alteração geométrica e de volume da estrutura (PDE) existente. Com a expansão a PDE Nova Cururu terá uma área total de 52,03 há, sendo uma área nova de 39,42 ha e uma área já alterada de 12,61 ha no contrapilhamento com a PDE existente. Haverá também uma área correspondente a 3,98 ha que se refere a um dispositivo de contenção de sedimentos (*sump*). A PDE Nova Cururu terá um volume previsto de 17.151.861,0 m³. A importância da junção dessas pilhas relaciona-se ao sucesso da drenagem superficial, à conexão de 'bermas e, também, ao ganho na disposição de estéril.

Além das atividades de explotação mineral e de disposição de estéril, o objeto do presente estudo também prevê a ampliação da tancagem do posto de abastecimento de combustível (Posto da Mina de Água Limpa), já existente na mina, cujo objetivo é aumentar a sua autonomia, saindo de 1,8 dias para 3,8 dias de autonomia de estoque, de acordo com as leis vigentes.

A Figura 01 apresenta o arranjo geral do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa,** onde a área total da intervenção ambiental será de **169,99** hectares para a implantação e operação do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo (107,87 ha), Expansão da PDE Nova Cururu (52,03 ha, sendo 39,42 ha em área nova e 21,61 ha em área alterada - contrapilhamento) e Ampliação da Tancagem do Posto de Combustíveis (0,06 ha). O restante da área será para a implantação do canteiro de obras (3,73 ha), depósito de *topsoil* (1,04 ha), pátio de madeira/material lenhoso (1,28 ha) e *sump* da PDE Nova Cururu (3,98 ha).

Figura 01 Arranjo Geral do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa



2. INFORMAÇÕES GERAIS

2.1 Identificação do Empreendimento

- Nome do empreendimento: Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa
- Empresa responsável: Vale S/A (Mina de Água Limpa)
- CNPJ: 33.592.510/0413-49
- Cadastro Técnico Federal (CTF) Vale (Mina de Água Limpa): 49312 (**Anexo 1**)
- Responsável pelo empreendimento: Carlos Roberto Silva Mamede
- Responsável pelos estudos ambientais para o licenciamento: Daniela Faria Scherer
- Telefone: (31) 3916-3622
- E-mail: licenciamento@vale.com
- Endereço para correspondência: Av. Dr. Marco Paulo Simon Jardim, 3580 - Mina de Águas Claras - CEP: 34.006-270 – Nova Lima – Minas Gerais.

2.2 Identificação da Consultoria Responsável pelos Estudos

- Nome e Razão Social: Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda.
- CNPJ: 02.052.511/0001-82
- Cadastro Técnico Federal (CTF): 233317 (**Anexo 2**)
- Equipe Técnica: vide quadro equipe técnica (ARTs e CTFs no **Anexo 2**)
- Endereço: Avenida do Contorno, 6.777 - 2º andar – Bairro Santo Antônio - CEP: 30.110-935 – Belo Horizonte – Minas Gerais
- Coordenação Geral dos Estudos: Juliana Maria Mota Magalhães
- Telefone: (31) 3287-5177 e E-mail: juliana@sete-sta.com.br.

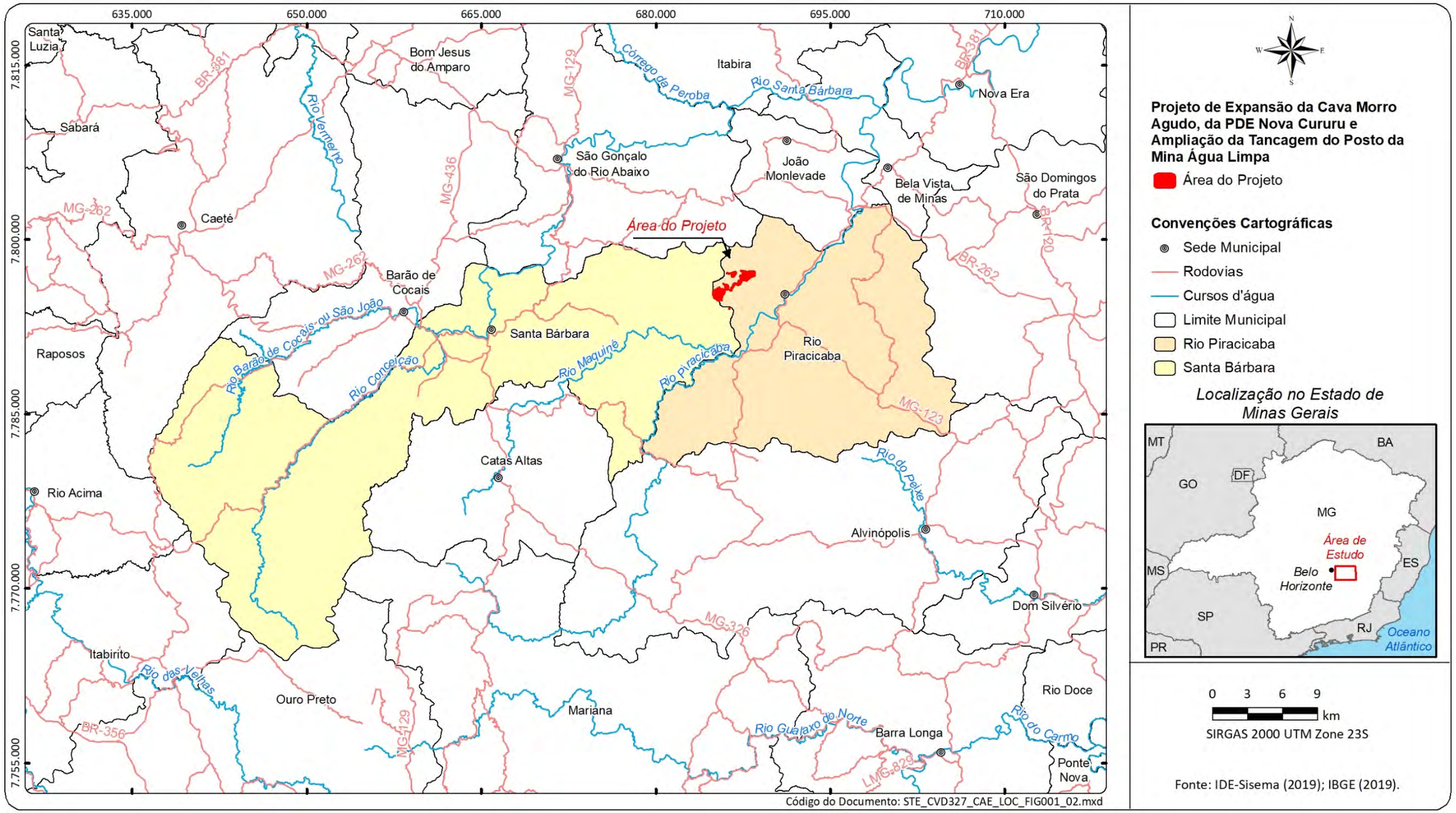
2.3 Localização

A Mina de Água Limpa se localiza na porção centro-leste do Estado de Minas Gerais, mais precisamente no limite entre os municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara. O empreendimento situa-se a aproximadamente 125 km da cidade de Belo Horizonte, em direção leste, a cerca de 6 km da sede de Rio Piracicaba e a 30 km da sede de Santa Bárbara. A mina encontra-se inserida na porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero, nas coordenadas UTM 686.046 m E / 7793966 m N (SIRGAS 2000 - Fuso 23 S).

As propriedades do empreendimento estão localizadas na porção noroeste do território de Rio Piracicaba e no extremo leste de Santa Bárbara e se encontram limítrofes ao Bairro Louis Ensch. O acesso pode ser feito a partir de Belo Horizonte em direção leste, na altura do Bairro Jardim Vitória, no limite do município, seguindo pela BR-381/262, sentido Vitória/ES, percorrendo cerca de 110 km nessa rodovia até o entroncamento à direita com a MG-123. A partir desse ponto segue-se em direção sudoeste até a sede do Município de Rio Piracicaba, em um percurso de aproximadamente 11 km. Posteriormente, segue-se por cerca de 4 km em direção ao Bairro Louis Ensch, onde se encontra a portaria da Mina de Água Limpa que dá acesso à área do projeto requerido.

A área de estudo do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, encontra-se inserida nas zonas rurais dos municípios já mencionados, em áreas de propriedade da Vale S/A na Fazenda Piracicaba.

Figura 02 Localização do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa



2.4 Classificação do Empreendimento conforme DN COPAM n° 217/2017

Atualmente, a norma que rege o licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais é a Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017, que, por sua vez, "estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências".

Conforme DN COPAM 217/2017, as atividades e/ou estruturas que compõem o **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** se classificam, conforme porte e potencial poluidor, da seguinte maneira:

- Projeto de Expansão da PDE Nova Cururu – A atividade se enquadra no código "A-05-04-7 - Pilhas de rejeito/estéril – Minério de Ferro". A expansão da PDE Nova Cururu irá contrapilhar a PDE Nova Cururu já licenciada. A área objeto deste licenciamento será de 52,03 ha, sendo 39,42 ha em área nova e 12,61 ha em área já alterada que corresponde ao contrapilhamento da expansão da pilha com a PDE existente.
- Projeto de Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa – Considerando a expansão da capacidade de armazenamento de 105 m^3 para 245 m^3 a atividade se enquadra no código "F-06-01-7- Postos revendedores, postos de abastecimento, instalações de sistema retalhistas e postos flutuantes de combustíveis".
- Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo: considerando a manutenção da produção de minério de ferro bruto licenciada na mina para 12,5 Mtpa, será necessária a expansão da cava Morro Agudo em uma área de 107,87 ha, acarretando na necessidade de supressão de vegetação nativa, sendo de 11,98 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração. Assim esta expansão é caracterizada neste EIA.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) foi elaborado para compor e instruir o processo de Licenciamento Ambiental Concomitante (LAC-01), que inclui as Licenças Prévia, de Instalação e de Operação (LP + LI + LO), para o **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, na Mina de Água Limpa, de propriedade da Vale S/A, com o objetivo de obter o parecer da Superintendência de Projetos Prioritários – SUPPRI da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, sobre a conformidade legal da atividade junto ao Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) do Estado de Minas Gerais. A elaboração deste EIA para o processo de licenciamento ambiental foi orientado pelo Formulário de Orientação Básica – FOB nº de solicitação 2020.07.01.003.0003178.

3. HISTÓRICO OPERACIONAL E STATUS ATUAL DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA MINA DE ÁGUA LIMPA

As operações para explotação de minério de ferro na Mina de Água Limpa foram iniciadas em 1963 pela Sociedade Anônima Mineração Trindade (Samitri S/A), por meio das atividades de lavra a céu aberto na cava Morro Agudo. Nas décadas seguintes as operações de lavra foram ampliadas para as cavas Cururu e Água Limpa.

Em 1999, a então Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) adquiriu os direitos minerários da Mina de Água Limpa da Samitri S/A, que passou a integrar o Complexo Minas Centrais. No ano 2000 foi fechado contrato entre a CVRD e a *Shanghai Baosteel Group Corporation* (Baosteel) com a parceria comercial e societária para criação e co-gestão da empresa Baovale Mineração S/A no Brasil, garantindo investimentos nacionais e participação da CVRD no mercado asiático. Desde então, a Vale S/A tem sido responsável pelas operações da mina, desde a lavra e beneficiamento até o transporte para os portos de embarque dos produtos de minério de ferro.

Atualmente a Mina de Água Limpa está operando e é composta por quatro cavas a céu aberto denominadas: Cururu, Água Limpa, Morro Agudo e Espigão do Pico. Cabe ressaltar, entretanto, que a lavra de minério de ferro está em operação somente nas cavas de Morro Agudo e Espigão do Pico, atualmente.

O empreendimento dispõe de uma completa infraestrutura necessária para o desenvolvimento das atividades minerárias, tais como: instalações de britagem, usina de beneficiamento, pilhas de disposição de estéril (Flanco Sul/AG2 e Nova Cururu), barragem do Diogo (disposição de rejeito fino, contenção de sedimentos e recirculação de água); barragens de contenção de sedimentos Monjolo, Porteirinha e Elefante e a estrutura para o empilhamento drenado Vale das Cobras, diques de contenção de sedimentos, terminal de embarque ferroviário, oficinas de manutenção e edificações das unidades de operação e administrativa. Encontra-se licenciada a pilha de estéril (PDE) Cava Morro Agudo, porém, a mesma não está implantada tendo em vista a operação de lavra nesta cava. A Figura 03 ilustra o fluxograma simplificado das operações atuais da Mina de Água Limpa.

A Cava Morro Agudo e o Posto de Combustível da Mina de Água Limpa estão licenciados por meio do Processo Administrativo PA COPAM 00118/1986/038/2010 para a Revalidação de Licença de Operação LO 001/2011 (validade até 02/06/2019), para Atividades de Lavra a Céu Aberto com Tratamento à Úmido - Minério de Ferro, com uma capacidade licenciada de exploração de 12,5 Mtpa de ROM (*Run of mine*) e o Posto de Combustível com capacidade de tancagem de 105 m^3. O processo de licenciamento ambiental da pilha de estéril - PDE Nova Cururu consiste na ocupação da área de 30 ha e capacidade de armazenamento de 8.971.760 m^3 de material estéril, estando vinculado ao PA COPAM 0118/1986/039/2010 e LO 002/2013 (validade até 27/03/2017). A PDE Nova Cururu terá um volume previsto de 17.151.861,0 m^3.

Todos os processos estão em revalidação junto ao órgão ambiental através do PA COPAM 00118/1986/044/2013, tendo sido formalizados em 02/08/2013.

Figura 03 Fluxograma simplificado das operações atuais da Mina de Água Limpa

Fonte: Vale, 2020

Na Mina de Água Limpa tem-se duas usinas de beneficiamento de minério, sendo que, em uma destas o ROM é processado a úmido e na outra o processo é a umidade natural.

A usina de processamento mineral a úmido é alimentada através de um circuito de britagem primária e secundária e um TCLD que transfere o ROM Itabirítico da cava Morro Agudo para a usina de concentração (jigagem e concentração por meio de espirais). O sistema tem capacidade de processar 9,6 Mtpa de ROM, produzindo 4,5 Mta de *Sinter Feed* e *Pellet Coarse*. O produto obtido pelo método de concentração por jigagem é o *Sinter Feed (*fração grossa*)* que é encaminhado para o pátio na área de embarque e o rejeito (fração mais grossa) é disposto no Empilhamento Drenado Vale das Cobras. Já pelo método de concentração por meio de espiral, o produto gerado é o *Sinter Feed Coarse* (fração mais fina) que é empilhado para o embarque e o rejeito ultrafino é adensado no espessador e direcionado para a barragem de rejeitos do Diogo.

A usina de processamento à umidade natural da Mina de Água Limpa está localizada ao lado do embarcadouro, distante aproximadamente 6,0 km da usina principal a úmido. É constituída basicamente por britagem e peneiramento em circuito fechado, sendo que o material retido no peneiramento terciário constitui o produto final (fino comum), que é direcionado para o embarcadouro. A usina a umidade natural é alimentada com ROM hematítico oriundo da cava Morro Agudo, com capacidade de produzir 1,9 Mtpa de fino comum.

Os produtos gerados na usina de processamento a úmido e a umidade natural são estocados nos pátios de produtos na área do embarcadouro. A capacidade de estoque de produtos é para 500.000 toneladas sendo retomados por meio pá-carregadeira para o carregamento dos vagões.

4. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

A implantação e operação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** objetiva a continuidade das operações do empreendimento (Mina de Água Limpa), bem como a otimização das operações de lavra e produção de minério de ferro, visando à manutenção das atividades da mina, sobretudo no que se refere ao controle de qualidade do minério a ser produzido para atender às exigências e demandas de mercado interno e externo.

A ampliação das operações da mina considera uma vida útil de 8 anos (2022 a 2029), com explotação máxima de *Run-of-mine* (ROM) de 12,5 Mtpa, sem implicar em aumento na produção da mina. O ROM será transportado até a usina de beneficiamento de minério por meio de caminhões fora de estrada, em acessos existentes no interior da Mina de Água Limpa. A geração de estéril ao longo dos 8 anos será da ordem de 149,92 Mt, sendo que 17,15 Mm^3 será disposto na expansão da pilha de estéril PDE Nova Cururu (projeto objeto deste estudo). A diferença do volume de estéril gerado será disposta em novas pilhas que estão em viabilidade de projeto.

A tancagem de diesel do Posto da Mina de Água Limpa possui autonomia aproximada de 1,8 dias. A consequência desta baixa autonomia é o risco de parada do processo produtivo, apesar de existir os planos de contingência para mitigar as consequências, quando os eventos são tempestivos, o risco de falta de insumo torna-se iminente. Além da baixa autonomia, é necessário realizar descargas aos finais de semana e por vezes em período noturno. Em função dessas descargas, e pelo tipo de insumo, o processo torna-se fragilizado. Portanto o principal objetivo é aumentar a autonomia do Posto da Mina de Água Limpa, saindo de 1,8 dias para 3,8 dias de autonomia de estoque, de acordo com as leis vigentes.

Vale informar que as cavas Cururu, Água Limpa, Morro Agudo e Espigão do Pico, as duas últimas atualmente em operação no empreendimento, se encontram em fase de exaustão. Não será necessário realizar modificação e/ou modernização do processo de beneficiamento e da infraestrutura de apoio operacional em decorrência da implantação e operação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, uma vez que essas instalações são dotadas de tecnologia e capacidade suficientes para beneficiar o minério bruto proveniente da expansão da cava Morro Agudo.

5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

5.1 Metodologia

Neste item serão apresentadas as alternativas locacionais e tecnológicas dos componentes que integram o **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**. Por se tratar de uma mina em plena operação, este projeto adotou como premissa o máximo de aproveitamento da infraestrutura existente no empreendimento. Portanto, em relação às alternativas locacionais, sempre que possível foram propostas áreas preferencialmente já antropizadas pelas atividades e localizadas em propriedade da Vale S/A, de forma a diminuir os impactos em áreas naturais e a regularização fundiária junto a terceiros.

A definição do arranjo final do empreendimento foi desenvolvida pela Vale S/A com base em critérios econômicos, ambientais e técnicos. Foram considerados e analisados uma série de proposições de localização para os componentes associados ao projeto, buscando sempre que possível a minimização dos impactos ambientais em áreas naturais.

Na fase de planejamento e concepção do projeto de expansão da mina foi identificada a necessidade de se implantar componentes e estruturas auxiliares para subsidiar as atividades necessárias à manutenção da produção da Mina de Água Limpa, seja para a cava, pilha de disposição de estéril e posto de abastecimento de combustíveis.

Inicialmente, foram realizados estudos de alternativas locacionais e tecnológicas para definir o melhor local de implantação dos componentes da atividade minerária e a tecnologia mais adequada a ser empregada nas estruturas que integram o **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**. Posteriormente, foram realizados estudos de pesquisa geológica, sondagens, levantamentos topográficos de detalhe, estudos geológico-geotécnicos, estudos hidrológicos, dentre outros, que subsidiaram o desenvolvimento do projeto em pauta.

As alternativas locacionais e tecnológicas apresentadas a seguir foram desenvolvidas buscando uma compatibilidade entre os atributos ambientais, técnicos e econômicos. Buscou-se uma menor intervenção e, consequentemente, um menor impacto ambiental para a melhor alternativa técnica e financeira para as etapas de implantação e operação. Destaca-se que a alternativa locacional está diretamente associada à tecnologia proposta para implantação e operação dos componentes do projeto.

5.2 Alternativas Locacionais para a Expansão da Cava Morro Agudo

Em relação à alternativa tecnológica de expansão da cava, a metodologia a ser empregada nas atividades de explotação da jazida mineral é realizada de acordo com práticas amplamente difundidas e utilizadas pelas empresas do setor minerário, consistindo basicamente em lavra a céu a aberto com desmonte em bancadas descendentes, sendo a explotação das litologias friáveis realizada por meio de extração mecânica e as compactas através do uso de explosivos. De forma geral, essas atividades podem ser divididas em quatro operações unitárias: perfuração e desmonte de rocha, carregamento e transporte do minério bruto, denominado de ROM (*Run-of-mine*).

Com relação às alternativas locacionais, cabe destacar que a área de uma cava é determinada pelas suas condições geológicas e respectivas litologias, o que determina sua inflexibilidade, apresentando assim rigidez locacional. Por se tratar de um projeto que requer a expansão da área de lavra da jazida mineral da cava Morro Agudo, que apresenta características intrínsecas, principalmente, com relação à rigidez locacional, para este estudo não cabe a apresentação de alternativas locacionais para áreas destinadas à explotação, além daquela na qual o corpo mineral se encontra inserido.

Uma vez que o corpo mineral apresenta inflexibilidade locacional, o que inviabiliza a extração em um lugar diferente do proposto, há de se destacar que a localização da expansão proposta para a cava Morro Agudo possui características favoráveis à realização do projeto, uma vez que as áreas ao norte, a leste e a oeste já se encontram antropizadas pela atividade mineral (cavas, pilhas de estéril e barragens de rejeito) e são de propriedade da empresa requerente.

Além disso, a Mina de Água Limpa, presente no local há mais de cinco décadas, dispõe de infraestrutura de apoio operacional necessários à explotação, ao transporte, ao beneficiamento e ao escoamento da produção mineral em áreas de propriedade da Vale, não acarretando novas intervenções e impactos ambientais.

Conclui-se que, devido às limitações da ocorrência do corpo mineral *in situ*, não há possibilidade de alternativas locacionais ao projeto de expansão da cava Morro Agudo, sendo a alternativa proposta a única viável para o presente projeto.

5.3 Alternativas Locacionais para a Expansão da PDE Nova Cururu

5.3.1 Critérios Técnicos

Em relação à alternativa tecnológica para disposição de estéril proveniente da explotação mineral da expansão da cava Morro Agudo em pilha, definiu-se que essa operação será realizada de acordo com metodologia definida pela norma da ABNT – NBR 13.029/2017 *Mineração - Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha* – já praticada pelas empresas do setor, por meio de implantação de pilha projetada para ser conformada de forma ascendente com controle de compactação, sequenciamento executivo que possibilite a formação definitiva dos bancos com os devidos sistemas de drenagem e posterior implantação de cobertura vegetal e instrumentação de monitoramento geotécnico.

Atualmente, a Mina de Água Limpa encontra-se licenciada para uma produção bruta de 12,5 Mtpa de ROM, com a relação estéril/ minério (REM) global da ordem de 2,5 t/t, sendo prevista, uma movimentação de ROM da ordem de 63 Mt e de 149,92 Mt de estéril. A disposição desse material atualmente é realizada em pilhas de estéril controladas e já licenciadas, denominadas de Flanco Sul, compostas pelas pilhas - PDE AG2 - fases 1 e 2 (em operação) e a Pilha AG5. A nova projeção de geração de estéril determinou a necessidade de se disponibilizar novas áreas para tal fim, uma vez que a pilha de estéril, em etapa de projeto, não atenderá a demanda prevista.

Diante do exposto, a Vale propôs o estudo de três alternativas locacionais para disposição de estéril:

- Alternativa 1: projetada para ocupar uma área nova de 69,20 ha e acondicionar um volume de 29 Mm^3 de material estéril;
- Alternativa 2: projetada para ocupar uma área nova de 93,75 ha e acondicionar um volume de 38 Mm^3 de material estéril;
- Alternativa 3: projetada para ocupar uma área nova de 39,42 ha e acondicionar um volume de 17,15 Mm^3 de material estéril.

Os estudos iniciais compreenderam inspeção *in loco* para levantamento e avaliação das condições dos meios físicos e bióticos, principalmente associados à geologia, geomorfologia, hidrografia e à vegetação presente nas áreas propostas. Também foram avaliadas a capacidade volumétrica das pilhas propostas, a distância média de transporte (DMT) em relação às cavas e as interferências nessas áreas propostas.

A seguir são apresentados os principais aspectos e características das alternativas locacionais estudadas para disposição de material estéril requeridas neste estudo, que foram baseados no descritivo do projeto conceitual elaborado pela Vale em 2014.

5.3.2 Critérios Ambientais

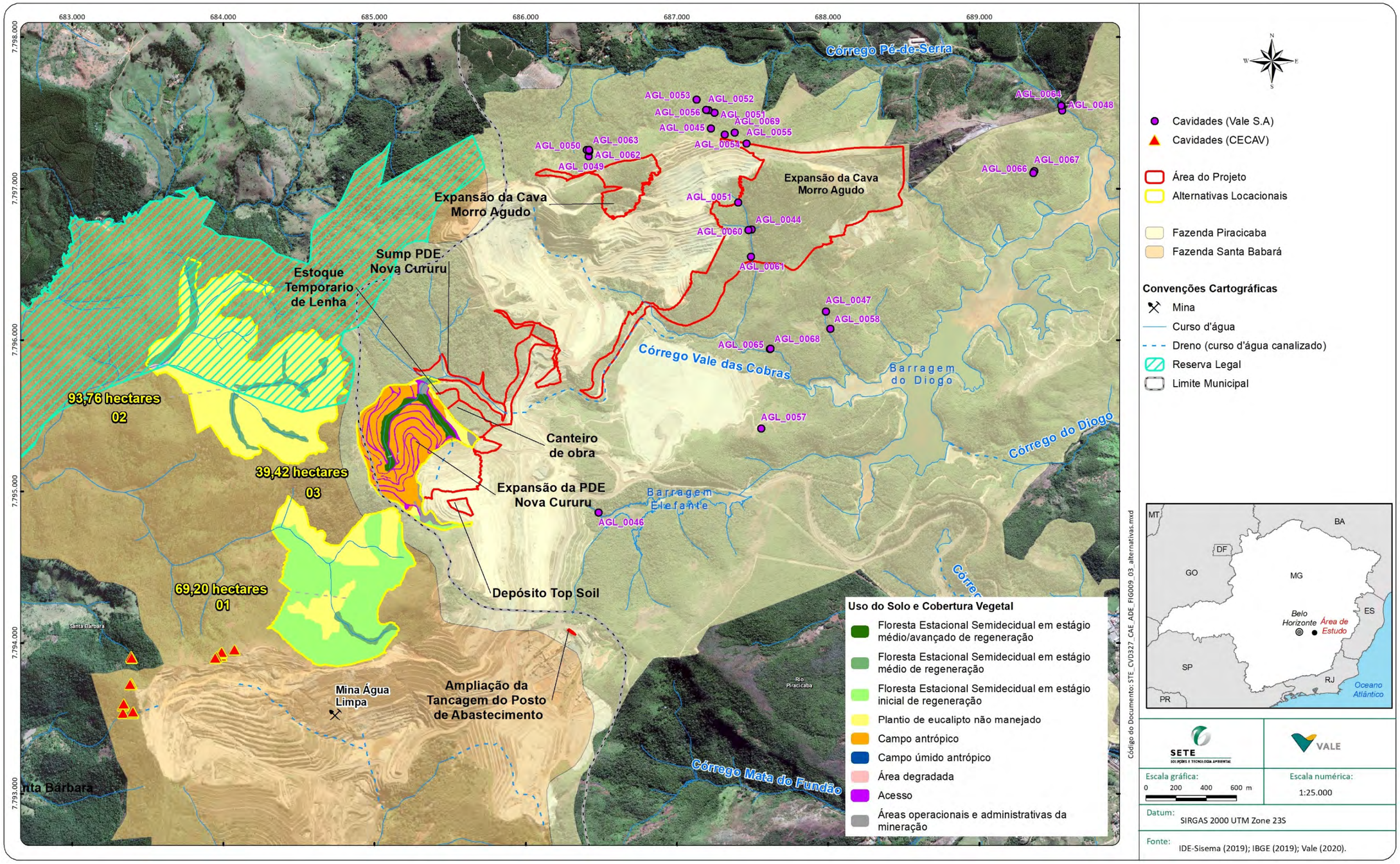
Foram estudadas três alternativas locacionais da expansão da PDE Nova Cururu, cujos dados de cada alternativa são apresentados no Quadro 01 e Figura 04 a seguir.

Quadro 01 Comparativo entre as alternativas locacionais da Expansão da PDE Nova Cururu

Descrição	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3 (selecionada)
Área (ha)	69,20	93,76	39,42
Volume (Mm^3)	29	38	17,15
Intervenção em Área de Preservação Permanente - APP	13,24	25,22	6,41
Intervenção em Áreas de Terceiros	Não interfere em áreas de terceiros	Não interfere em áreas de terceiros	Não interfere em áreas de terceiros
Interferência em Área de Reserva Legal (ha)	0,00	62,32 (*)	0,00
Interferência em Patrimônio Espeleológico	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Intervenção Ambiental			
Floresta Estacional em estágio inicial de regeneração	46,58	11,16	0,77
Floresta Estacional em estágio médio de regeneração	1,84	0,00	0,41
Floresta Estacional em estágio médio/avançado de regeneração	0,00	0,00	4,41
Campo Rupestre Ferruginoso	0,00	0,00	0,00
Afloramento rochoso	0,00	0,00	0,00
Total Sistema Natural	**69,20**	**93,35**	**5,59**
Eucaliptal não manejado	20,78	82,19	2,01
Acesso	0,00	0,00	4,32
Área Degradada	0,00	0,40	0,00
Campo antrópico e campo úmido antrópico	0,00	0,00	25,24
Áreas Operacionais e Administrativas da Mineração	0,00	0,00	2,25
Total Sistema Antrópico	**0,00**	**0,40**	**33,83**
Total Geral	**69,20**	**93,76**	**39,42**

Observação: (*) interferência da alternativa 2 da PDE Nova Cururu em área da reserva legal da propriedade AL-02 – Fazenda Santa Bárbara

Figura 04 Alternativas locacionais estudadas e suas interferências



5.3.3 Alternativa 01

A Expansão da PDE Nova Cururu foi concebida para ser implantada nas cabeceiras de drenagem do córrego Canudo, afluente da margem esquerda do rio Maquiné, que por sua vez deságua no rio Piracicaba, sub-bacia hidrográfica na qual a Vale não possui instalações operacionais atualmente.

Essa alternativa locacional proposta em propriedades pertencentes à Vale S/A, refere-se à disposição de material estéril em uma área de 69,20 ha, inicialmente concebida com capacidade de acondicionar 29 Mm^3 de estéril. Para adotar essa alternativa, será necessário implantar sistema de contenção de sedimentos "dique, *sump* e/ou barragem" o que implicará em uma área adicional de ocupação.

Segundo informações do Projeto Conceitual elaborado pela Vale em 2014, a área da Alternativa 1 encontra-se a norte da cava Água Limpa. Sua geometria prevê a ocupação de um vale que se encontra com vegetação natural a oeste da cava Cururu. Pela localização e pelas suas características em relação à vegetação que a recobre, configura-se uma alternativa para disposição de estéril que implicaria na necessidade de construção de acessos e, consequentemente numa maior intervenção ambiental em vegetação, área de preservação permanentes (APPs) de nascentes e cursos d´água, além de atributos técnicos e econômicos, que implicam em maiores custos de implantação e operação em função da DMT (distância média de transporte) para disposição de material estéril, seja pelo maior número de equipamentos, insumos (combustíveis) e serviços de manutenção.

5.3.4 Alternativa 02

Essa alternativa locacional foi proposta em propriedades pertencentes à Vale S/A e refere-se à disposição de material estéril em uma área de 93,75 ha, inicialmente concebida com capacidade de acondicionar 38 Mm^3 de estéril. Para adotar essa alternativa, será necessário implantar sistema de contenção de sedimentos "dique, *sump* e/ou barragem" o que implicará em uma área adicional de ocupação.

A pilha de estéril foi concebida para ser implantada nas cabeceiras de drenagem do córrego Olaria, tributário da margem esquerda do rio Maquiné, afluente do rio Piracicaba, sub-bacia hidrográfica na qual a Vale não possui instalações operacionais atualmente.

Segundo informações do Projeto Conceitual elaborado pela Vale em 2014, a Alternativa 02 está inserida a norte da Alternativa 01, ocupando uma área de vale em parte sobreposta à área de Reserva Legal da Mina de Água Limpa. Em função dos seus atributos ambientais, como a presença de vegetação natural, interferência em APPs (nascentes e cursos d´água), interferência em Reserva Legal, além dos atributos técnicos e econômicos com relação a extensão da DMT e, consequentemente maior consumo de combustível, movimentação de máquinas e equipamentos e serviços de manutenção.

5.3.5 Alternativa 03

A Alternativa 03 da Expansão da PDE Nova Cururu foi concebida para ser implantada nas cabeceiras de drenagem do córrego Vale das Cobras, afluente do rio Piracicaba pela margem esquerda, sub-bacia hidrográfica na qual a Vale já possui instalações operacionais atualmente.

Essa alternativa locacional foi proposta em propriedades pertencentes à Vale e refere-se à disposição de material estéril em uma área nova de 39,42 ha (excluída a área de 12,61 ha de contrapilhamento com a PDE existente), concebida com capacidade de acondicionar cerca de 17,15 Mm^3 de estéril. Para adotar essa alternativa, não será necessário implantar sistema de contenção de sedimentos, uma vez que a jusante da área projetada para a pilha de estéril encontra-se já instalada uma estrutura de contenção de sedimentos em operação no empreendimento, denominada de *sump* da PDE Nova Cururu, cuja capacidade do reservatório é de aproximadamente 113.623,97 m^3 (WALM, 2021). Conforme estudo realizado pela Walm em 2018, esse *sump* dispõe de capacidade suficiente para conter os sedimentos carreados pela pilha de estéril projetada, atendendo às necessidades do projeto.

A área requerida foi projetada com geometria final para unir as PDEs Cava Cururu, Nova Cururu e Alternativa 03 (objeto de estudo – Expansão da PDE Nova Cururu), formando uma única pilha.

Segundo o Projeto Conceitual da PDE Nova Cururu (VALE, 2014), a área proposta para implantação da Alternativa 03 situa-se a nordeste da PDE Nova Cururu, atualmente em operação, e sua geometria prevê uma ocupação de um vale que se encontra caracterizado predominantemente por vegetação de reflorestamento de eucalipto. Em função de sua localização, dos atributos ambientais, como interferência em área de plantio de eucalipto e em APPs de nascente e curso d´água de drenagem de cabeceira do córrego Vale das Cobras, e, também, dos atributos técnicos e econômicos, tratando-se de uma expansão de pilha de estéril em operação e com acessos existentes, acarretando numa DMT de pequena extensão e, consequentemente, menor movimentação de equipamentos e consumos de combustível, trata-se da melhor alternativa apresentada para locação da estrutura de disposição de estéril.

5.3.6 Análise e Definição da Alternativa Locacional

Para a seleção da melhor alternativa locacional para disposição de estéril foram considerados os seguintes aspectos:

- Área preferencialmente antropizada;
- Área com capacidade de armazenamento de acordo com a necessidade, a partir da geração de material estéril;
- Menor DMT (distância média de transporte) em relação às frentes de lavra das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico;
- Condições geotécnicas para implantação de acessos;
- Geomorfologia da área compatível com a implantação da pilha;

- Condições hídricas locais;
- Condições de segurança operacionais.

Dentre as alternativas estudadas, o projeto final, após detalhamentos de engenharia, foi definido pela alternativa 3, para receber o estéril proveniente da expansão da cava de Morro Agudo, sendo projetada para ocupar uma área nova aproximada de 39,42 ha e mais uma área alterada de 12,61 ha de contrapilhamento. O volume previsto para a expansão da PDE Nova Cururu é de 17.151.861 m^3 e altura final de 130,41 metros.

Os estudos realizados contemplando as alternativas locacionais propostas subsidiaram a Vale a optar pela disposição de material estéril por meio da Alternativa 03, denominada neste projeto de Expansão da PDE Nova Cururu.

5.4 Alternativas Locacionais para a Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

O projeto de Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa consistirá na retirada de quatro (4) tanques horizontais de 15 m^3 e na instalação de dois (2) tanques verticais de 100 m^3, caracterizando-se assim uma ampliação/modificação, sendo justificada a sua rigidez locacional de forma a não alterar ou impactar uma área nova.

Sob o aspecto tecnológico, serão adotados todos os requisitos legais e normativos aplicáveis ao empreendimento de postos de combustíveis nas esferas federal e estadual.

6. O EMPREENDIMENTO

Neste item será apresentada a contextualização do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, objeto do processo de licenciamento ambiental, a fim de esclarecer as suas intervenções e interações com estruturas e atividades atualmente em operação na Mina de Água Limpa.

As informações apresentadas para caracterização do empreendimento foram baseadas nos projetos desenvolvidos entre 2018 e 2020 por equipes técnicas da Vale S/A e de fornecedores especializados contratados pela Vale, conforme indicados a seguir.

- Relatório de Atendimento à Condicionante nº 5 do Processo COPAM 00118/1986/038/2010 – Programa de Monitoramento Geotécnico da Cava e Pilhas de Estéril (VALE, 2020).
- Relatório Técnico - Projeto Conceitual – Plano Diretor da Drenagem Superficial de Cavas – Mina de Água Limpa, Documento – RL 1000MM-X-15028 (TETRATECH, 2020).
- Projeto Básico de Expansão da PDE Nova Cururu, elaborado pela empresa Walm Engenharia e Serviços Ambientais - documento de RL-1190MM-B-01115 (WALM, 2018).
- Projeto Detalhado de Expansão da PDE Nova Cururu, elaborado pela empresa Walm Engenharia e Serviços Ambientais - documento de RL-1190MM-B-01118 (WALM, 2020).

- Projeto Básico da Adequação do Posto de Combustível de Água Limpa, elaborado pela empresa Progen (PROGEN, 2020).
- Relatório de Visita e Acompanhamento Técnico das Sondagens na Área de Expansão da PDE Nova Cururu, elaborado pela Walm Engenharia e Serviços Ambientais – documento RL-1190MM-B-01117 (WALM, 2018).

6.1 Expansão da Cava Morro Agudo

6.1.1 Direitos Minerários e Superficiários

O Complexo da Mina de Água Limpa possui os direitos minerários de lavra junto a Agência Nacional de Mineração (ANM) / Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM) conforme os processos: 6498/1961; 832199/1985l; 830915/1979; 800220/1974 e 800156/1976 (**Anexo 3**), conforme demonstrado na Figura 05.

Observa-se que dois processos ainda se encontram no estágio de Requerimento de Lavra (832069/2002 e 830190/2003), que ainda aguardam a aprovação da AMN e a mudança para Concessão de Lavra para que a lavra possa ocorrer dentro deles.

As concessões de lavra referentes aos processos 6498/1961; 832199/1985; 830915/1979; outorgadas a SAMITRI foram incorporadas pela VALE conforme DOU de 03/07/2003. Posteriormente os processos 6498/1961; 832199/1985 foram cedidos pela VALE a BAOVALE conforme DOU 08/06/2005. Em seguida essas concessões foram arrendadas pela VALE conforme DOU 24/10/2005. Atualmente os processos acima são de titularidade VALE conforme cópias do DOU inseridas no **Anexo 3**.

Os processos 800220/1974 e 800156/1976 foram adquiridos da CIMECA através de cessão de direitos publica no DOU de 28/02/2014, conforme documento apresentado no **Anexo 3**.

Retificando a informação, o processo 830190/2003 é um requerimento de lavra, conforme comprovante de titularidade VALE no **Anexo3**.

A Figura 06 seguinte apresenta a área destinada à expansão da Cava de Morro Agudo, objeto deste empreendimento em estudo, demonstrando que a mesma se encontra totalmente dentro dos limites de propriedade da Vale S/A, sem interferência em áreas de terceiros.

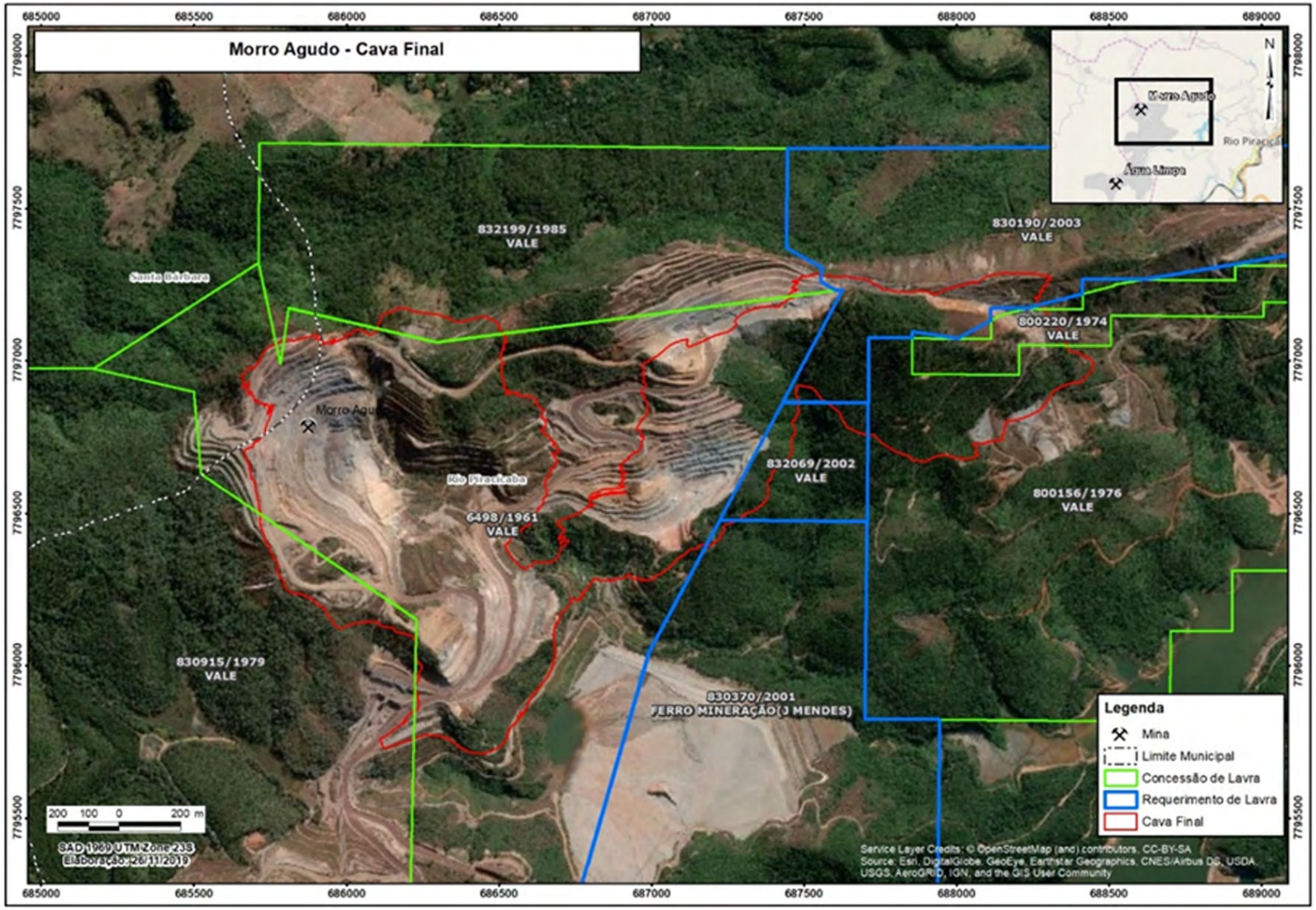
No Quadro 02 são apresentadas as informações das propriedades e de titularidade da Vale da Mina de Água Limpa, onde se insere a cava Morro Agudo, objeto de expansão por este projeto e na Figura 06 são apresentados os limites das propriedades de titularidade da Vale S/A na Mina de Água Limpa e a Reserva Legal da propriedade AL-01 – Fazenda Rio Piracicaba. Verifica-se que toda área do Projeto em análise está inserida na propriedade AL-01 e não interfere com a área de Reserva Legal averbada (AV.9) (**Anexo 4**).

Quadro 02 Informações de propriedade e titularidade da Mina de Água Limpa

Cadastro	Nome do Imóvel	Município	Área total (ha)	Matrícula	Cadastro Ambiental Rural - CAR
AL-01	Fazenda Piracicaba	Rio Piracicaba	1.086,83	M. 8.267	MG-3157203-AAD2F8992C294DEA99EF94AD666918A3

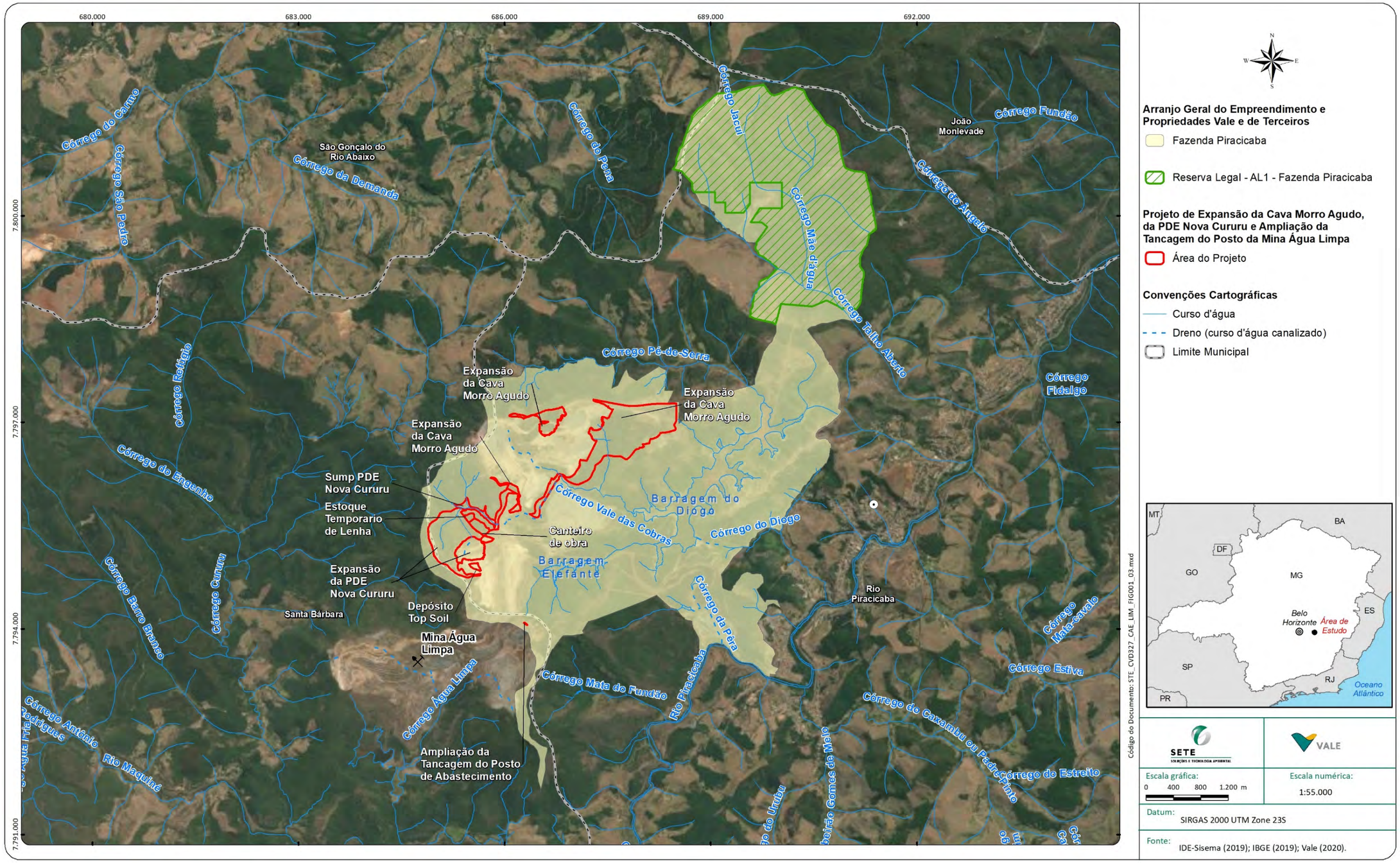
Fonte: Vale - Planejamento Fundiário, 2020.

Figura 05 Limites dos polígonos de direitos minerários da Mina de Água Limpa, onde se insere a cava Morro Agudo, objeto de expansão deste Projeto.



Fonte: Vale, 2020

Figura 06 Propriedades da Vale na Mina de Água Limpa (Fazenda Piracicaba e Reserva Legal Averbada.



O **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** prevê a manutenção da produção do complexo da Mina de Água Limpa por meio da ampliação da cava de Morro Agudo, com a extração de minério de ferro constituído de hematitas de alto teor e itabiritos friáveis e compactos.

O objetivo do projeto consiste na continuidade e manutenção das operações, bem como na otimização das operações de lavra e beneficiamento de minério de ferro da Mina de Água Limpa, estendendo sua vida útil em 8 anos (2022 a 2029), sem aumento de produção, ou seja, sendo mantida a capacidade produtiva de 12,5 Mtpa de ROM.

A operação de lavra não será modificada, mantendo o método de lavra a céu aberto em bancadas que possuem em média 10,0 m de altura e bermas de 7,0 m de largura, bem como as operações de rebaixamento do nível de água subterrânea.

Cabe destacar que para o aumento da vida útil da mina em mais oito anos com o mesmo ritmo de produção, objeto deste licenciamento, será necessária a implantação e operação da Expansão da PDE Nova Cururu, sendo que, segundo os estudos desenvolvidos para o sequenciamento de lavra estima-se a geração de 149,92 Mt de material estéril. O material estéril será disposto na pilha de estéril em licenciamento (Expansão da PDE Nova Cururu) que terá capacidade para armazenar 17,15 Mm^3. O restante do material estéril será disposto em pilhas que estão sendo estudadas.

Destaca-se ainda que <u>não serão necessárias</u> novas instalações ou modificações nas instalações de tratamento de minério (ITM). Também não será necessária nenhuma infraestrutura de apoio operacional adicional para suportar a expansão da cava Morro Agudo. Toda infraestrutura existente atualmente no complexo da Mina de Água Limpa comporta o Projeto de Expansão de Cava Morro Agudo. Também não será necessário retificar ou obter nova outorga daquelas atualmente existentes nesta mina para a implantação e operação da continuidade das suas operações.

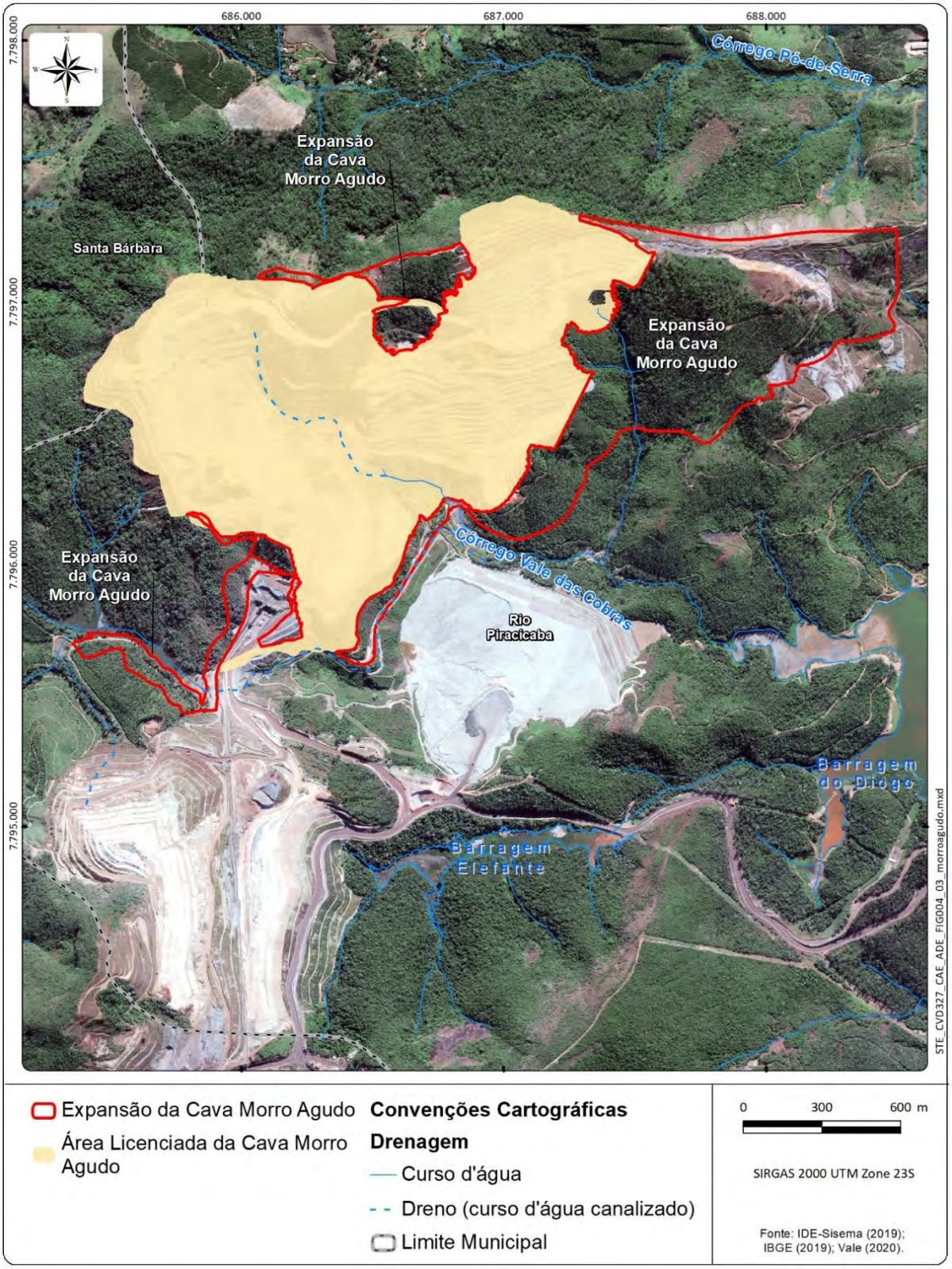
O Quadro 03 apresenta as áreas de intervenção da cava para o Projeto de Expansão da Cava da Mina de Morro Agudo, sendo ilustradas na Figura 07 a seguir.

Quadro 03 Área ocupada pelo Projeto Expansão da Cava Morro Agudo, visando a continuidade das operações da Mina de Água Limpa

Estrutura	Áreas já Licenciadas da cava (ha)	Área da Expansão (*) (ha)	Área Total (Licenciada + Expansão) (ha)
Cava	188,93	107,87	296,80 ha

(*) Incluindo os acessos internos para a operação.

Figura 07 Limite da área a licenciar da expansão da Cava Morro Agudo (Morro Agudo – a oeste e Espigão do Pico – a leste)



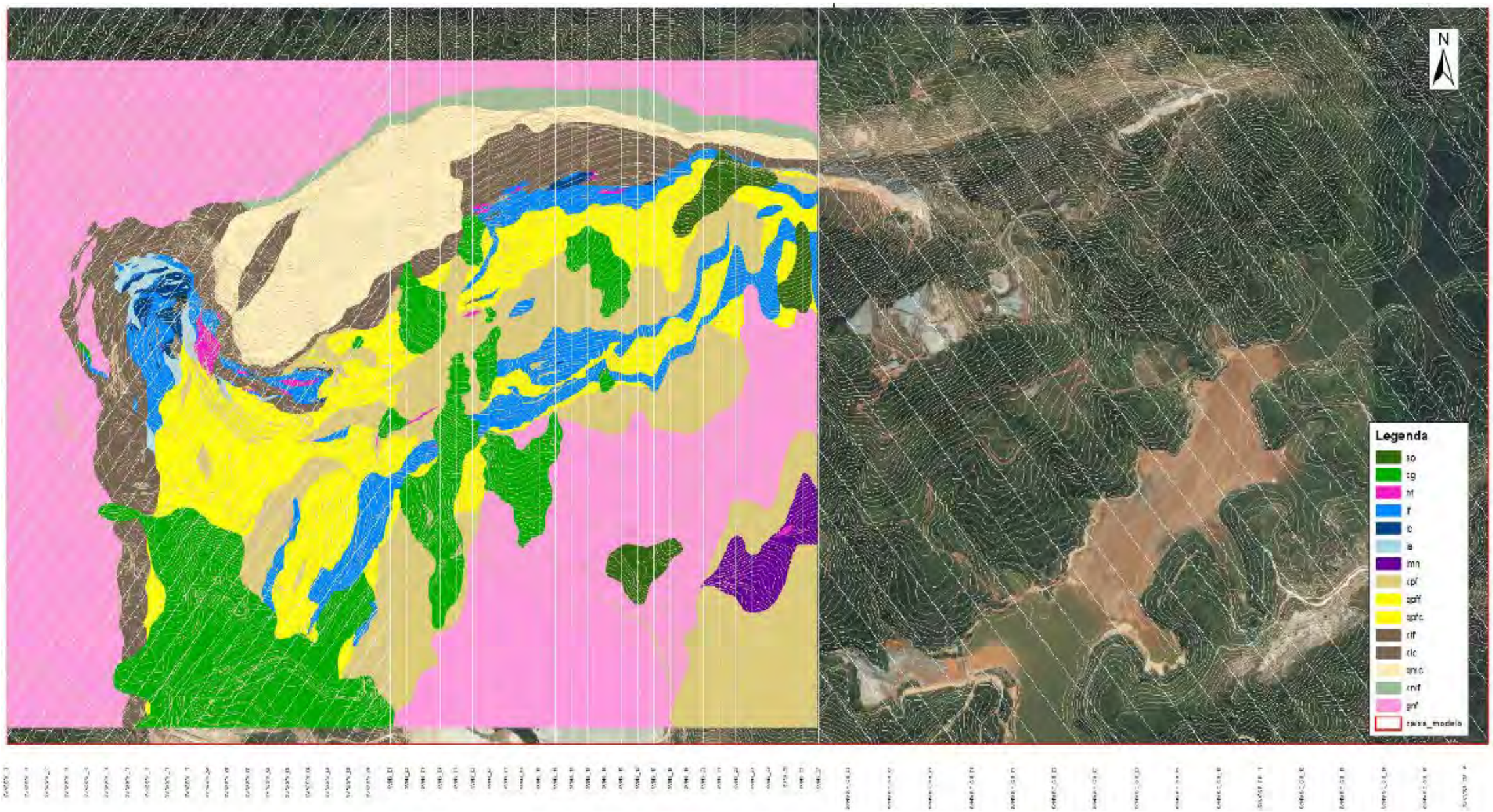
Fonte: adaptado Vale, 2020

6.1.2 Avaliação dos Recursos Minerais

As campanhas de sondagem geológica na área do modelo de recursos de Morro Agudo foram feitas ao longo de vários anos por distintas empresas. De maneira geral, a malha de sondagem ocorreu com um espaçamento de 50 x 100 m em projeção horizontal, nas cavas de Morro Agudo e Espigão do Pico. Na região conhecida como Expansão da Cava Morro Agudo a malha foi realizada de 100 x 100 m ou 200 x 100 m em projeção horizontal. No período de 2000 a 2017 foram executados serviços de sondagem geológica (sondagem rotativa diamantada convencional) que somaram cerca de 40 km. Os furos são mais concentrados na área da cava de Morro Agudo e têm profundidade média de 101,49 metros.

A partir dos dados, foi elaborado o mapa geológico de superfície (Figura 08) realizado pela geologia de curto prazo que auxiliou na elaboração do modelo geológico. O modelo geológico desenvolvido foi pelo Método de Índice de Risco (IR), método que combina continuidade geológica com erro de estimativa para a classificação do inventário mineral.

Figura 08 Mapa geológico de superfície



Fonte: Vale, 2020.

Conforme dados do Quadro 04, a seguir, o Recurso Mineral foi classificado pelo método do índice de risco e totaliza 377,2 Mt e 38,7% Fe. Na classe medido + indicado, o Recurso Mineral é de 252,0 Mt e 39,7% Fe. Para os hemattitos o recurso medido + indicado é de 13,3 Mt e 64,4% Fe e para os itabiritos, incluindo a canga, é de 238,7 Mt e 38,3%Fe. A cubagem foi realizada na base topográfica com abatimento até outubro/2017.

Quadro 04 Recurso Mineral da Cava Morro Agudo - (Base - topográfica de outubro de 2017)

Tipos de Litotipos	Medido		Indicado		Med+Ind		Inferido		Total	
	Mt	%Fe	Mt	%Fe	Mt	%Fe	Mt	%Fe	Mt	%Fe
Hematitito Friável - HF	1,58	65,64	1,42	64,57	3,00	65,13	0,174	65,555	3,18	65,15
Hematitito Compacto - HC	2,78	64,71	2,85	65,41	5,62	65,06	0,105	66,036	5,73	65,08
Hematitito Anfibolítico - HA	1,76	63,20	2,90	63,14	4,66	63,16	0,184	63,197	4,84	63,16
Hematita	**6,12**	**64,51**	**7,16**	**64,32**	**13,29**	**64,41**	**0,46**	**64,73**	**13,75**	**64,42**
Canga – CG	1,28	42,24	1,99	42,24	3,28	42,24	2,73	41,44	6,01	41,87
Itabirito Friável - IF	39,32	38,48	69,33	37,65	108,65	37,95	37,58	38,83	146,23	38,17
Itabirito Manganesífero - IMN	3,96	33,05	29,81	32,48	33,77	32,55	27,48	31,71	61,25	32,17
Itabirito Compacto - IC	11,25	41,80	47,29	38,16	58,54	38,86	45,19	34,80	103,73	37,09
Itabirito Anfibolítico - IA	13,59	43,38	20,85	44,20	34,44	43,87	11,82	46,16	46,25	44,46
Itabirito	**69,40**	**39,74**	**169,27**	**37,74**	**238,67**	**38,32**	**124,80**	**36,55**	**363,47**	**37,71**
Total (Hematita + Itabirito)	**75,53**	**41,75**	**176,43**	**38,82**	**251,96**	**39,70**	**125,27**	**36,66**	**377,22**	**38,69**

*Base topográfica mínima até outubro de 2017 e Cava de recurso moa_1018_crec_1018
*Cutoff 20% FEGL
*Recurso mineral em toneladas métricas úmida

Fonte: Vale, 2020.

Utilizando a topografia atualizada em outubro de 2019, incorporando as restrições ambientais que levou a uma perda de 3% de minério, ou seja, considerando 97% da recuperação de mina, a reserva ficou com uma massa total de 63,0 Mt de minério, sendo o minério hematítico com 7,9 Mt e 63,4% de Ferro e o minério itabirítico com 55,0 Mt e 41,7% de Ferro. Essa massa permitirá a lavra na cava de Morro Agudo até o ano de 2029.

6.1.3 Definição da Cava Final

O *software* utilizado para definição da cava final pela Vale é o NPV Scheduler. Este *software* usa o algoritmo tridimensional Lerchs e Grossman (1965).

Lerchs e Grossmann apresentaram um algoritmo matemático que permite "projetar o contorno de uma explotação a céu aberto de tal forma que se maximize a diferença entre o valor total do minério explotado e o custo total da extração do minério e do estéril".

O *software* utiliza o modelo geológico de blocos e uma série de parâmetros, tais como ângulos de talude, custos de mina, recuperação da planta de beneficiamento, preço, custos de beneficiamento entre outros parâmetros para dessa maneira gerar a cava.

O processo de otimização envolve os seguintes passos:

- Definição de restrições físicas;
- Definição de fatores, tais como parâmetros geotécnicos, diluição e perda na lavra;
- Definição da recuperação mássica ou metalúrgica;
- Definição dos custos operacionais de mina;
- Definição dos custos de processamento mineral;
- Taxa de produção;
- Preços;
- Definição dos custos de manuseio e pessoal.

A partir da definição de todos esses parâmetros é feita a otimização para determinação da cava final, conforme apresentada anteriormente na Figura 07 .

6.1.4 Sequenciamento e Operação de Lavra

O desenvolvimento da lavra na Mina de Morro Agudo foi projetado de forma a atender a um ritmo de extração de minério de ferro de 12,5 Mtpa ao longo da vida útil de 8 anos (2022 a 2029), com uma relação estéril: minério de 2,57, conforme pode ser observado no Quadro 05 a seguir. A geração de estéril ao longo dos 8 anos será da ordem de 149,92 Mt.

Quadro 05 Sequenciamento de Lavra do Projeto das Operações da Mina de Água Limpa

Ano	Minério Bruto (ROM) (Mt)	Estéril (Mt)	Movimentação (Mt)	Relação Estéril:Minério
Ano 1	6,97	26,71	33,68	3,83
Ano 2	6,98	26,06	33,04	3,73
Ano 3	7,59	28,24	35,83	3,72
Ano 4	7,67	24,47	32,14	3,19
Ano 5	7,55	17,26	24,81	2,29
Ano 6	7,49	14,88	22,37	1,99
Ano 7	7,79	9,83	17,62	1,26
Ano 8	6,41	2,47	8,88	0,39
--	**58,45**	**149,92**	**208,37**	**2,57**

O método de lavra adotado no empreendimento foi estabelecido considerando as características geológicas, morfológicas e geotécnicas dos depósitos, bem como as escalas de produção requeridas e a relação estéril/minério, sendo utilizados equipamentos em quantidade e porte compatíveis com esses parâmetros.

A seleção do método de lavra em bancos a céu aberto considerou, principalmente, a distribuição espacial do minério e do estéril e a variabilidade de teores, que implicam a necessidade de se lavrarem, simultaneamente, várias frentes de lavra, de modo que permita a realização de *blends* adequados à alimentação das instalações de tratamento e beneficiamento de minérios.

A Mina de Água Limpa atualmente desenvolve a extração de minério de ferro em suas jazidas, sendo adotado como método de lavra a céu aberto em encosta com bancadas de 10 m de altura e ângulos de talude geral variáveis dependendo das litologias de cada frente de lavra explotada e largura mínima entre as bermas de 7 metros.

O método de lavra adotado na mina envolve operações clássicas e é realizado por meio de desmonte em bancadas descendentes. O processo da lavra é constituído, basicamente, pelas atividades de explotação mineral que podem ser divididas em quatro operações unitárias: perfuração e desmonte de rocha, carregamento e transporte do minério bruto extraído, além das atividades envolvidas nessas ações e correlatas ao seu desempenho.

Os serviços de topografia são feitos periodicamente acompanhando o avanço da lavra e das pilhas de estéril. A manutenção e conservação da drenagem dos taludes das cavas e das pilhas de estéril são feitas por tratores de esteiras, motoniveladoras e pás carregadeiras de menor porte.

6.1.5 Estudos Geológicos-Geotécnicos

6.1.5.1 Estudos geotécnicos

Os conhecimentos geotécnicos obtidos na cava Morro Agudo são fruto dos mapeamentos geológico-geotécnicos realizados; validação de furos de sondagens, ensaios de caracterização geomecânica e suporte especializado.

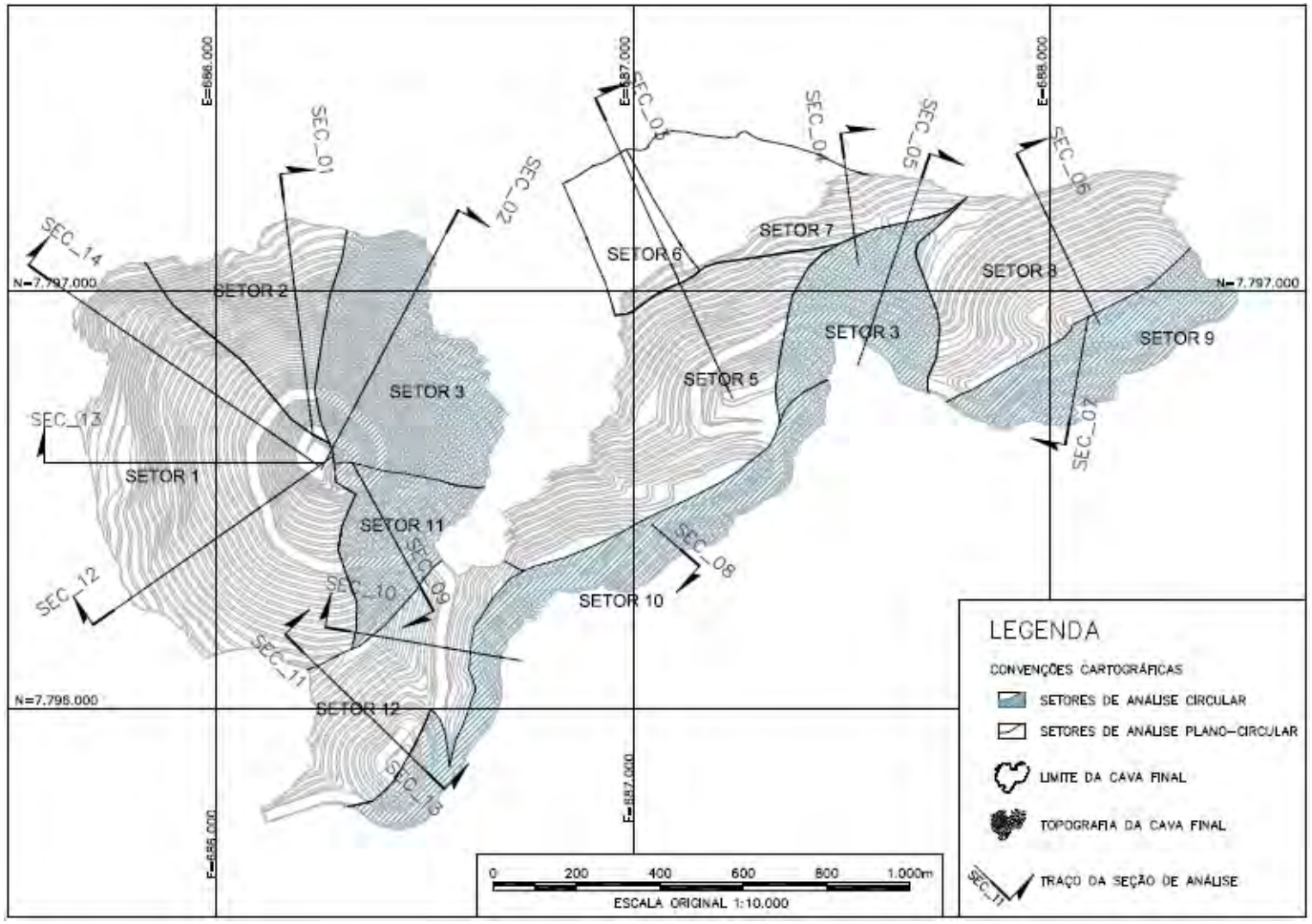
Para a análise geotécnica de estabilidade da cava final, foram realizadas análises de estabilidade por equilíbrio limite a fim de se obter os ângulos globais por litotipo. A seguir são apresentados os critérios específicos às análises de estabilidade desenvolvidas no item, a saber:

- Adotou-se o critério de resistência de *Mohr-Coulomb*, para litotipos isotrópicos friáveis, o critério de resistência *anisotropic strength*, para litotipos anisotrópicos friáveis, e o critério de resistência de Hoek & Brown (litotipos isotrópicos e compactos);
- Para os litotipos compactos e anisotrópicos utilizou-se a função *anisotropic generalized* presente no software Slide® 8.0 que permite utilizar dois critérios de resistência distintos. Neste caso, para a resistência paralela à descontinuidade utilizou-se dos parâmetros de Barton & Bandis, com variação de mais ou menos três graus do valor médio do mergulho da foliação, e para a resistência perpendicular e obliqua às descontinuidades, utilizou-se dos parâmetros de Hoek & Brown;
- Foram consideradas possibilidades de rupturas do tipo circular e plano-circular em nível entre rampas considerando 30.000 superfícies (condicionadas pelo plano de foliação e/ou bandamento). Foram realizadas análises de equilíbrio limite pelo método das fatias GLE/Morgenstern-Price, com a função *optimize surfaces* (utiliza-se de algoritmos para um ajuste da superfície encontrada buscando-se o menor fator de segurança pelas técnicas de Monte-Carlo) com 1.000 interações. Para a realização das análises de estabilidade foi utilizado o software Slide 8.0 Rocscience®;
- Para assumir estável determinada estrutura, bancada, entre rampa e/ou talude global, têm-se como premissas os critérios de Read & Stacey (2009) através do *Guidelines for Open Pit Slope Design*, apresentados como premissa geral do estudo;
- Para delimitação e criação dos limites, principalmente, entre os litotipos compactos e friáveis, ou inconsolidados, utilizou-se como base os dados do modelo de blocos, o qual é refletido no modelo geomecânico.

6.1.5.1.1 Mecanismos de Ruptura Rotacional – Escala Global e Entre rampa

Os taludes das cavas são compostos por litotipos friáveis e compactos. Dessa forma, foram realizadas análises de estabilidade para rupturas do tipo circular e plano-circular, em nível de bancada, entre rampa e global. Para as análises circulares e plano-circulares dos taludes globais, foram definidas seções de análise levando-se em consideração os maiores taludes da cava, os principais litotipos e os compartimentos geométricos da cava (Figura 09).

Figura 09 Locação das seções de análise de estabilidade global dos taludes das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico (Expansão da Cava Morro Agudo)



Fonte: Vale, 2020.

Os fatores de segurança alcançados na cava operacional são apresentados no Quadro 06 e na Figura 10 que mostram os resultados das análises de estabilidade da cava final, para mecanismo de ruptura plano circulares e circulares.

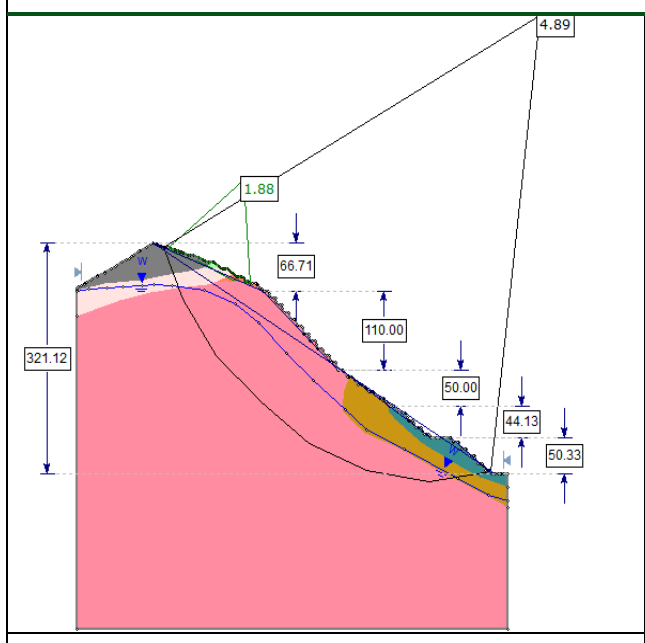
Quadro 06 Resultados das análises de estabilidade da cava final, para mecanismos de ruptura plano-circulares e circulares

Setor	Seção	FoS (mín.) (Determinístico)	
1	SEC_12	Entre rampa	1,6
	SEC_13	Entre rampa	1,3
	SEC_14	Global	4,8
2	SEC_01	Entre rampa	1,8
3	SEC_02	Entre rampa	1,5
	SEC_05	Global	1,8
5	SEC_03	Entre rampa	1,5
6			
7	SEC_04	Entre rampa	1,5
8	SEC_06	Entre rampa	2,1
9	SEC_07	Entre rampa	1,9
10	SEC_08	Global	2,2
11	SEC_09	Entre rampa	1,6
12	SEC_10	Entre rampa	1,4
	SEC_11	Entre rampa	1,3

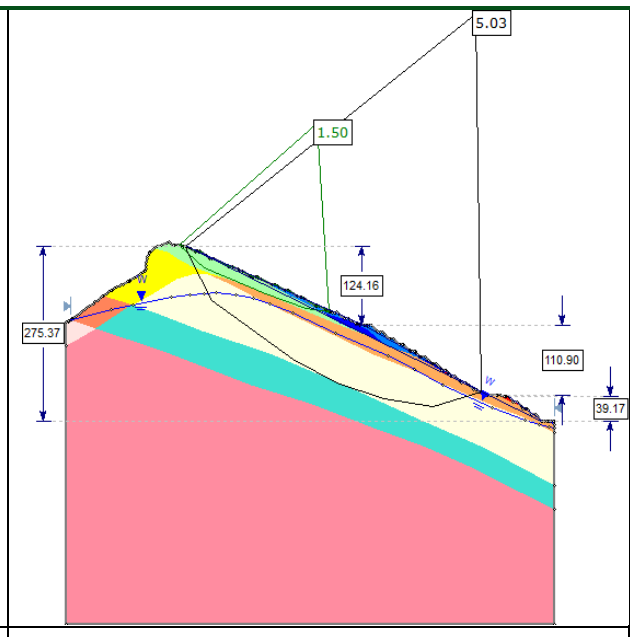
Dessa forma, com base nos estudos realizados e na setorização geométrica conclui-se que a cava operacionalizada possui o nível de segurança geotécnica adequada. As análises de estabilidade dos taludes, com base nas geometrias propostas, apresentam fatores de segurança satisfatórios ao nível de bancada, entre rampa e global.

Figura 10 Análises de estabilidade das cavas finais operacionalizadas (cavas Morro Agudo e Espigão do Pico)

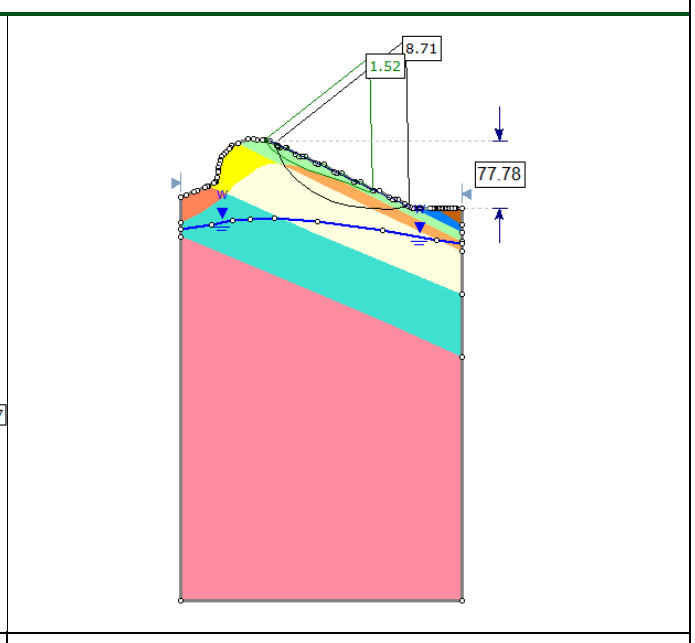
Análise de Ruptura Plano Circular



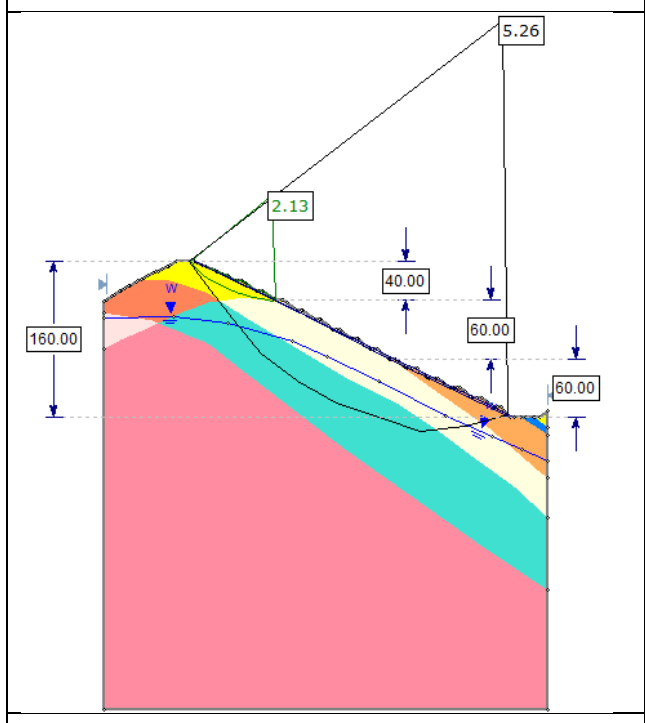
A- Análise de estabilidade global – Seção SEC_01.



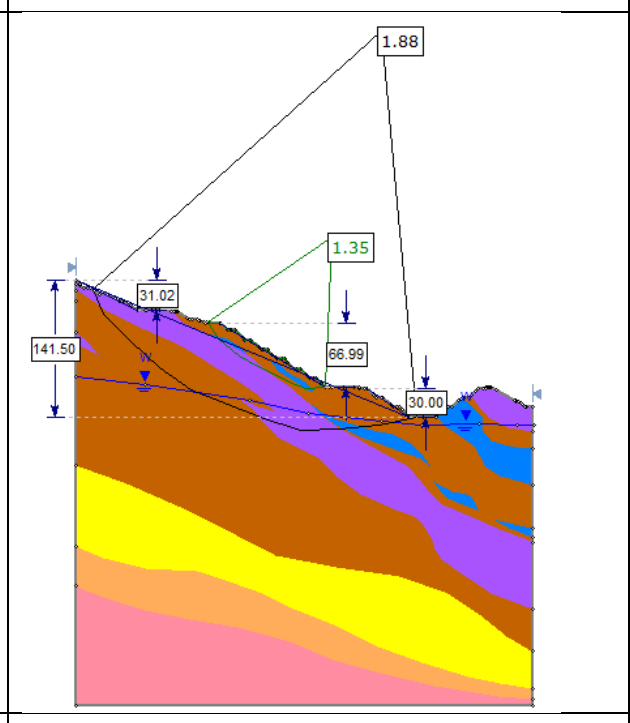
B- Análise de estabilidade global – Seção SEC_03.



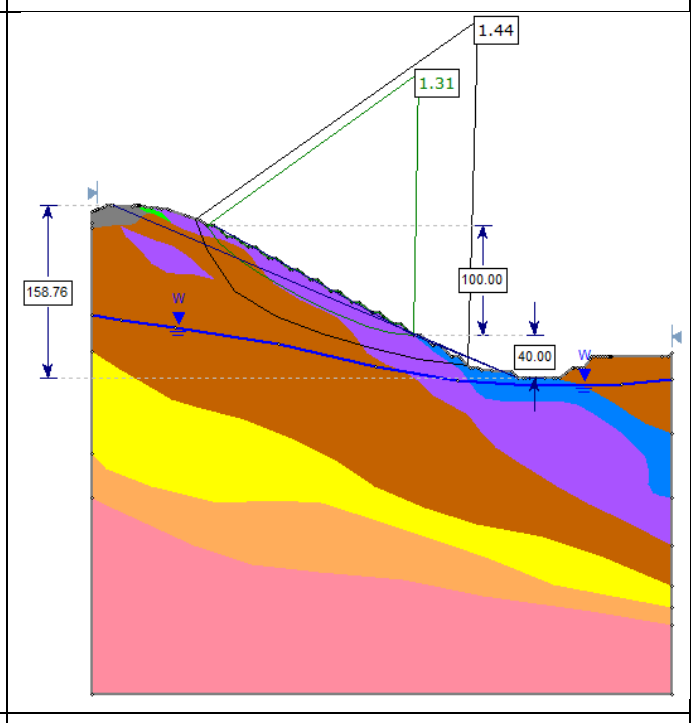
C- Análise de estabilidade global – Seção SEC_04.



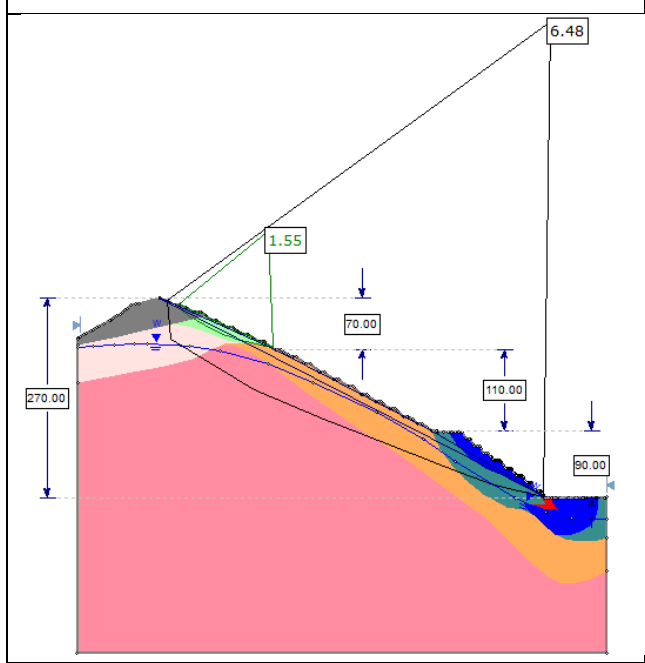
D - Análise de estabilidade global – Seção SEC_06.



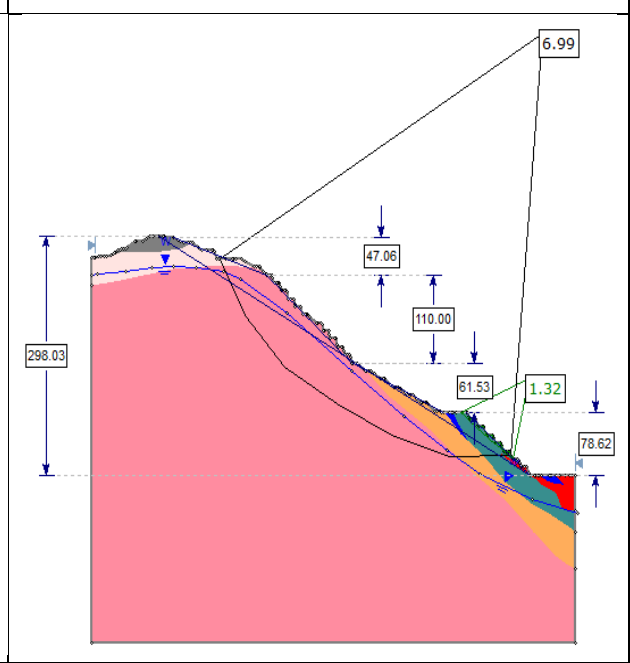
E - Análise de estabilidade global – Seção SEC_10.



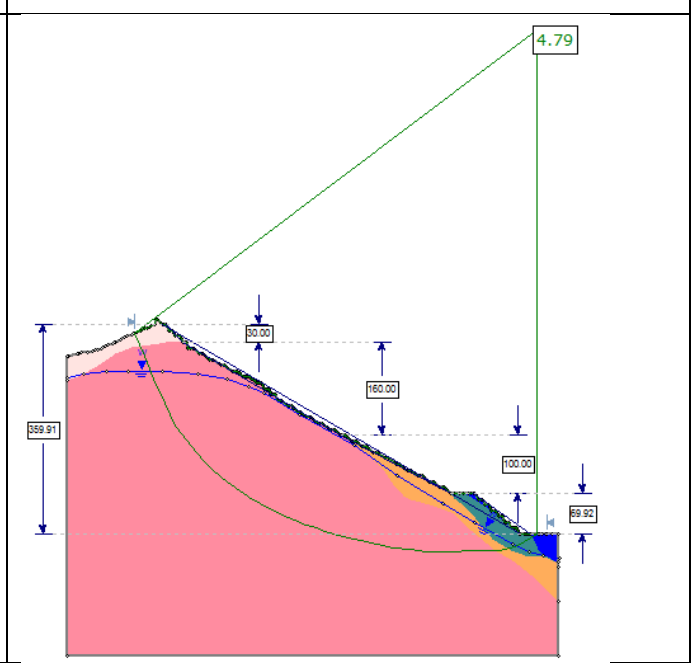
F - Análise de estabilidade global – Seção SEC_11.



G - Análise de estabilidade global – Seção SEC_12.

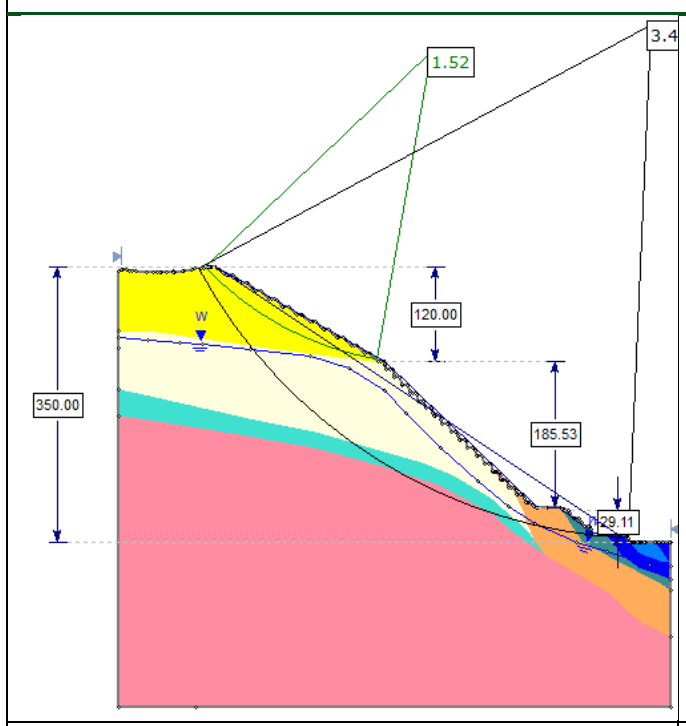


H - Análise de estabilidade global – Seção SEC_13.

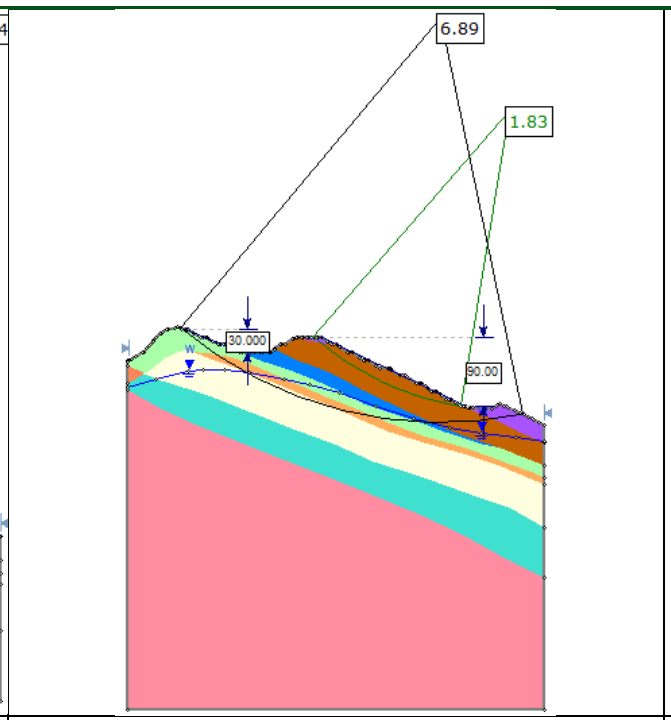


I - Análise de estabilidade global – Seção SEC_14.

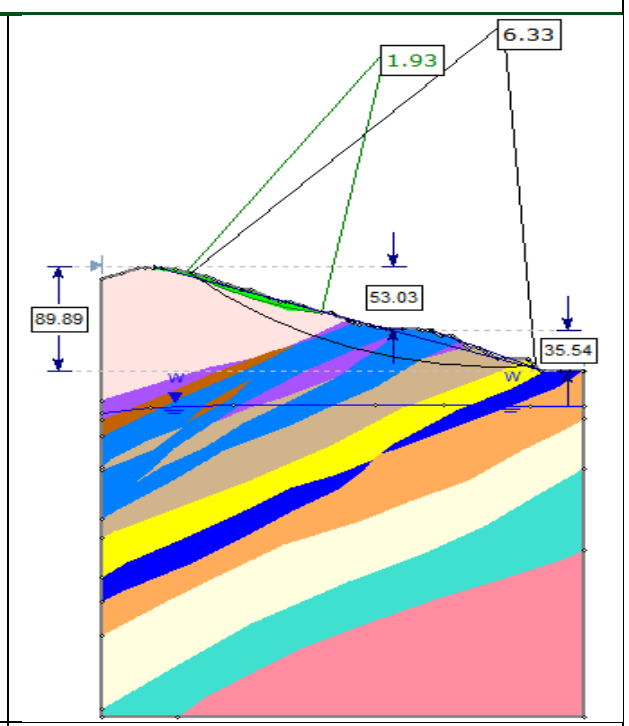
Análise de Ruptura Circular



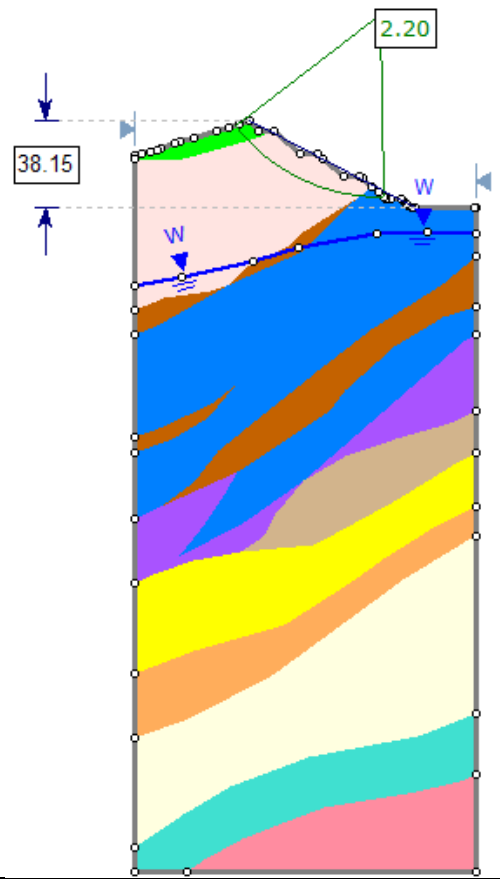
J - Análise de estabilidade global – Seção SEC_02.



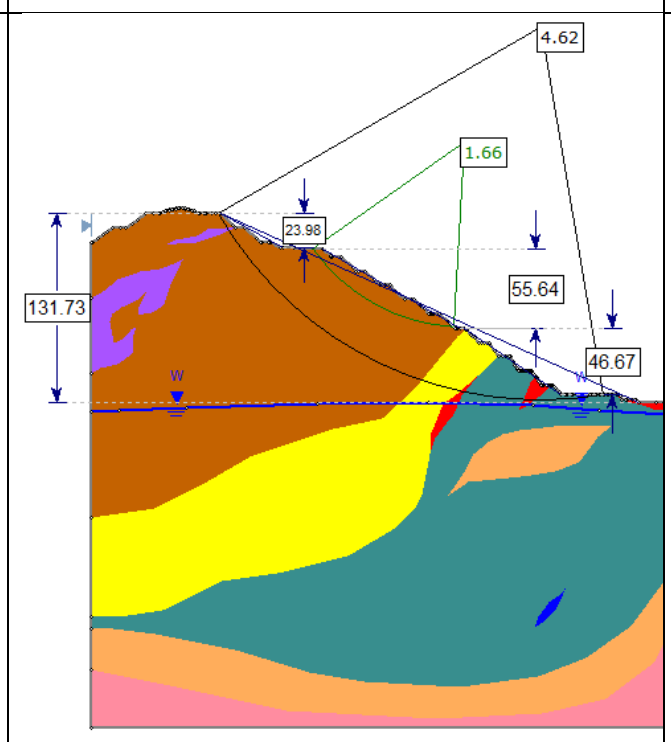
K - Análise de estabilidade global – Seção SEC_05.



L - Análise de estabilidade global – Seção SEC_07.



M- Análise de estabilidade global – Seção SEC_08.



N - Análise de estabilidade global – Seção SEC_9.

Código	Cor	Litotipo
AT		Aterro
CG-SL		Canga solo lateritico
HF		Hematita friável
QPF		Quartizito Piracicaba Friável
XPF		Xisto Piracicaba Friável
IF		Itabirito Friável
XIF		Xistos e Filitos Friáveis
QMF		Quartzito Moeda Friável
XNLF		Xisto e Filitos Nova Lima Friável
GNF		Gnaisse Friável
HC		Hematita Compacta
IC		Itabirito Compacto
XIC		Xisto Compacto
QMC		Quartzito Moeda Compacto
QPFC		Quartzito Piracicaba Ferruginoso Friável
XPC		Xisto Piracicaba Compacto
XNLC		Xisto Nova Lima Compacto
GNC		Gnaisse Compacto

Legenda das cores das figuras.

6.1.5.2 Pesquisa geotécnica do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo

Campanhas de sondagem geotécnica têm sido realizadas buscando conhecer os maciços rochosos que estarão expostos nos taludes da cava Morro Agudo. O Quadro 07 apresenta a metragem destinada anualmente para a área de geotecnia até 2017.

Quadro 07 Metragem de sondagem geotécnica executada na área de expansão da cava Morro Agudo

Ano	Metragem Executada (m)
2014	373,70
2015	95,00
2016	1.044,15
2017	626,85
Total	**2.044,70**

Fonte: Vale, 2017.

Os testemunhos de sondagem são descritos levantando os parâmetros geotécnicos como resistência, alteração, fraturamento, preenchimento de descontinuidades dentre outros. Estes parâmetros são analisados posteriormente e definem as classes de maciços rochosos, como é mostrado na Figura 11 a seguir.

Figura 11 Exemplo dos maciços rochosos presentes na área da Expansão da cava Morro Agudo

Maciço rochoso pouco resistente, muito fraturado e altamente intemperizado.

Maciço Rochoso muito resistente, pouco fraturado, alteração incipiente.

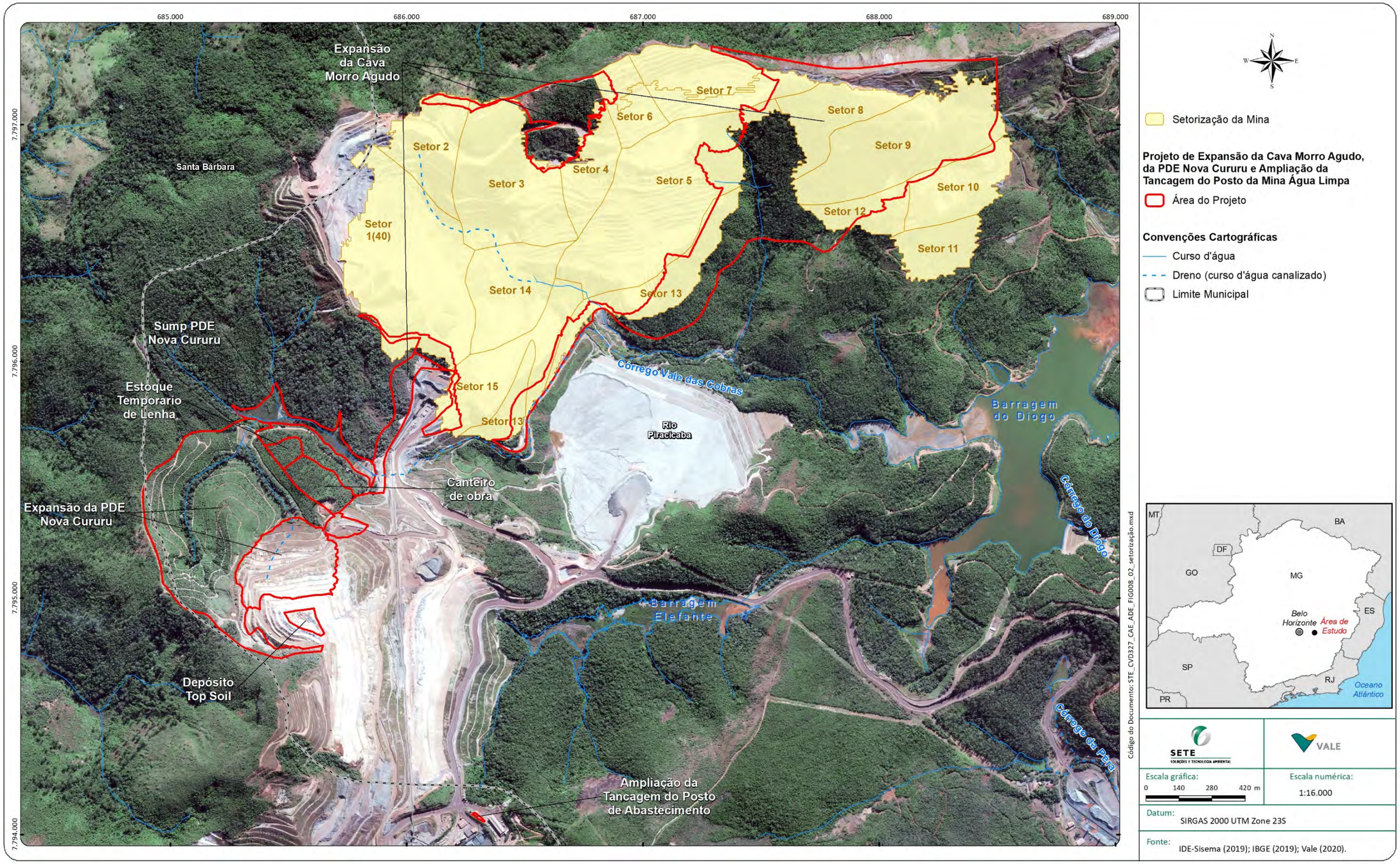
6.1.5.3 Dimensionamento de taludes da cava

Na Figura 12 é apresentada a setorização geotécnica da cava Morro Agudo, elaborada com base na definição de setores e ângulos por litologia utilizados objetiva a otimizar e operacionalizar a cava.

Com base nos estudos realizados e na setorização geométrica conclui-se que a revisão da cava operacionalizada possui o nível de segurança geotécnica adequada. As análises de estabilidade dos taludes, com base nas geometrias propostas neste estudo, apresentam fatores de segurança satisfatórios ao nível de bancada, entre rampa e global (VALE, 2021).

O Quadro 08, seguinte, apresenta de forma simplificada a setorização da cava Morro Agudo e as características geotécnicas principais de cada setor. A geometria das cavas finais de projeto prevê bancadas de 10,0 m de altura, e berma de 10,0 m de largura e 20 m de berma de segurança, sendo que o ângulo de face deverá variar de 26° a 70º, dependendo da litologia.

Figura 12 Mapa de Setorização Geométrica da Cava Morro Agudo



Quadro 08 Setorização geotécnica e litológica da área da Cava Morro Agudo

Setor	Litotipo	Abreviaturas	Bancada			Entre Rampas "pé a pé"		Berma de segurança (m)
			Alturas (m)	Bermas (m)	Ângulo de face máx. (°)	Altura máx. de empilhamento (m)	Ângulo máx. (°)	
1	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Canga/Solo	CG/SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ						
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			45	60	30	
	Quartzito moeda friável	QMF			55	70	36	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF			40	50	28	
	Xisto friável	XIF			35		25	
	Gnaisse friável	GNF			65		41	
	Hematita friável	HF			45		30	
	Xisto piracicaba friável	XPF			35	70	25	
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC			40	200	28	
	Xisto compacto	XIC						
	Xisto piracicaba compacto	XPC						
	Gnaisse compacto	GNC			75		46	
	Hematita compacta/hematita anfibolítica	HC/HA						
	Itabirito compacto	IC			60		38	
	Itabirito anfibolítico	IA						
2	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Veio Quartzo	VQ			40	30	28	
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			45	60	30	
	Gnaisse friável	GNF			65	50	41	
	Quartzito moeda friável	QMF			55	70	36	
	Hematita friável	HF			45	50	30	
	Xisto friável	XIF			40		28	
	Xisto nova lima friável	XNLF						
	Hematita compacta/hematita anfibolítica	HC/HA			75	200	46	
	Gnaisse compacto	GNC						
	Xisto compacto	XIC			50		33	
	Xisto Nova Lima compacto	XNL						
	Quartzito moeda compacto	QMC						
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC						
	Itabirito anfibolítico compacto	IA						

Setor	Litotipo	Abreviaturas	Bancada			Entre Rampas "pé a pé"		Berma de segurança (m)
			Alturas (m)	Bermas (m)	Ângulo de face máx. (°)	Altura máx. de empilhamento (m)	Ângulo máx. (°)	
2	Itabirito compacto	IC						
3	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Canga/Solo	CG/SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ						
	Itabirito friável	IF			60	70	38	
	Gnaisse friável	GNF			65	50	41	
	Quarztito moeda friável	QMF			50	100	33	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF			45		30	
	Xisto friável	XIF			60	50	38	
	Xisto nova lima friável	XNLF						
	Xisto piracicaba friável	XPF						
	Hematita friável	HF			45		30	
	Hematita compacta/hematita anfibolítica	HC/HA			75	200	46	
	Gnaisse compacto	GNC						
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC						
	Quarztito moeda compacto	QMC						
	Xisto compacto	XIC						
	Xisto piracicaba compacto	XPC						
	Xisto nova lima compacto	XNL						
	Itabirito compacto	IC						
	Itabirito anfibolítico	IA						
4	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Canga/Solo	CG/SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ			40	30	28	
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			45	60	30	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF				50		
	Xisto piracicaba friável	XPF						
	Hematita friável	HF						
	Quartzito moeda friável	QMF			55	70	36	
	Xisto friável	XIF			40	50	28	
	Hematita compacta	HC			75	200	46	
	Quartzito moeda compacto	QMC			50	200	33	
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC						

Setor	Litotipo	Abreviaturas	Bancada			Entre Rampas "pé a pé"		Berma de segurança (m)
			Alturas (m)	Bermas (m)	Ângulo de face máx. (°)	Altura máx. de empilhamento (m)	Ângulo máx. (°)	
4	Xisto compacto	XPC						
	Itabirito anfibolítico	IA						
	Quartzito moeda compacto	QMC						
5	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Canga/Solo	CG/SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ						
	Quartzito moeda friável	QMF			55	70	36	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF			40		28	
	Xisto Piracicaba friável	XPF				50		
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			45	70	30	
	Hematita friável	HF				50		
	Gnaisse friável	GNF			65		41	
	Xisto friável	XIF			35	70	25	
	Hematita compacta/hematita anfibolítica	HC/HA			75	200	46	
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC			40		28	
	Quartzito moeda compacto	QMC						
	Xisto nova lima compacto	XNL						
	Xisto compacto	XIC						
	Xisto piracicaba compacto	XPC						
	Itabirito anfibolítico	IA			60		38	
	Itabirito compacto	IC						
6	Canga/Solo	CG	10	7	40	30	28	20
	Veio Quartzo	VQ			40	30	28	
	Xisto friável	XIF			30	70	22	
	Itabirito friável	IF				100		
	Quartzito moeda friável	QMF			45		30	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF				50		
	Hematita friável	HF				50		
	Xisto piracicaba friável	XPF			35	50	25	
	Hematita compacta/hematita anfibolítica	HC/HA			75	200	46	
	Xisto compacto	XIC			40	200	28	
	Itabirito compacto	IC			60	200	38	
	Itabirito anfibolítico	IA						

Setor	Litotipo	Abreviaturas	Bancada			Entre Rampas "pé a pé"		Berma de segurança (m)
			Alturas (m)	Bermas (m)	Ângulo de face máx. (°)	Altura máx. de empilhamento (m)	Ângulo máx. (°)	
7	Solo	SL	10	7	40	30	28	20
	Veio Quartzo	VQ						
	Xisto friável	XIF			35	50	25	
	Itabirito friável	IF				100		
	Quartzito moeda friável	QMF			45		30	
	Hematita friável	HF						
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF			40	70		
	Xisto piracicaba friável	XPF			35			
	Xisto compacto	XIC			40	200	28	
	Hematita compacta	HC			75	200	46	
	Itabirito compacto	IC			60	200	38	
	Itabirito anfibolitico	IA						
8	Veio Quartzo	VQ	10	7	40	30	28	20
	Solo	SL			40	30	28	
	Xisto friável	XIF			35	50		
	Itabirito friável	IF			40	60	28	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF						
	Xisto piracicaba friável	XPF			35	70	25	
	Hematita friável	HF			45	50	30	
	Gnaisse friável	GNF			65	50	41	
	Xisto compacto	XIC			40	200	28	
	Itabirito compacto	IC						
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC						
	Xisto piracicaba compacto	XPC						
9	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Solo	SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ			40	30	28	
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			45	60	30	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF						
	Quartzito moeda friável	QMF			55	70	38	
	Xisto friável	XIF			35	50		
	Xisto piracicaba friável	XPF			35	70	25	
	Hematita friável	HF			45	50	30	

Setor	Litotipo	Abreviaturas	Bancada			Entre Rampas "pé a pé"		Berma de segurança (m)
			Alturas (m)	Bermas (m)	Ângulo de face máx. (°)	Altura máx. de empilhamento (m)	Ângulo máx. (°)	
9	Gnaisse friável	GNF			65	50	41	
	Hematita compacta/hematita anfibolítica	HC/HA			75	200	46	
	Xisto compacto	XIC			40	200	28	
	Xisto piracicaba compacto	XPC						
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC						
	Itabirito compacto	IC			60		38	
10	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Solo	SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ						
	Gnaisse friável	GNF			55	70	36	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF			60	50	38	
	Xisto pircacicaba friável	XPF						
	Hematita friável	HF			45		30	
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			70		43	
	Gnaisse compacto	GNC			75	200	46	
	Hematita compacta/hematita anfibolítica	HC/HA						
	Itabirito compacto	IC			70		43	
	Xisto pircacicaba compacto	XPC			75		46	
	Quartzito pircacicaba ferruginoso compacto	QPFC			85		52	
11	Aterro	AT	10	7	26		20	20
	Canga/Solo	CG/SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ						
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF				60		
	Gnaisse friável	GNF			65	50	41	
	Xisto piracicaba friável	XPF			35		25	
	Hematita friável	HF			45	50	30	
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN				60		
12	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Solo	SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ			40	30	28	
	Gnaisse friável	GNF			65	50	41	
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			70		46	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF			60	60	38	

Setor	Litotipo	Abreviaturas	Bancada			Entre Rampas "pé a pé"		Berma de segurança (m)
			Alturas (m)	Bermas (m)	Ângulo de face máx. (°)	Altura máx. de empilhamento (m)	Ângulo máx. (°)	
12	Xisto piracicaba friável	XPF				50		
	Hematita friável	HF			45		30	
	Xisto piracicaba compacto	XPC			85	200	52	
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC						
	Itabirito Compacto	IC						
13	Aterro	26	10	7	26	-	20	20
	Canga	CG			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ						
	Gnaisses friáveis	GNF			55	70	36	
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			65		41	
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF			55		36	
	Xisto piracicaba friável	XPF			60	50	38	
	Hematita friável	HF			45	50	30	
	Itabirito compacto	IC			65	200	41	
	Itabirito anfibolitico	IA						
	Quartzito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC						
	Xisto piracicaba compacto	XPC						
14	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Canga/Solo	CG/SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ						
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF			50	100	33	
	Xisto Piracicaba friável	XPF			55	70	36	
	Xisto friável	XIF			55	50	36	
	Hematita friável	HF			45	50	30	
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN			60	70	38	
	Hematita compacta/hematita anfibolítica	HC/HA			75	200	46	
	Quartzito moeda compacto	QMC			65		41	
	Quarztito piracicaba ferruginoso compacto	QPFC						
	Xisto compacto	XIC						
	Xisto piracicaba compacto	XPC						
	Itabirito anfibolítico	IA						
	Itabirito compacto	IC						

Setor	Litotipo	Abreviaturas	Bancada			Entre Rampas "pé a pé"		Berma de segurança (m)
			Alturas (m)	Bermas (m)	Ângulo de face máx. (°)	Altura máx. de empilhamento (m)	Ângulo máx. (°)	
15	Aterro	AT	10	7	26	-	20	20
	Canga/Solo	CG/SL			40	30	28	
	Veio Quartzo	VQ						
	Xisto Piracicaba friável	XPF				40		
	Itabirito friável/Itabirito manganesífero	IF/IMN						
	Quartzito piracicaba ferruginoso friável	QPFF						
	Hematita friável	HF			45	50	30	
	Itabirito anfibolitico	IA			60	200	38	
	Itabirito compacto	IC						

6.1.5.4 Determinação do Nível de Água

A sondagem geotécnica também se destina à instalação de instrumentos para medição do nível freático e piezométrico dos maciços rochosos. Foram instalados nos furos de sondagem piezômetros do tipo Casagrande e Medidores de Nível de Água de acordo com o perfil litológico do furo. Nestes instrumentos realiza-se a medição mensal dos dados de nível de água, visando obter informações necessárias para estudo de estabilidade dos taludes da cava.

Figura 13 Instrumento de medição do nível de água na região prevista para expansão da cava Morro Agudo

Fonte: Vale, 2017.

Para garantir as condições de estabilidade favoráveis indicadas pelos estudos de estabilidade, deve-se instalar durante a implantação da geometria final das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, um sistema eficiente que garanta o rebaixamento do nível da água subterrâneo aos níveis apresentados nas seções analisadas.

A cava Morro Agudo, composta pelas frentes de lavra Morro Agudo e Espigão do Pico, está inserida no contexto hidrogeológico dos quartzitos da Formação Moeda, das rochas ferríferas da Formação Cauê, compostas por hematititos e itabirito friáveis e compactos e aos quartzitos do Grupo Piracicaba. A afinidade aquífera foi comprovada pela condutividade hidráulica obtida em ensaios de campo. Ainda que não visíveis em mapeamento de superfície, diques máficos intrudidos nesta unidade podem estar presentes, condicionando barreiras hidráulicas que desempenham papel de compartimentação do aquífero em determinadas porções restritas.

Tal característica, aliada aos planos de lavra da mina que abrangem a formações ferríferas associadas ao método de lavra convencional a céu aberto, corroboram para a necessidade de rebaixamento prévio do nível de água do aquífero, para permitir a continuidade da explotação de minério de ferro em cotas inferiores à cota do nível d'água natural existente na jazida.

O rebaixamento de água subterrânea na cava torna-se necessário para prevenir o contato do *botton pit* (fundo de cava) com o nível freático, evitando alagamentos e interrupções nas atividades de carregamento e transporte. Portanto se faz necessário o bombeamento dessa água para drenagens naturais externas aos limites da cava.

De acordo com sequenciamento se faz necessário a realização do bombeamento contínuo de água por meio de poço tubular posicionado estrategicamente em algumas regiões da cava.

Com o objetivo de se estimar a vazão a ser bombeado para realizar o rebaixamento de nível freático para as atividades de mineração foi desenvolvido pela empresa Watergeo Solutions em novembro de 2020, um modelo hidrogeológico numérico (computacional) visando avaliar o comportamento do fluxo de água subterrâneo compatível com o sequenciamento de desenvolvimento da mina. Este estudo encontra-se apresentado no item 11.5.5 – Hidrogeologia deste EIA, e, também, é apresentado na íntegra no **Anexo 10** deste EIA.

Com base no modelo calibrado em regime permanente foi realizada, também em regime permanente, a simulação do rebaixamento do nível d'água para atendimento ao plano de lavra final previsto para as cavas Morro Agudo e Espigão, considerando o ano final de exploração em 2029, tendo sido também disponibilizados os planos de lavras previstos para os anos de 2022 a 2025. Porém, como a simulação foi realizada em regime permanente, optou-se pela simulação apenas do plano de lavra final previsto (2029).

Atualmente o pit da cava Morro Agudo encontra-se na cota 840 metros. Até o ano de 2025, o processo de lavra nesta cava se dará principalmente atingindo o pit mais baixo na cota 820 metros. No período até 2029 (cava final) observa-se o aprofundamento da cava Morro Agudo até a cota 710 metros e a intensificação da exploração na cava Espigão. Ressalta-se que a lavra na cava Espigão se fará essencialmente em encosta, com conformação de pits fechados apenas nas porções mais baixas da cava, ao passo que, na cava Morro Agudo, em função da forma de ocorrência do minério, será conformada uma cava fechada.

Em 17/09/2020 foi protocolada no órgão uma solicitação de outorga para captação de água subterrânea para fins de pesquisa hidrogeológica nas cavas Morro Agudo e Espigão. Esta pesquisa prevê a instalação e operação de quatro poços tubulares profundos para rebaixamento do nível d'água, de modo a fornecer dados e informações necessárias para a calibração e simulação do modelo hidrogeológico computacional em regime transitório, e dimensionamento do sistema de rebaixamento a ser implantado nestas cavas.

6.2 Expansão da Pilha de Estéril (PDE) Nova Cururu

6.2.1 Características do Projeto

A PDE Nova Cururu já licenciada e em operação possui uma área de 30,00 ha e altura de 150 metros, conforme apresentam as cópias da Licença de Operação e as Outorgas das intervenções em cursos d´água no **Anexo 5** deste EIA.

- Licença de Operação emitida pelo COPAM: Processo COPAM 0118/1986/039/2010 e LO 002/2013 (validade até 27/03/2017);
- Portaria nº 1503457/2019: Outorga de canalização do afluente do córrego Pé da Serra pela margem direita (dreno de fundo 1);
- Portaria nº1503454/2019 (12/04/2029): Outorga de canalização do afluente do córrego Pé da Serra pela margem direita (dreno de fundo 2);
- Portaria nº1503451/2019 (12/04/2019): Outorga de canalização do afluente do córrego Pé da Serra pela margem direita (dreno de fundo 3) com validade de 5 anos.

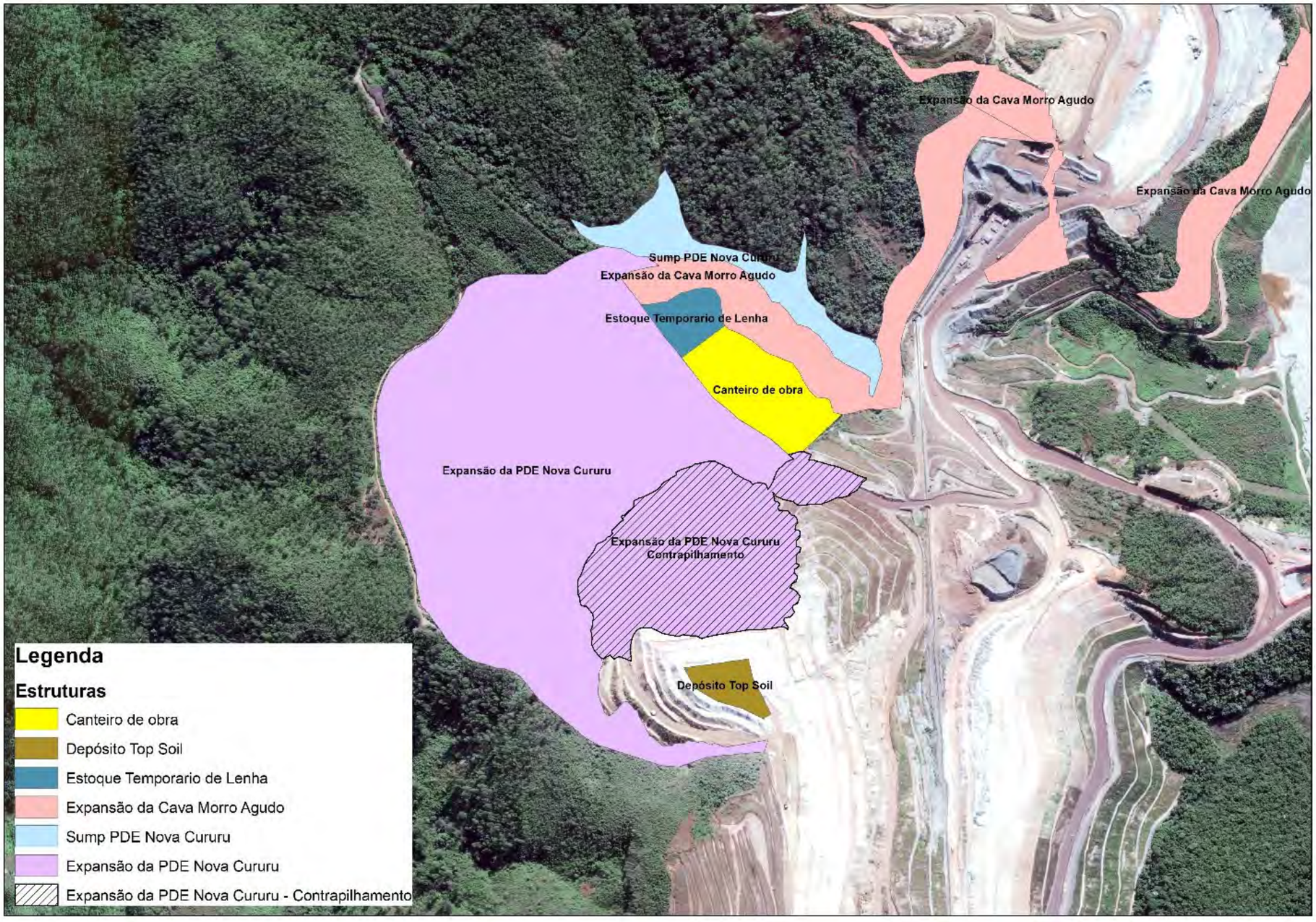
Com o projeto da sua expansão, a área nova da pilha terá uma capacidade para armazenar o volume de 17.151.861,0 m^3 de estéril (17,15 Mm^3) nesta expansão. O material estéril será transportado da cava até a pilha por meio de caminhões fora de estrada modelo Caterpillar CAT-777G com capacidade para 90 toneladas.

A PDE Nova Cururu será uma ampliação da pilha já existente. A área nova da expansão da pilha corresponderá a 39,42 ha. Além disso, haverá um contrapilhamento com a estrutura existente de 12,61 ha, perfazendo um total de 52,03 ha de intervenção, como está apresentado no Quadro 09 e na Figura 14. A importância da junção das PDEs está ligada ao sucesso da drenagem superficial, na conexão de bermas e, também, em ganho de disposição de estéril.

Quadro 09 Quantitativo da área da PDE Nova Cururu

Tipologia de Uso	Total (ha)
Contrapilhamento sobre a PDE Cururu	12,61
Intervenção em Área Nova	39,42
TOTAL	**52.03**

Figura 14 Área de contrapilhamento sobre a PDE Cururu existente



Fonte: Vale, 2021

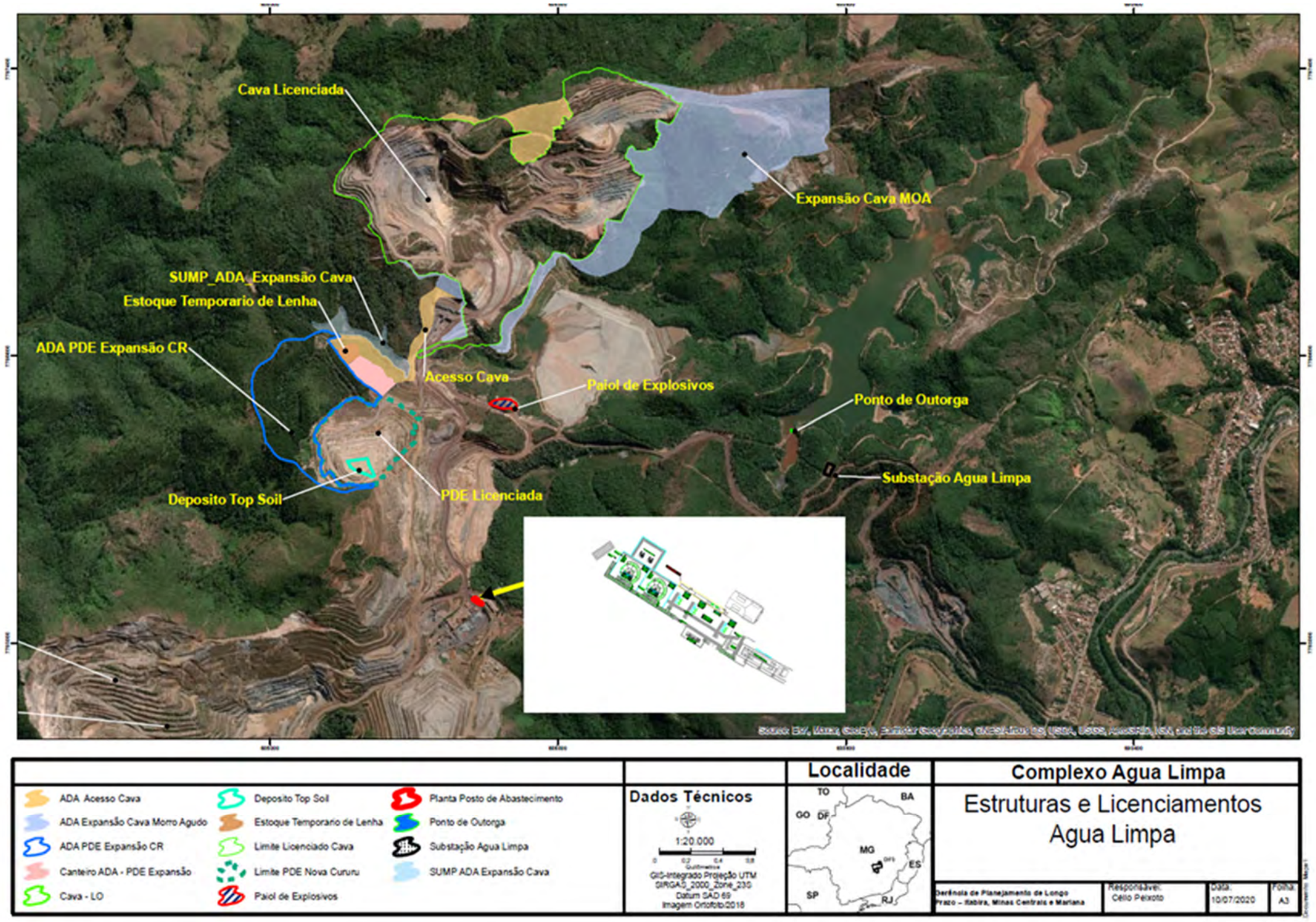
A Expansão da PDE Nova Cururu terá sua crista final na cota 985,00 m, a altura total de 130,41 metros, com taludes individuais de 2H:1V (~26,6º) e talude médio final de 3H:1V (~18º), uma vez que serão adotadas bermas de 7 m de largura a cada 10 m de altura e acessos operacionais de 30 m de largura. Será mantido o atual *sump* em operação para a contenção de sedimentos, cuja área de 3,98 ha integra este processo de licenciamento ambiental (WALM, 2020).

O Projeto da Expansão da PDE Nova Cururu consiste em uma estrutura de disposição de estéril e contará com estruturas complementares, tais como: dispositivos de drenagens superficiais (canal periférico, canaletas de berma, descidas d'água, dissipadores de energia), dreno de fundo, sistema de contenção de sedimentos, instrumentação e acessos de obras/operação conforme projeto detalhado – Relatório Técnico – Expansão da PDE Nova Cururu, elaborado pela Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental (WALM, 2020). Os desenhos de projeto da expansão da PDE Nova Cururu são apresentados no **Anexo 6** deste EIA.

A Figura 15 apresenta a localização da Expansão da PDE Nova Cururu no contexto da Mina de Água Limpa. A Figura 16 seguinte, mostra um detalhe das estruturas de apoio da PDE Nova Cururu (áreas destinadas ao estoque temporário de lenha, canteiro de obras e *sump*).

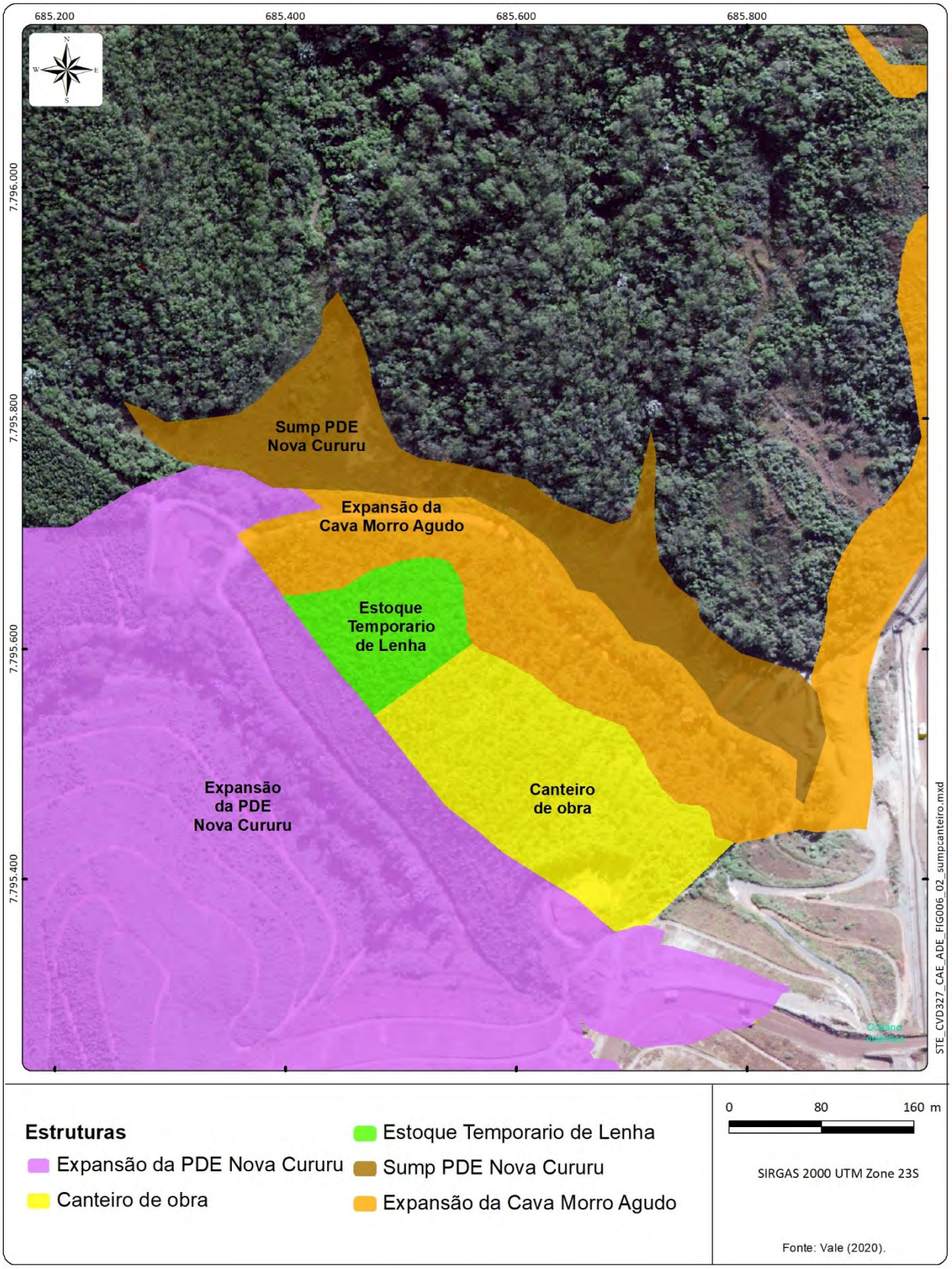
Cabe informar que parte da área ocupada por plantio de eucalipto (22,58 ha) obteve a autorização de supressão por meio do Requerimento de Colheita e Comercialização de Floresta Plantada - RCC (Documento 09030700138/2019 de 01/11/2019, conforme apresenta o **Anexo 5** deste EIA.

Figura 15 Área do Projeto da Expansão da PDE Nova Cururu



Fonte: Vale 2020

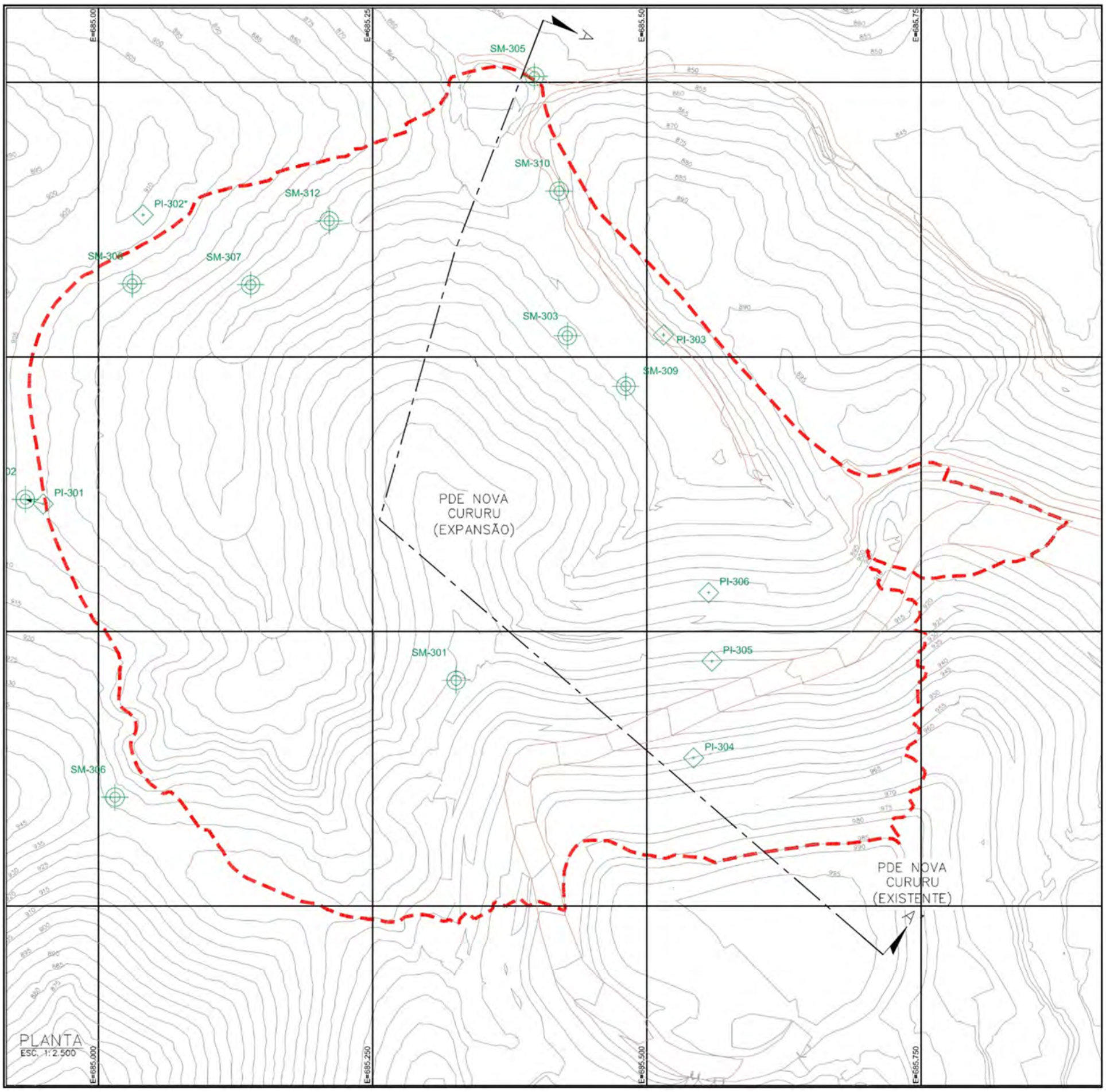
Figura 16 Detalhe da área da expansão da PDE Nova Cururu e estruturas de apoio



6.2.2 Estudos Geotécnicos

Inicialmente para o detalhamento do projeto foi executada campanha de sondagem geotécnica para caracterização dos materiais da fundação da área de Expansão da PDE Nova Cururu. As investigações geológicas-geotécnicas constam no Relatório de Visita e Acompanhamento Técnico das Sondagens na Área de Expansão da PDE (RL-1190MM-B-01117), elaborado pela Walm em 2018. O relatório apresenta os resultados das investigações das sondagens à percussão (SP), sondagens a trado (ST) e poços de inspeção (PI), conforme apresenta a Figura 17 com a localização dos pontos amostrados na campanha de investigação executada.

Figura 17 Campanha de investigações geológico-geotécnicas realizadas na área da Expansão da PDE Nova Cururu



Fonte: Walm, 2018 (RL-1190MM-B-01117).

6.2.2.1 Análise de estabilidade da PDE Nova Cururu

Neste item será apresentada a análise de estabilidade apresentada no projeto detalhado RL-1190MM B 01118, elaborado pela Walm Engenharia em 2018.

As análises de estabilidade estudaram a condição normal de operação, simulando o funcionamento adequado do sistema de drenagem de fundo e a condição crítica de operação, simulando o inadequado funcionamento dos drenos de fundo. Ambas as simulações consideraram o cenário final de operação da pilha (El. 985,00 m).

6.2.2.1.1 Parâmetros adotados nas análises de estabilidade

A definição dos parâmetros de resistência dos materiais componentes da pilha baseou-se nos resultados dos estudos geomecânicos realizados para a área da PDE Nova Cururu existente, realizados pela Prospec Solos Geologia e Sondagens em 2003, para o projeto executivo elaborado pela Solosconsult.

Para o projeto detalhado de expansão da pilha, foram realizados estudos geomecânicos para a área de implantação da Expansão da PDE Nova Cururu, pela Fugro In Situ Geotecnia, no segundo semestre de 2018.

Portanto, para a definição dos parâmetros de resistência dos materiais componentes da fundação da área de expansão, baseou-se nos resultados da campanha supracitada.

Estéril

Em relação ao estéril a ser disposto na pilha em estudo, foi considerado que será o mesmo que disposto na região da PDE Nova Cururu existente. Portanto, os parâmetros de resistência adotados para esse material se basearam nos resultados obtidos em ensaios de laboratório realizados na pilha existente em 2003.

Ressalta-se que a empresa Walm Engenharia não reavaliou os resultados obtidos nos ensaios, tendo em vista que o relatório de ensaios triaxiais não apresenta, na íntegra, os dados de saída dos referidos ensaios.

Fundação

Mediante mapeamento geológico-geotécnico realizado pela equipe técnica da Walm Engenharia e, principalmente, pelos resultados das sondagens realizadas pela Fugro In Situ (Relatório VRD-22-GRE-13 – Campanha 2018) os parâmetros e litologias da fundação foram definidos. O Quadro 10 apresenta os parâmetros adotados nas análises numéricas.

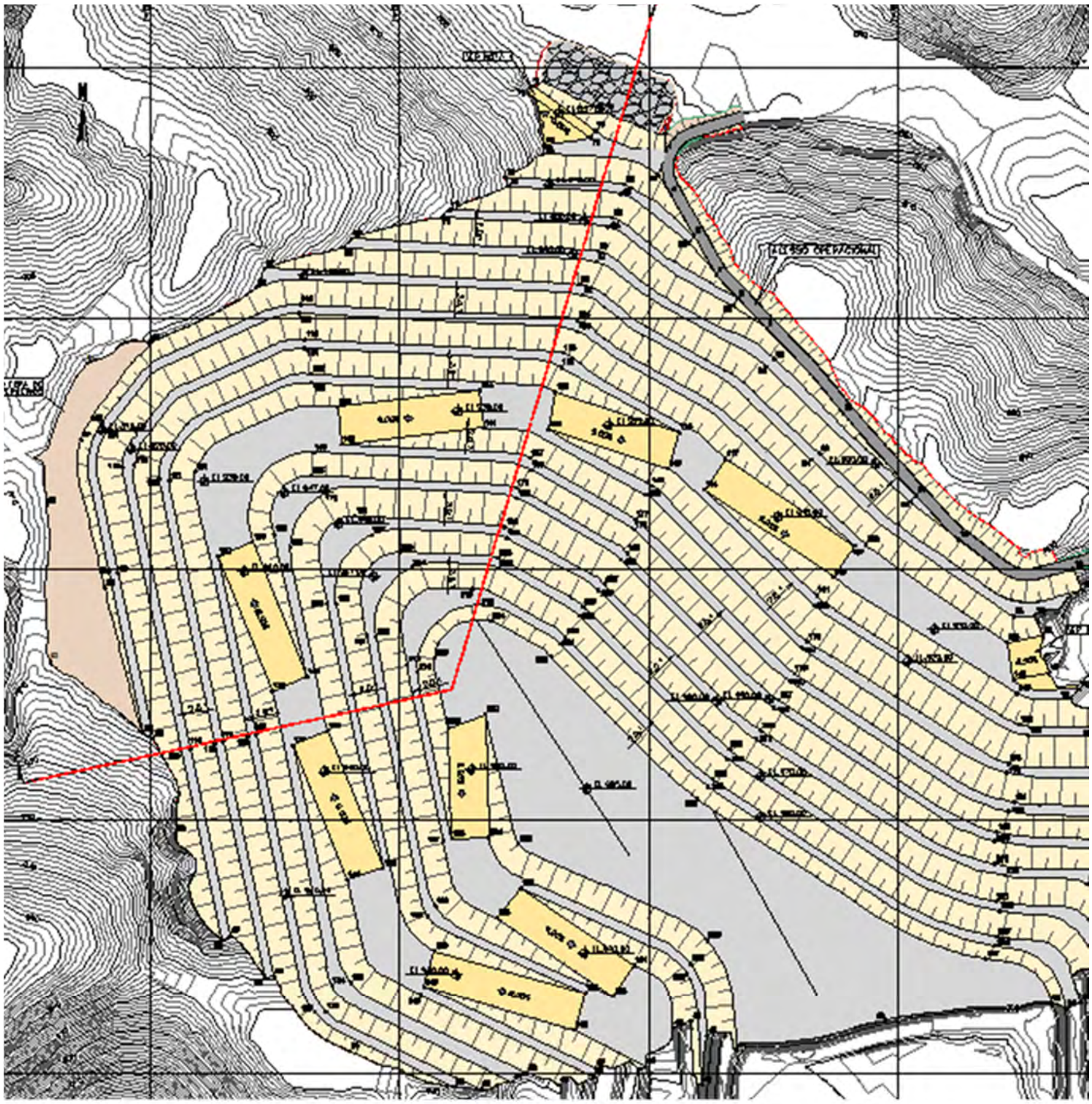
Quadro 10 Parâmetros de resistência dos materiais da Expansão da PDE Nova Cururu

Material	Parâmetros de resistência		
	Peso Específico γ (kN/m^3)	Coesão c' (kPa)	Ângulo de Atrito ϕ (°)
Estéril	19	10,00	28,00
Fundação 01 - Enrocamento	21	0,00	35,00
Fundação 02 - Solo residual maduro	20	5,00	26,00
Fundação 03 - Solo residual jovem	20	10,00	27,00
Fundação 04 - Saprolito	23	14,00	27,00
Fundação 05 - Rocha alterada	24	20,00	35,00
Fundação 06 - Rocha compacta	25	600,00	40,00

6.2.2.1.2 Seção analisada e cenários e condições consideradas

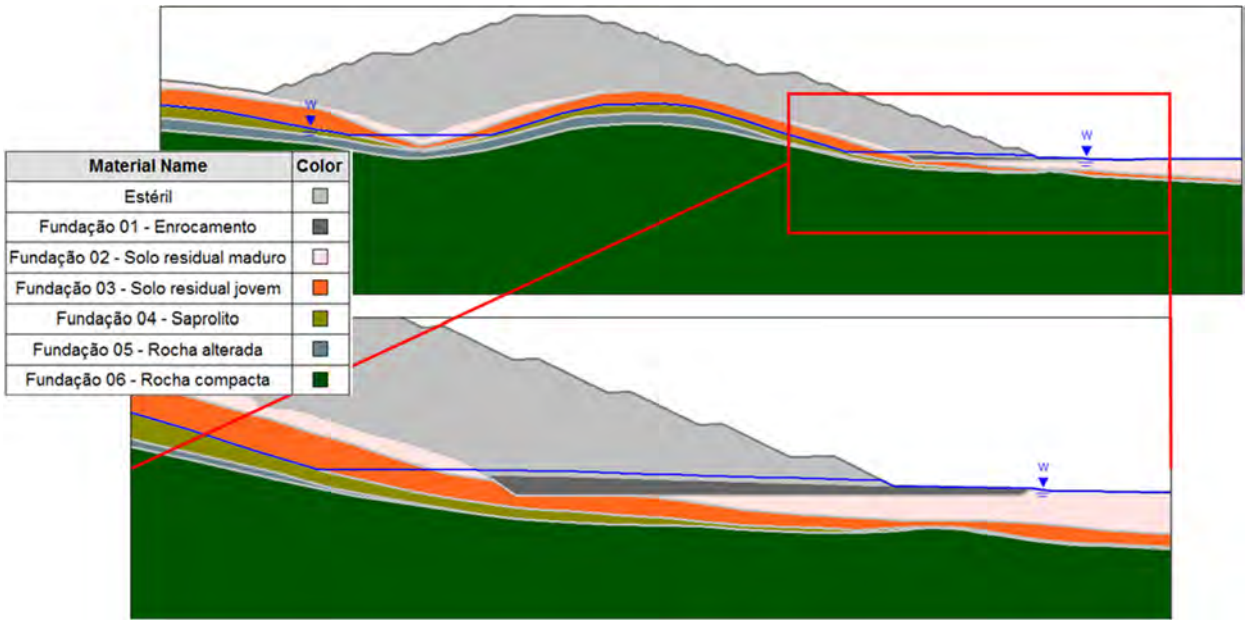
Para a avaliação geotécnica do Projeto de Expansão da PDE Nova Cururu foi estudada uma seção (Seção A-A'), cuja localização geral, em planta, está indicada na Figura 18 a seguir. Adicionalmente, a Figura 19 ilustra o modelo geológico-geotécnico considerado.

Figura 18 Localização em planta da seção geológico-geotécnica analisada para a Expansão da PDE Nova Cururu



Fonte: Walm, 2020

Figura 19 Modelo Geológico-geotécnico utilizando – Seção A-A'



Cabe destacar que toda a camada de aluvião ao longo dos talvegues existentes na área destinada à expansão da pilha, bem como de sedimentos identificados na porção nordeste da poligonal de licenciamento, no pé da pilha ser executada, deverão ser escavadas.

A seguir estão descritas as condições adotadas para cada cenário:

- **Cenário 01**
  - Cenário final de operação: El. final da pilha na El. 985,00 m;
  - Condição normal de operação: superfície freática normal (funcionamento normal dos drenos de fundo);
  - Superfície circular.
- **Cenário 02**
  - Cenário final de operação: El. final da pilha na El. 985,00 m;
  - Condição normal de operação: superfície freática normal (funcionamento normal dos drenos de fundo);
  - Superfície planar.
- **Cenário 03**
  - Cenário final de operação: El. final da pilha na El. 985,00 m;
  - Condição crítica de operação: superfície freática crítica (funcionamento anormal dos drenos de fundo);
  - Superfície circular.

- **Cenário 04**
  - Cenário final de operação: El. final da pilha na El. 985,00 m;
  - Condição crítica de operação: superfície freática crítica (funcionamento anormal dos drenos de fundo);
  - Superfície planar.

As figuras com os resultados obtidos nas análises numéricas finais de estabilidade para a seção geotécnica estudada, em condições conforme descritas acima, estão apresentadas a seguir. O Quadro 11 apresenta uma síntese de tais resultados.

Quadro 11 Fatores de segurança (F.S.) obtidos nas análises numéricas

Seção	Cenário	Tipo	Condição	Figura	F.S. mínimo obtido	F.S. Mínimo Admitido
A-A'	Cenário 01 - Final de Operação	Drenada - Circular	Condição normal de operação (superfície freática normal, funcionamento normal dos drenos de fundo) parâmetros efetivos (c' e ϕ').	Figura 20	1,53	1,5
	Cenário 02 - Final de Operação	Drenada - Planar		Figura 21	1,50	1,5
	Cenário 03 - Final de Operação	Drenada - Circular	Condição crítica de operação (superfície freática crítica, funcionamento anormal dos drenos de fundo) parâmetros efetivos (c' e ϕ').	Figura 22	1,40	1,3
	Cenário 04 - Final de Operação	Drenada - Planar		Figura 23	1,39	1,3

Figura 20 Seção A-A' – Cenário 01 – Final de operação – Condição normal de operação (funcionamento normal dos drenos de fundo) – Superfície circular

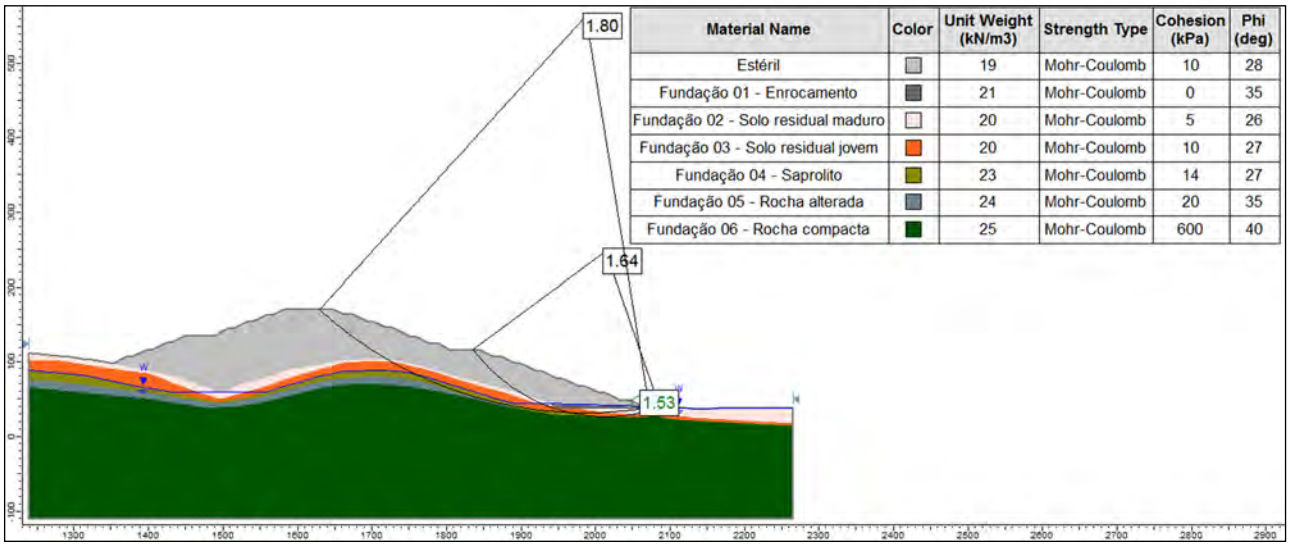
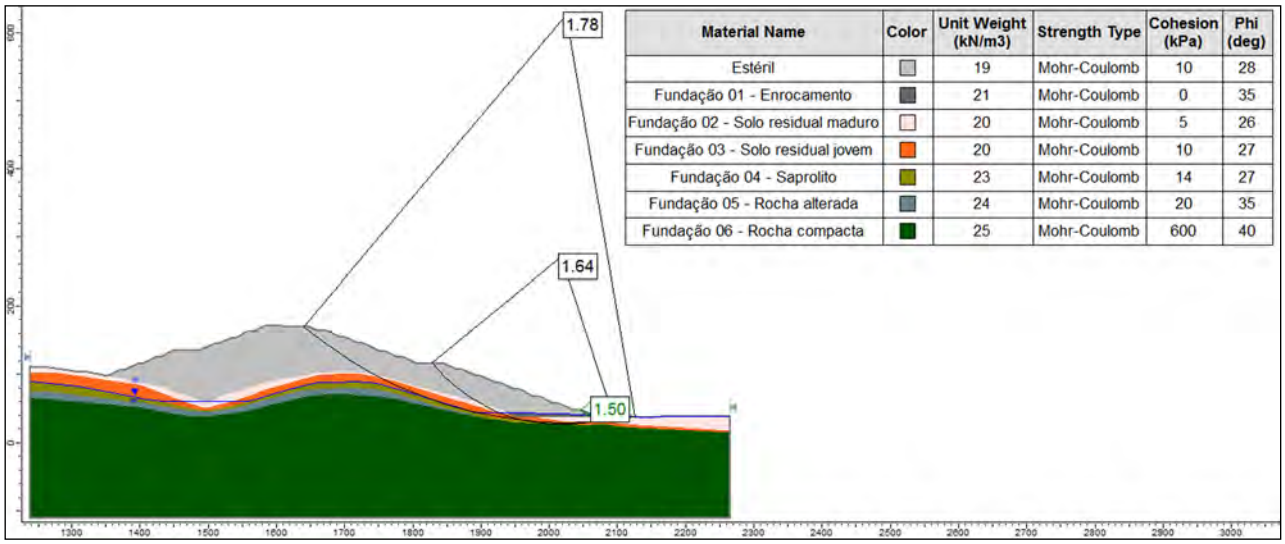
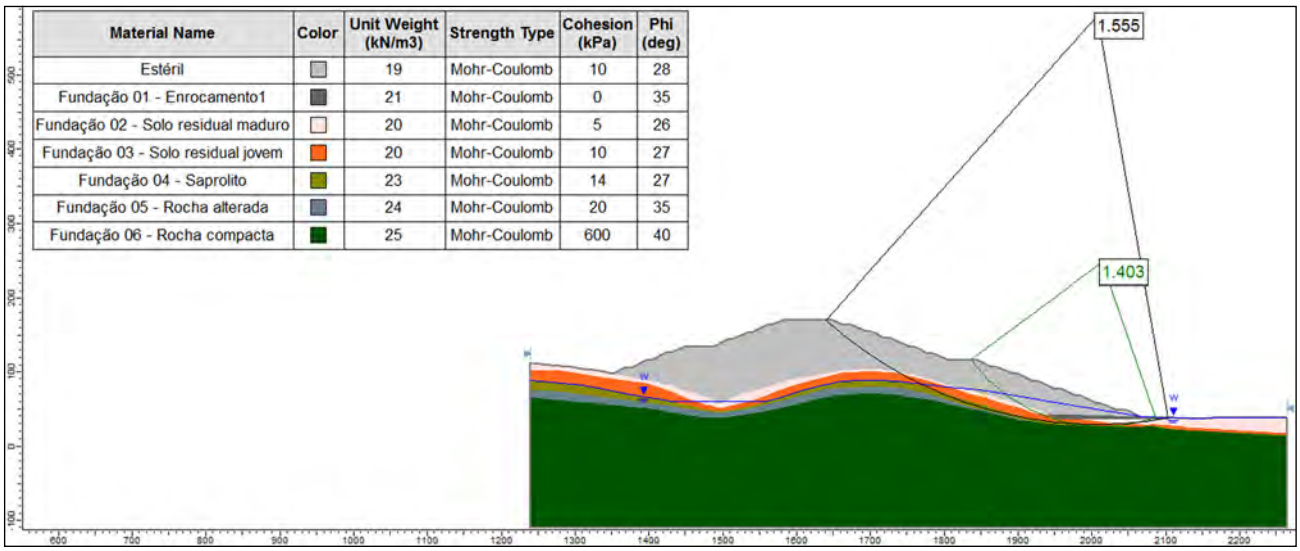


Figura 21 Seção A-A' – Cenário 02 – Final de operação – Condição normal de operação (funcionamento normal dos drenos de fundo) – Superfície Planar



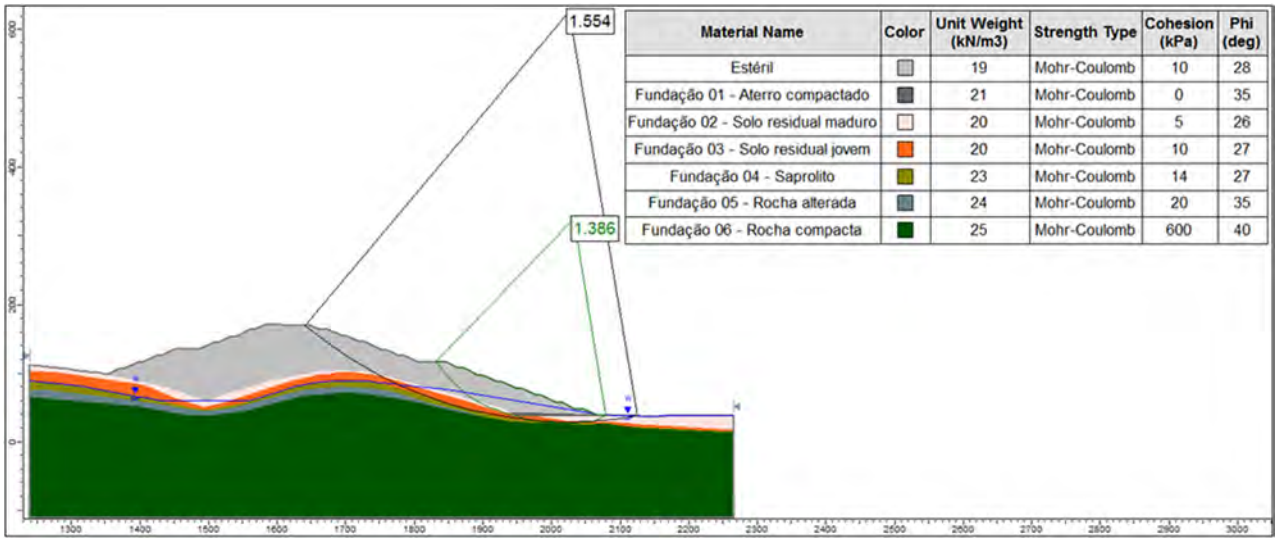
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Estéril		19	Mohr-Coulomb	10	28
Fundação 01 - Enrocamento		21	Mohr-Coulomb	0	35
Fundação 02 - Solo residual maduro		20	Mohr-Coulomb	5	26
Fundação 03 - Solo residual jovem		20	Mohr-Coulomb	10	27
Fundação 04 - Saprolito		23	Mohr-Coulomb	14	27
Fundação 05 - Rocha alterada		24	Mohr-Coulomb	20	35
Fundação 06 - Rocha compacta		25	Mohr-Coulomb	600	40

Figura 22 Seção A-A' – Cenário 03 – Final de operação – Condição crítica de operação (funcionamento anormal dos drenos de fundo) – Superfície Circular



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Estéril		19	Mohr-Coulomb	10	28
Fundação 01 - Enrocamento1		21	Mohr-Coulomb	0	35
Fundação 02 - Solo residual maduro		20	Mohr-Coulomb	5	26
Fundação 03 - Solo residual jovem		20	Mohr-Coulomb	10	27
Fundação 04 - Saprolito		23	Mohr-Coulomb	14	27
Fundação 05 - Rocha alterada		24	Mohr-Coulomb	20	35
Fundação 06 - Rocha compacta		25	Mohr-Coulomb	600	40

Figura 23 Seção A-A' – Cenário 04 – Final de operação – Condição crítica de operação (funcionamento anormal dos drenos de fundo) – Superfície Planar



Frente aos resultados das análises de estabilidade, a geometria proposta para a expansão da PDE Nova Cururu atende ao preconizado nas diretrizes propostas pela Norma Técnica Brasileira para "Elaboração e Apresentação de Projetos de Disposição de Estéril em Pilha" – NBR 13.029 (ABNT, 2017).

6.3 Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

6.3.1 Caracterização

Atualmente no Posto da Mina de Água Limpa estão em operação sete (7) tanques de 15 m^3 totalizando o volume de 105 m^3 horizontal para os combustíveis: diesel S10 (1 tanque) e diesel S500 (6 tanques). Os tanques possuem sensor de nível cheio com alarmes que acionam quando o tanque atingir 95% da capacidade nominal; além disso, a tancagem e a bacia de contenção possuem teste de estanqueidade válido até 2021. São quatro bombas de distribuição, sendo duas com vazão de 100 litros por minuto e duas com vazão de 300 litros por minuto. O consumo do Diesel S500 é de 45 m^3 por dia e o de Diesel S10 é de 1,5 m^3 por dia. Os tanques possuem bacia de contenção, com registro de saída direcionada para canaletas interligadas ao sistema de tratamento de efluentes (ETEs) das oficinas.

O escopo desta ampliação da tancagem contempla: o descomissionamento de quatro reservatórios horizontais existentes, com capacidade para 15 m^3 cada, sendo tanques de óleo Diesel S10 e S500; a demolição das baias para execução de novas baias que atenderão o volume exigido dos novos tanques; e, a remoção do tanque da baia 2 para manter distância mínima exigida por norma entre tanques de fluídos diferentes.

O Projeto de Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa consistirá na inclusão de dois reservatórios novos, com capacidade para 100 m^3 de óleo diesel S500 cada, que serão instalados no lugar dos tanques atuais de Diesel S10 e S500 que serão removidos. Também, será realizada a adequação de escadas de acessos e das plataformas de circulação entre tanques existentes e novos reservatórios com 100 m^3 de volume útil e das baias de contenção dos novos tanques de diesel S500, a fim de conter possíveis vazamentos de diesel; por fim, as demais muretas terão suas alturas mantidas.

O projeto prevê também a construção de uma nova escada de acesso e plataforma para o *skid* de descarga existente, a readequação do tanque da baia 1 para receber Etanol, a revitalização de toda área da tancagem com pintura, a retirada do sistema de gasolina existente, a execução de casa de bombas com sistema de filtro Donaldson, para Diesel S10 e S500, incluindo bombas em *Stand-by*, instalação do sistema de medição de vazão nos pontos de abastecimento de diesel S10 e S500 e a instalação de um gerador para alimentar o *no-break* (existente) em função da necessidade de manter o sistema de combate a incêndio operante 24/7.

Todos os tanques novos serão submetidos ao teste de estanqueidade de acordo com as normas vigentes e aplicáveis.

Portanto, o novo *layout* da tancagem do posto de combustível da Mina de Água Limpa totalizará 245 m^3 e será composto por:

- 02 (dois) tanques novos de 100 m^3 cada de S500 (TQ-1140MM-05 e TQ-1140MM-04) com uma bacia de contenção 170 m^3 para cada tanque;
- 02 (dois) tanques existentes de 15 m^3 cada de S10 (TQ-1140MM-03 e TQ-1140MM-02 com uma bacia de contenção 18 m^3 para cada tanque;
- 01 (um) tanque existente de 15 m^3 de etanol (TQ-1140MM-01) com uma bacia de contenção 18 m^3 para o tanque.

Vale ressaltar que não haverá alteração de área intervinda, pois somente serão substituídos os tanques horizontais por tanques verticais e realizadas melhorias nas instalações, conforme descrito acima.

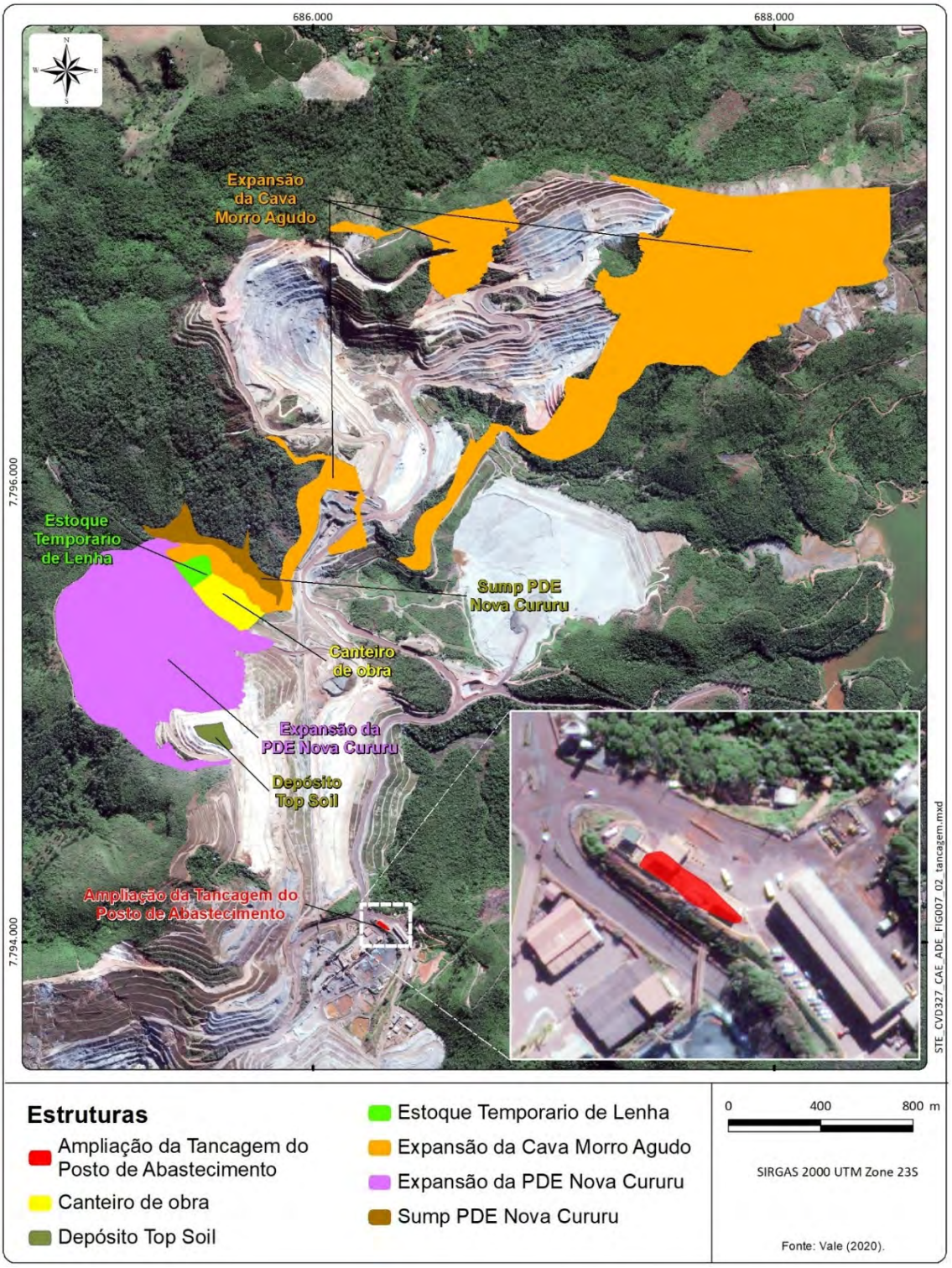
No **Anexo 7** deste EIA é apresentado o novo arranjo geral do Posto da Mina de Água Limpa (desenhos 1680MM-L-00008 e 1680MM-L-00009), cujo recorte é mostrado na Figura 24 seguinte.

As bombas centrífugas do posto e seus acessórios deverão estar prontos para operação após a instalação e a realização dos testes em campo. A bomba deverá possibilitar o ajuste externo da folga entre o rotor e o revestimento do lado da sucção, sem requerer relocação do sistema de acionamento.

Os manuais de instalação, operação e manutenção deverão conter tabelas de torques de aperto dos parafusos, folgas a serem obedecidas, instruções de troca de peças e componentes, especificações de materiais, planos de inspeção e lubrificação, bem como uma lista de sobressalentes. Já os planos de lubrificação deverão incluir tipos de lubrificação e lubrificantes, quantidades e frequência requeridas.

O fluxograma de engenharia pode ser visualizado na figura apresentada no **Anexo 7** deste EIA no Desenho 1680MM-T-10011.

Figura 24 Localização do Posto de Abastecimento da Mina de Água Limpa



Para o Projeto de Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa também foram necessárias adequações do Sistema de Combate Contra Incêndio (SPCI) e do Sistema de Prevenção de Descargas Atmosféricas (SPDA). Para o SPCI existente, será adicionada uma reserva técnica de incêndio igual a 10 m^3, totalizando uma Reserva Técnica de Incêndio (RTI) igual a 30 m^3. A instalação de instrumentação para o novo tanque e o novo sistema de combate a incêndio deverá ser interligado ao sistema existente do posto de combustíveis. Já o SPDA deverá ser refeito para atender a nova norma publicada em 2015, conforme Figura 25.

Figura 25 Locação dos novos tanques para o layout do Posto da Mina de Água Limpa

SELEÇÃO DO NÍVEL DE PROTEÇÃO (CONFORME NBR 5419-2:2015)			
CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA	TIPO DE COBERTURA CONSIDERADO	NÍVEL DE PROTEÇÃO CONSIDERADO	
ESTRUTURA MISTA ALVENARIA / METÁLICA PORTAS METÁLICAS	TELHA METÁLICA ESTRUTURA DO TELHADO – METÁLICA	NÍVEL II	
PROJETO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO (CONFORME TABELAS 1, 2 E 3 NBR 5419-3:2015)			
MÉTODO CONSIDERADO	TIPO DE CAPTAÇÃO	COMPRIMENTO DO POSTE/MASTRO PARA CAPTOR FRANKLIN	
		MÍNIMO	ADOTADO
ÂNGULO DE PROTEÇÃO	PARA RAIOS FRANKLIN	4m	5m
PROJETO DO SUBSISTEMA DE CONDUTORES DE DESCIDA (CONFORME TABELA 4 NBR 5419-3:2015)			
MÉTODO CONSIDERADO	ÂNGULO DE PROTEÇÃO / ELETROGEOMÉTRICO		
ESPAÇAMENTO MÁXIMO	10m		
PROJETO DO SISTEMA DE DPS (CONFORME TABELA 3 NBR 5419-1:2015)			
CONSIDERADO UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO – CLASSE II			

Os projetos de SPCI e SPDA podem ser verificados nos desenhos no **Anexo 7** deste EIA (1680MM-T-0015 e 1680MM-T-0016 e 1680MM-E-10026, 1680MM-E-10027,).

Para as demais adaptações do novo arranjo geral foram realizados levantamento de campo para verificar as possíveis interferências do novo arranjo geral do Posto da Mina de Água Limpa para estudar as soluções que causariam menor impacto ambiental e econômico. Após o levantamento e estudo para as adaptações do novo arranjo geral foram elaborados projetos detalhados para demolir e adequar as bases dos tanques, adequação das plataformas e escadas de acesso aos tanques horizontais existentes e para acesso aos novos.

É importante informar que antes da demolição e retirada das estruturas que não serão utilizadas no posto, deverá ocorrer a comunicação aos órgãos e autoridades devidos, para resguardo legal e amparo para evacuação e segurança, tomar medidas preliminares referentes a desativação dos serviços, identificar riscos e prever a instalação de medidas de proteção ao público e trabalhadores envolvidos e fornecimento de equipamentos de segurança necessários para garantir a integridade do trabalhador.

Os tanques a serem substituídos serão destinados a empresa credenciada e homologada para destinação final.

A demolição das bases pode será mecanizada ou manual e deverão ser tomadas medidas adequadas para proteção contra danos aos operários e observadas as prescrições das Normas NR-18 - Condições de Trabalho na Indústria da Construção e da ABNT - NBR 5682:1977 - Contrato, execução e supervisão de demolições.

O sistema de escoamento das águas pluviais não será alterado, já que a área da bacia continuará a mesma. As canaletas serão refeitas, onde necessário, e adequadas as novas baias dos tanques, considerando interligação das canaletas na caixa separadora de água e óleo existente. Cabe ressaltar que as baias são individuais por tanque, e têm capacidade de contenção para derramamento de todo volume do tanque nela contido. Os tanques possuem válvulas solenoides e chaves de nível que evitam transbordamento. O arranjo do posto poderá ser verificado no Desenho 1680MM-L-00009, no **Anexo 7** deste EIA.

6.3.2 Teste de Comissionamento do Posto da Mina de Água Limpa

Durante o comissionamento da ampliação do posto serão executados os testes sem e com carga, para a verificação e comprovação da compatibilidade do equipamento às características de desempenho especificadas. Os testes serão acompanhados pelo representante credenciado do fornecedor.

Para avaliação geotécnica do Projeto de Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa foi realizada sondagem SPT, conforme projeto básico RL-1680MM-X-01704 – Sondagem – Posto de Abastecimento elaborado pela empresa Chammas Engenharia.

Testes sem carga

As cargas e os esforços solicitantes nas partes principais dos equipamentos serão avaliados com o equipamento nas seguintes condições:

- Operando em sem carga;
- Partida e parada sem carga.

Testes com carga

As cargas e os esforços solicitantes nas partes principais dos equipamentos serão avaliados com o equipamento nas seguintes condições:

- Parado em plena carga;
- Partida e parada com carga;
- Alimentado na capacidade de projeto.

Para os testes de performance, após os testes preliminares, a capacidade nominal do equipamento deverá ser comprovada por um teste de operação contínua, realizado num período mínimo de 8 horas, durante o qual o equipamento deverá operar nas condições normais de serviço, sem interrupções de qualquer natureza, sem avarias, sobreaquecimento, sobrecargas ou desgastes excessivos em nenhum de seus componentes. Qualquer interrupção ocorrida durante o período dos testes poderá ser considerada suficiente para a reprovação do desempenho da máquina.

Além dos testes especificados anteriormente, o fornecedor deverá ainda descrever e propor:

- Precauções na primeira fase de operação;
- Precauções antes das operações;
- Notas a respeito da operação;
- Instruções para a correção de falhas mais comuns;
- Critérios para aceitação técnica.

Nos tanques horizontais que serão reutilizados deverão ser realizados os processos de decapagem dos tanques, pintura e teste de estanqueidade.

6.4 Saúde e Segurança

A Mina de Água Limpa, em cumprimento a NR-22 Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração, no que diz respeito à Circulação e Transporte de Pessoas e Materiais, dispõe de plano de trânsito estabelecendo às regras de circulação.

Durante a etapa de implantação/operação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, deverá ser mantido e adequado o procedimento de segurança e plano de tráfego, conforme procedimentos já adotados pela empresa. Nele deverão constar os trajetos a serem utilizados, horários e restrições de circulação, interrupções de tráfego e os desvios provisórios e/ou estreitamentos de pistas e sua respectiva sinalização, entre outros aspectos, de forma a garantir a implantação e operação do projeto sem prejudicar as condições de segurança e visando preservar a integridade física dos funcionários e do patrimônio da empresa.

Além dessas medidas para minimizar os riscos de acidentes, deve-se dar continuidade ao treinamento dos funcionários quanto às medidas de segurança de condução dos veículos e ao treinamento de direção defensiva.

A adequação do plano deverá ocorrer antes do início da implantação/operação do projeto requerido. Uma vez que o *layout* da mina é dinâmico e suas características são constantemente alteradas, o plano deverá ser atualizado continuamente. Esse plano deverá ser adequado conforme recomendações estabelecidas pela Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) exclusiva para o setor mineral (NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração), que estabelece diretrizes no que diz respeito à circulação, transporte de pessoas e materiais, prevendo a implantação de sinalização vertical e de dispositivos de segurança onde houver risco de queda de veículos, tais como leiras e barra de proteção de acordo com as condições da pista de rolamento. Destaca-se que as leiras de proteção longitudinais deverão ter altura de no mínimo a metade do diâmetro do pneu do maior veículo que irá circular nas estradas de acesso (= raio).

7. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO – ETAPA DE IMPLANTAÇÃO

7.1 Operações Principais

7.1.1 Interferências com Estruturas Existentes

Este item visa a identificar as áreas que sofrerão interferências com os objetos do processo de licenciamento ambiental do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**.

7.1.1.1 Expansão da Cava Morro Agudo

A Expansão da Cava Morro Agudo, que compreende as áreas de novas frentes de lavra das cavas Morro Agudo (a oeste) e Espigão do Pico (a leste), não terá interferência com estruturas já existentes na Mina de Água Limpa. Consistirá somente na expansão da área de lavra nesta cava, sendo iniciada pelas atividades de supressão da vegetação.

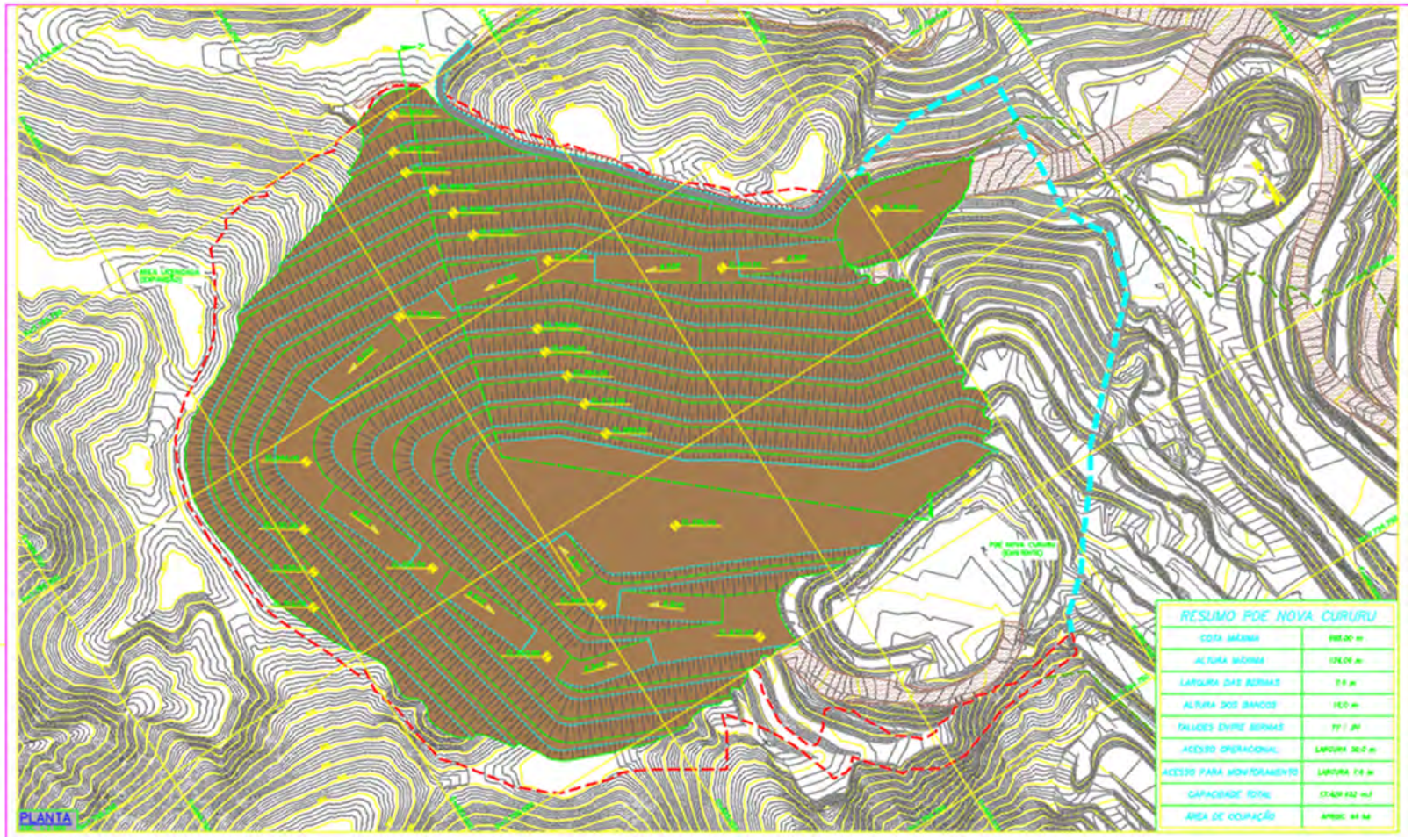
No caso da explotação do minério de ferro a céu aberto, as etapas de implantação e operação se misturam. A partir da supressão da vegetação serão realizadas as operações do decapeamento, podendo o material ser caracterizado como minério ou estéril. O minério é então transportado para o processo de cominuição e beneficiamento para a geração de produto e, se for estéril, será transportado para a disposição na pilha de estéril.

7.1.1.2 Expansão da PDE Nova Cururu

Para o desenvolvimento do arranjo da Expansão da PDE Nova Cururu, foram consideradas as seguintes interferências para o projeto:

- Limite de Licenciamento Ambiental/Propriedade: Para a elaboração do arranjo geométrico da estrutura, o limite licenciado foi respeitado. Considerou-se, portanto, a poligonal de licenciamento apresentada na Figura 26 a seguir.
- Acesso Operacional: o acesso existente, localizado próximo à bacia de contenção de sedimentos (*sump*), na porção nordeste da área de expansão desta pilha, será mantido parcialmente, sendo projetado uma variante do acesso sobre a berma da pilha a ser construída.
- Contrapilhamento da expansão da pilha com a PDE Nova Cururu existente.

Figura 26 Arranjo Geral da Expansão da PDE Nova Cururu



Fonte: Walm (2018) RL-1190MM-X-01751.

7.1.1.3 Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

Para o desenvolvimento da Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa, que consiste basicamente em aumentar a autonomia do posto de combustível para abastecimento de óleo diesel S500, substituindo quatro (04) reservatórios horizontais de 15 m^3 cada por dois (02) reservatórios verticais com capacidade de 100 m^3 cada, haverá algumas interferências das bases dos tanques existentes com as bases necessárias para a instalação dos novos tanques. Haverá interferências somente em áreas já antropizadas pelas atuais instalações do posto.

A demolição e a retirada das estruturas que não serão utilizadas serão previamente comunicadas aos órgãos e autoridades devidas, para resguardo legal e amparo para evacuação e segurança. Serão tomadas medidas preliminares referentes a desativação dos serviços, além da identificação de riscos e previsão da instalação de medidas de proteção ao público e trabalhadores envolvidos e fornecimento de equipamentos de segurança necessários para garantir a integridade do trabalhador. Os tanques que não serão utilizados deverão ser desmontados, retirados e destinados de forma adequada para empresas homologadas pela Vale.

Já a demolição das bases pode ser de modo mecanizada ou manual e deverão ser tomadas medidas adequadas para proteção contra danos aos trabalhadores e observadas as prescrições das Normas NR 18 - Condições de Trabalho na Indústria da Construção e da ABNT-NBR 5682:1977 - *Contrato, execução e supervisão de demolições*. O transporte do material para armazenamento temporário e posteriormente retirado da obra para o descarte em local permitido.

Para avaliação geotécnica da área de ampliação do posto de combustíveis foi realizado sondagem SPT foram executados 04 (quatro) furos de sondagem percussiva, com total de 35,25 metros lineares perfurados (CHAMMAS, 2016). Para realização dos furos baseou-se nos conceitos e simbologias sugeridos nas normas técnicas nacionais e internacionais. Para solos residuais e saprolitos são apresentados os aspectos táteis-visuais predominantes e as designações de compacidade/consistência com base na norma da ABNT-NBR-6484:2001. Para rochas são indicados os aspectos estruturais e os parâmetros geomecânicos referenciados nas publicações da ISRM, ABGE e ABNT (CHAMMAS, 2016). O perfil individual de cada furo pode ser verificado conforme Relatório Técnico – Sondagem elaborado pela empresa CHAMMAS.

Nas instalações do posto de combustível foram também realizados Testes de Estanqueidade, de acordo com as normas técnicas da ABNT (ELO, 2016).

7.2 Operações Auxiliares

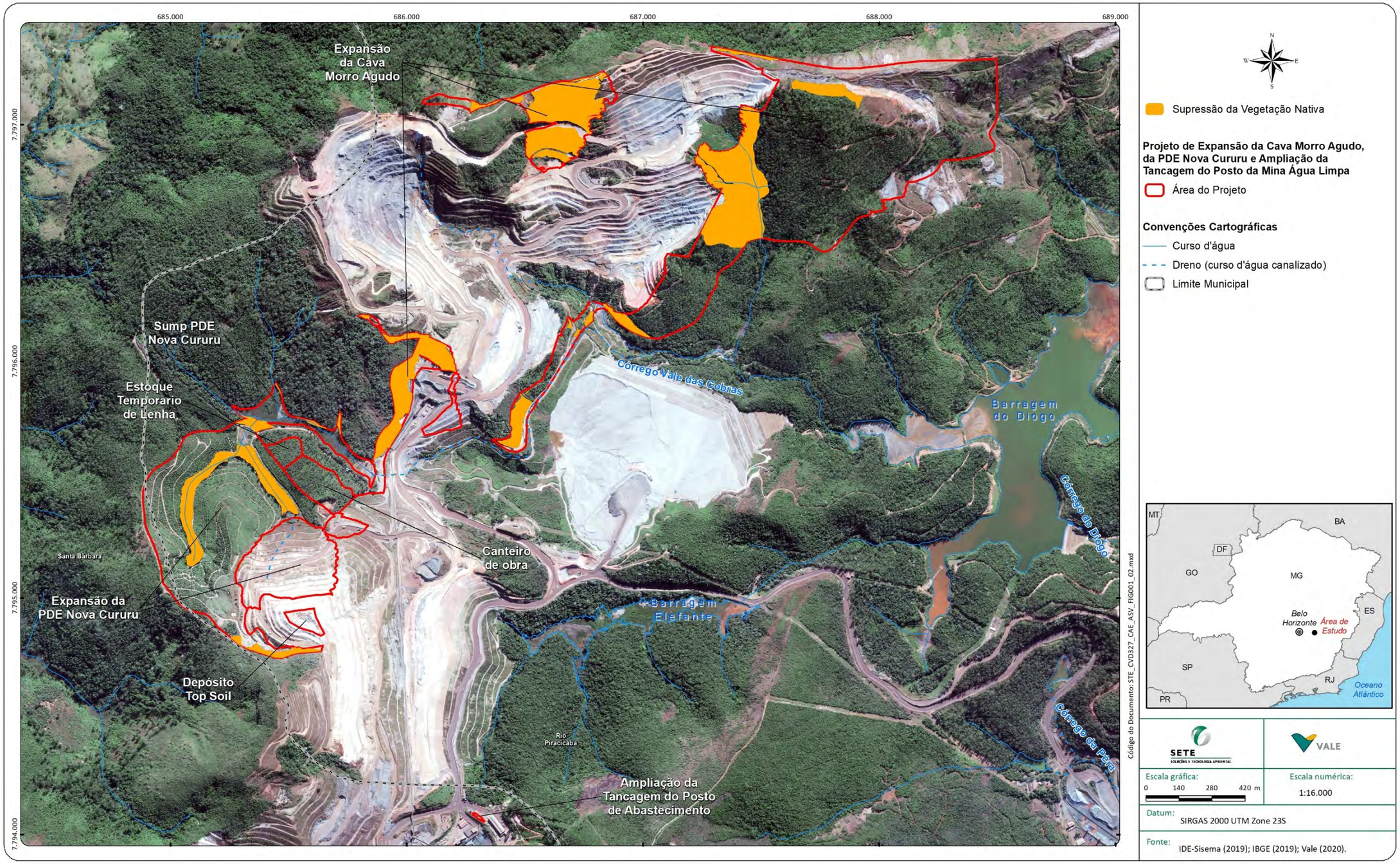
7.2.1 Supressão da Vegetação

A atividade de supressão vegetal durante a etapa de implantação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** está prevista para iniciar em 2022 e será realizada ao longo de dois anos. A área total de intervenção ambiental será de 169,99 ha; entretanto a área de supressão de vegetação nativa será de 33,03 ha, conforme Quadro 12 e Figura 27.

Quadro 12 Áreas de intervenção ambiental do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

Ambientes da Intervenção Ambiental	Ampliação da Tancagem do Posto de Abastecimento	Canteiro de obra	Depósito *Topsoil*	Estoque Temporário de Lenha	Expansão da Cava Morro Agudo	Expansão da PDE Cururu	*Sump* PDE Nova Cururu	Total Geral
Sistema Natural								
Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração	-	-	-	-	0,48	-	-	0,48
Afloramento rochoso	-	-	-	-	1,03	-	-	1,03
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	-	-	-	-	13,68	0,77	-	14,44
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	-	-	-	-	11,98	0,41	0,27	12,67
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	-	-	-	-	-	4,41	-	4,41
Total Sistema Natural	**-**	**-**	**-**	**-**	**27,17**	**5,59**	**0,27**	**33,03**
Sistema Antrópico								
Acesso	-	-	-	-	3,45	4,32	-	7,77
Área degradada	-	-	-	-	20,18	-	-	20,18
Áreas operacionais e administrativas da mineração	0,06	0,22	1,04	-	5,91	14,86	0,57	22,66
Campo antrópico	-	-	-	-	0,94	25,24	-	26,19
Campo úmido antrópico	-	-	-	-	0,2	-	3,08	3,28
Plantio de eucalipto não manejado - categoria 1	-	-	-	-	46,36	0,54	0,04	46,94
Plantio de eucalipto não manejado - categoria 2	-	3,51	-	1,28	3,66	1,48	0,02	9,94
Total Sistema Antrópico	**0,06**	**3,73**	**1,04**	**1,28**	**80,7**	**33,83**	**3,71**	**136,96**
Total Geral	**0,06**	**3,73**	**1,04**	**1,28**	**107,87**	**52,03**	**3,98**	**169,99**

Figura 27 Áreas de supressão de vegetação nativa para implantação do Projeto



7.2.2 Limpeza do Terreno

A supressão vegetal e a limpeza do terreno deverão ser realizadas de acordo com procedimentos internos da Vale S/A e conforme diretrizes do *Programa de Exploração Florestal* proposto no Plano de Controle Ambiental – PCA que acompanha este estudo ambiental, através da utilização de equipamentos de terraplanagem (trator, retroescavadeiras etc.) e de desmate (*feller buncher,* trator, caminhão e garra traçadora).

Nas áreas requeridas para as atividades de lavra, ou seja, nos polígonos destinados à Expansão da Cava Morro Agudo, as atividades de supressão vegetal serão realizadas ao longo de dois anos, sendo que no primeiro ano será suprimida a vegetação em parte da área e no segundo ano o restante, tendo em vista que as operações de explotação mineral ocorrerão em boa parte dos polígonos já nos primeiros anos da etapa de operação.

Para execução das obras de implantação da Expansão da PDE Nova Cururu será necessária a supressão vegetal, que será umas das primeiras atividades realizados, sendo realizada ao longo de um ano, disponibilizando assim o local para a realização das obras de implantação desta pilha.

O detalhamento da destinação do material lenhoso gerado pela supressão de vegetação é apresentado no *Projeto de Exploração Florestal* que consta do Plano de Controle Ambiental, apresentado junto a este EIA.

Para a seleção da área de estoque temporário de material lenhoso, foram observados a proximidade com os acessos existentes, se a área é compatível com o volume da madeira aproveitável e as condições de segurança para tráfego de equipamentos.

7.2.3 Revegetação das Áreas Degradadas

Na etapa de implantação, a desativação das frentes de obras da Expansão da PDE Nova Cururu, bem como das atividades previstas na operação da Expansão da Cava Morro Agudo deverão ocorrer somente quando encerradas todas as atividades previstas e adotadas as medidas de mitigação, compensação e reabilitação das áreas intervindas, conforme procedimento interno da Vale S/A, incluindo as áreas das obras, de apoio e caminhos de serviço. Ao final das obras e das atividades de operação, todas as áreas utilizadas durante a execução do Projeto serão limpas, reabilitadas e, quando necessário, revegetadas.

7.2.4 Fundação para a Expansão da PDE Nova Cururu

Na área destinada à Expansão da PDE Nova Cururu deverá ser realizado o tratamento da fundação de forma a evitar recalques excessivos durante a operação da pilha. Segundo os resultados das sondagens realizadas na área da bacia de contenção de sedimentos atual (*sump* da PDE Nova Cururu), a camada de sedimentos apresenta espessura entre 5,00 e 6,00 metros.

Na região de talvegues da PDE não existem dados acerca da real profundidade e grau de resistência do material depositado, sendo observado que o mesmo se encontra mole e saturado. O material poderá apresentar recalques durante a construção desta pilha devido a tensões exercidas, podendo levar a abatimentos que poderão desestabilizar o maciço de expansão da pilha. Assim, considerando tais condições, deverá ser realizado o tratamento da fundação da bacia de sedimentos (*sump*) e dos talvegues, com o intuito de melhorar as características da fundação nestes locais.

A fim de proporcionar suporte adequado para o maciço da pilha, foi considerada uma escavação mínima da fundação entre 2,00 e 6,00 m de profundidade, a depender da região, conforme indicado no desenho 1190MM-X-01762 (**Anexo 6** deste EIA). Vale mencionar que a elevação exata da fundação será definida pela Fiscalização, em campo, durante os serviços de escavação.

Para as regiões dos dois talvegues, que contornam a área de expansão da PDE e para a bacia de contenção de sedimentos (*sump*) localizada no limite nordeste da poligonal de licenciamento, o tratamento de fundação consistirá na remoção dos solos de baixa resistência (Índice de Resistência à Penetração do Solo - Nspt inferior a 6). Adicionalmente, na área da bacia de contenção, toda a água deverá ser esgotada.

A fim de garantir suporte adequada à fundação da pilha, além da escavação de material de baixa resistência, deverá ser realizado reaterro da região com blocos.

Vale mencionar que a elevação exata da fundação será definida pela fiscalização, em campo, durante os serviços de escavação, de acordo com os critérios apresentados nas especificações. Na eventualidade de maiores escavações (maiores que previstas em projeto), aterros compactados deverão ser considerados para garantir o greide do dreno de fundo especificado em projeto.

Os detalhes do tratamento de fundação estão apresentados nos desenhos 1190MM-X-01762 e 1190MM-X-01765 (**Anexo 6**). Os detalhes do reaterro e regularização da fundação também são apresentados no desenho nº 1190MM-X-01765 (**Anexo 6)**. Adicionalmente são apresentadas seções transversais de escavação e locação do sistema de dreno de fundo e drenagem superficial, conforme desenhos apresentados no **Anexo 6** deste EIA: 1190MM X 01767, 1190MM B 1250, 1190MM B 01251, 1190MM X 01977, 1190MM X 01978, 1190MM X 01968, 1190MM X 01770, 1190MM X 01971, 1190MM X 01972, 1190MM X 01975.

O projeto detalhado da Expansão da PDE Nova Cururu prevê a escavação dos solos de fundação na área de projeção do maciço, visando à remoção dos solos de baixa resistência (solos moles e aluvionares), e posterior preenchimento com blocos. A profundidade das escavações será variável ao longo do terreno, sendo estabelecida conforme dados e informações obtidas das investigações de campo realizadas, e de forma a se obter fatores de segurança adequados.

7.2.5 Terraplanagem da Área de Expansão da PDE Nova Cururu

Os critérios de projeto para dimensionamento do maciço do Projeto de Expansão da PDE Nova Cururu, procurou alcançar aproximadamente um volume de 17,15 Mm^3. Cabe mencionar que o volume disponível para disposição será em função da área delimitada e licenciada.

A posição final do aterro foi determinada pela topografia, pelas propriedades geotécnicas do solo/rocha de fundação e padrões e requisitos de projeto preconizados na norma ABNT-NBR 13.029:2017 - *Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha*.

A alternativa trata da construção de uma pilha que ocupará uma área de 52,03 hectares, para a disposição total de 17.151.861 m^3 de estéril (17,15 Mm^3).

O projeto detalhado da Expansão da PDE Nova Cururu considera a seguinte geometria:

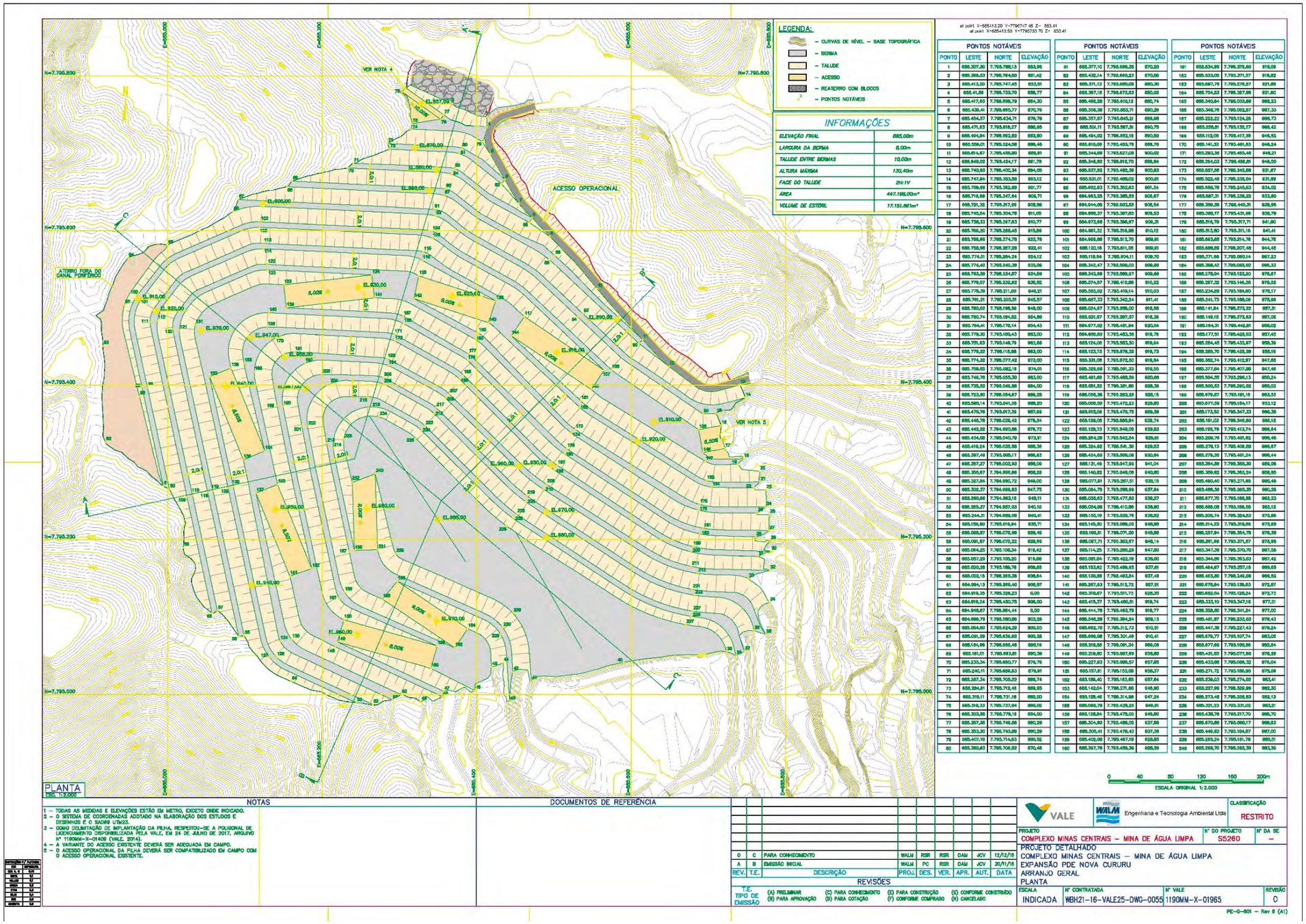
- Talude médio global com declividade aproximada de 1,00V:3,19H ou 17,23°;
- Taludes intermediários com declividade de 1,00V:2,00H ou 26°;
- Bermas com 7,00 m de largura, a cada 10,00 m de altura;
- Declividade longitudinal nas bermas de 0,50%;
- Declividade transversal nas bermas de 2,00%;
- Altura máxima do maciço da pilha igual a 130,41 m.

O acesso existente no pé da pilha deverá ser considerado como o acesso para implantação das obras de expansão. Após as atividades de tratamento/escavação da fundação e implantação dos sistemas de drenagem de fundo e drenagem superficial (principalmente a implantação do início dos canais periféricos) o acesso deverá ser deslocado para a primeira berma descendente da expansão da pilha, proporcionado assim acesso adequado ao local.

Estima-se a quantidade de 504.500 m^3 de material a ser escavado para a implantação da pilha.

Um arranjo geral desta expansão é apresentado no desenho nº 1190MM-X-01965 (**Anexo 6** deste EIA), demonstrado na Figura 28 na sequência.

Figura 28 Arranjo Geral do Projeto de Expansão da PDE Nova Cururu



Fonte: Walm, 2018 (1190MM-X-01965)

7.2.6 Acessos

7.2.6.1 Largura

A Norma Regulamentadora NR-22 do Ministério do Trabalho e Emprego, que trata dos requisitos de saúde e segurança ocupacional na mineração, define que a largura mínima das vias de trânsito em minas a céu aberto deve ser:

- Duas vezes maior que a largura do maior veículo utilizado em pistas simples;
- Três vezes maior que a largura do maior veículo utilizado em pistas duplas.

Ela sinaliza ainda que, quando o plano de lavra e a natureza das atividades realizadas não permitirem a observância desse item, deverão ser adotados procedimentos e sinalização adicionais para garantir o tráfego com segurança.

Em termos operacionais, estradas muito estreitas podem reduzir drasticamente a vida dos pneus, pois forçam o equipamento a subir nas leiras, provocando desgastes laterais dos pneus, problemas de nivelamento e cortes. Esse problema ocorre frequentemente quando caminhões de maior porte são adicionados à frota existente em estradas projetadas para equipamentos menores. Tannant (2001) definiu a largura mínima que uma estrada deve ter, em função da largura do equipamento de transporte e do número de vias, conforme equação abaixo.

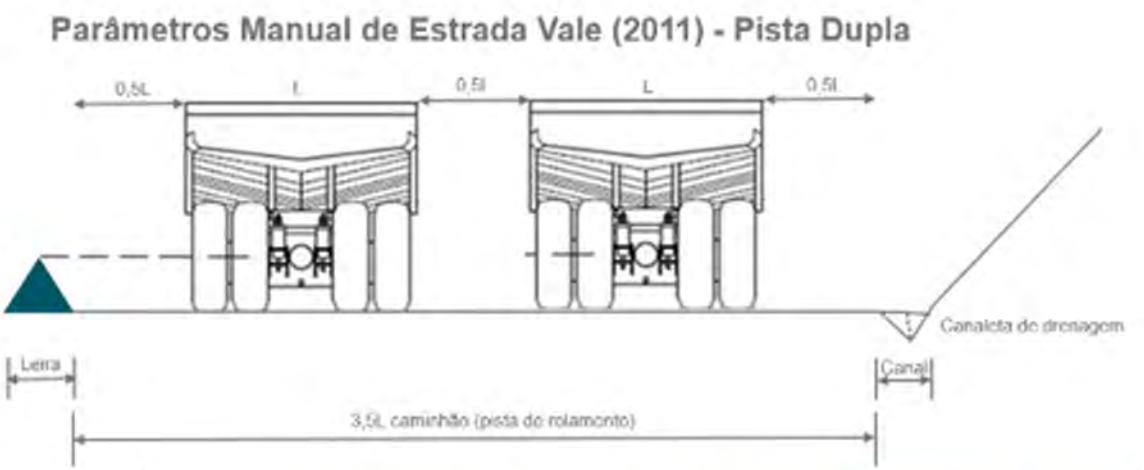
$$L = (1{,}5V + 0{,}5) \cdot X$$

Onde:

- L = largura da estrada (m)
- V = número de vias
- X = Largura do veículo (m)

O projeto da cava considera largura de estradas que levam em consideração a largura dos caminhões CAT 777 que operam atualmente. A largura de pista total para tráfego em mão dupla será de 23 m, conforme perfil esquemático apresentado na Figura 29, que atende às normas internacionais de segurança.

Figura 29 Parâmetros das estradas para o caminhão CAT 777F



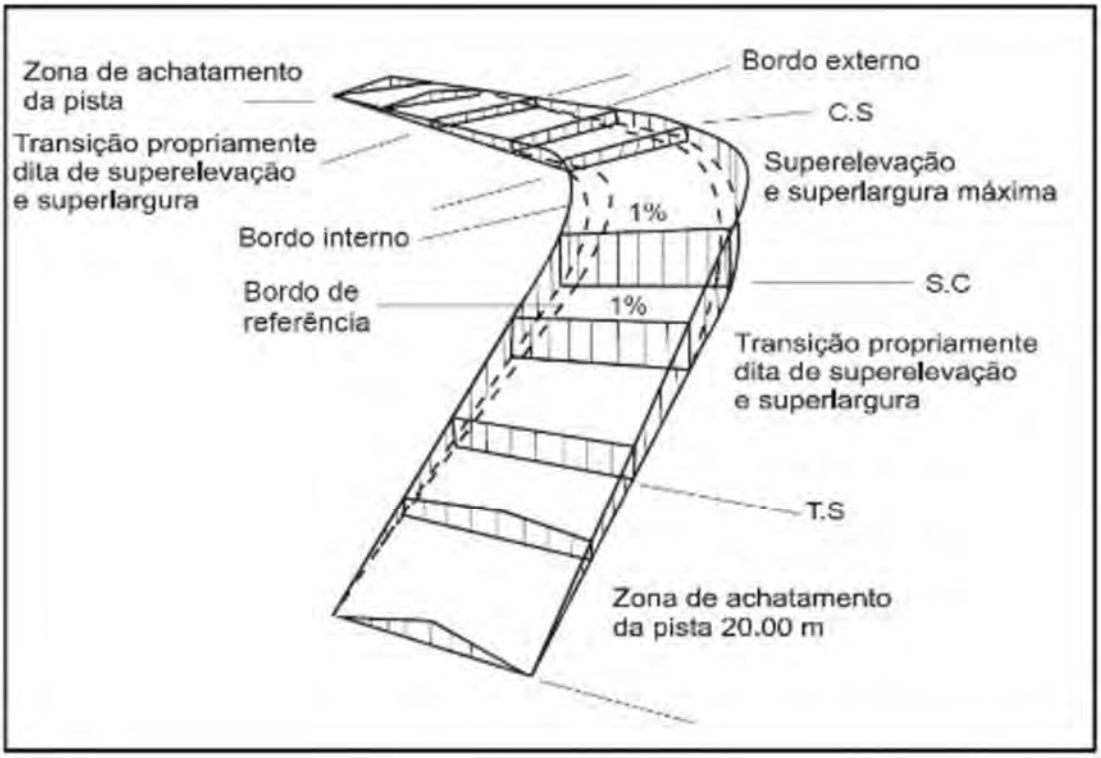
		Elementos geométricos								
Modelo Caminhão	Diâmetro Pneu (m)	Folga Segurança (m)	Largura Operacional Caminhão (m)	Folga Segurança (m)	Largura Operacional Caminhão (m)	Folga Segurança (m)	Total (m)	Base Leira Segurança (L=2/3h*2)	Canaleta Drenagem (m)	Total (m)
CAT777F	2.74	3.25	6.49	3.25	6.49	3.25	**22.73**	3.65	1.50	**27.9**

Está contemplado no projeto de Expansão da cava Morro Agudo o desenvolvimento de um acesso que permitirá a diminuição da distância de transporte do estéril até a Expansão da PDE Nova Cururu, que está prevista para receber parte do estéril da expansão da cava.

7.2.6.2 Superelevação

O Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes (DNIT) define superelevação como a inclinação transversal da pista nas curvas (horizontais), de modo a compensar o efeito da força centrífuga sobre os veículos, assegurando ao tráfego condições de segurança e conforto (BRASIL, 2006), conforme Figura 30 .

Figura 30 Representação esquemática da superelevação do acesso



Fonte: DNIT, 2006

Os valores para a superelevação adotados em projetos de mineração devem levar em consideração as condições climáticas (frequência de chuvas), condições topográficas do local e velocidade média do tráfego. Estes valores giram idealmente em torno de 3 a 4%.

Nos trechos onde haja a necessidade de projeção de curvas estreitas, assim como em condições nas quais a velocidade dos caminhões é alta na chegada das curvas, deve-se impor limites máximos de velocidade e não valores de superelevação mais altos.

A superelevação em curvas deve ser usada em estradas permanentes ou semi-permanentes com alto volume de tráfego. Estradas com vida útil inferior a dois anos, com baixo volume de tráfego de equipamentos, podem ser superelevadas, mas tal condição não é mandatória.

7.2.6.3 Raio de curvatura

As curvas devem ser projetadas com o máximo raio possível e mantendo-se suavidade (curvas pouco pronunciadas e evitando-se mudanças abruptas no raio), o que permite maior segurança e redução de congestão de tráfego. A projeção de curvas deve levar em consideração a performance dos caminhões. Curvas projetadas de tal forma a permitir velocidade constante, sem redução de marchas ao longo do trajeto, levam à performance otimizada dos caminhões, não provocando o aumento do tempo de ciclo, o que influencia diretamente os custos de transporte.

O greide de uma rampa, também chamado gradiente ou inclinação, é definido como a sua inclinação vertical em relação à horizontal, geralmente expressa em percentual. O greide deve ser o mais regular e constante possível, evitando-se que mude em intervalos curtos. Greides irregulares provocam altos esforços no câmbio de transmissão e diminuição da velocidade dos equipamentos de transporte.

7.2.6.4 Leiras de segurança

Leiras de segurança são elementos geométricos imprescindíveis que auxiliam no aumento da segurança de trafegabilidade de equipamentos na mina. De acordo com a Norma Regulamentadora NR-22, as leiras devem ser construídas com altura mínima correspondente à metade do diâmetro do maior pneu de veículo que trafega pelas vias.

7.2.6.5 Interseção entre elementos geométricos

Refere-se às conformações geométricas dos trechos de interseção entre inclinações centrais e laterais de drenagem, assim como em transições para trechos com superelevação. Deve-se projetar tais transições de forma a mais suave possível, garantindo o direcionamento da drenagem em cada interseção para que a água não seja empossada na estrada. Quando possível, deve-se considerar trechos horizontais entre os pontos de interseção.

7.2.6.6 Inclinação para direcionamento de drenagem

O correto direcionamento da drenagem faz com que águas não sejam acumuladas nas estradas. Uma drenagem eficiente implica na criação de um caimento central da pista para ambas as extremidades (abaulamento transversal) ou de uma inclinação na pista a partir do canto para a extremidade ou vice-versa, sendo ainda importante a construção de canaletas nos pontos extremos do direcionamento da água.

O projeto detalhado com as seções de corte e aterro do acesso entre cava Morro Agudo e a Expansão da PDE Nova Cururu é apresentado no **Anexo 8** deste EIA.

Para a construção deste acesso os volumes de corte e aterro acumulados, são de, respectivamente, 172.143,18 m^3 e 13.182,36 m^3, gerando o volume líquido de 158.961,82 m^3.

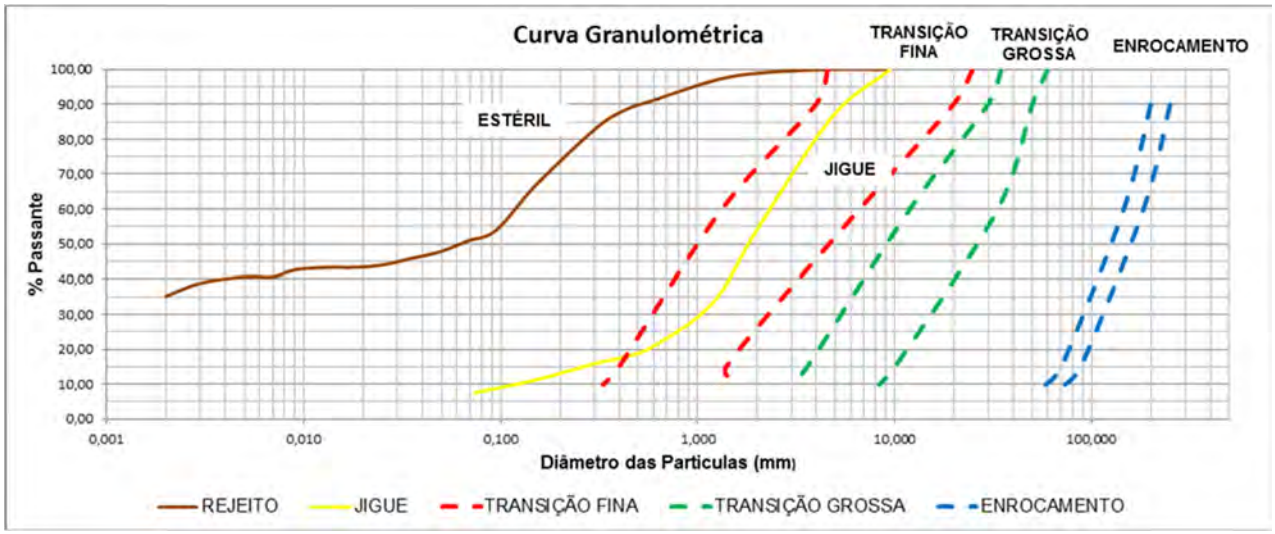
7.2.7 Sistema de drenagem interna e drenos de fundo da PDE Nova Cururu

7.2.7.1 Drenos de fundo

O material a ser utilizado para as seções dos drenos de fundo da PDE deverá apresentar D50 (diâmetro efetivo) igual a 6" (~150 mm).

Para o dimensionamento geotécnico das camadas de agregados que deverão compor os drenos de fundo da pilha utilizou-se a metodologia do *U.S. Soil Conservation Service*, USDA-SCS (1994) (FELL, 2005). A faixa granulométrica definida para o material de solo base engloba a curva granulométrica da fundação e do estéril. O solo base compreende os materiais que estarão em contato com o dreno de fundo. A Figura 31 apresenta as faixas granulométricas definidas para o solo base e as camadas drenantes (camada de dreno principal – seção drenante e transições).

Figura 31 Faixas granulométricas para o material de solo base, transições enrocamento



Fonte: Walm, 2018 (RL-1190MM-B-01115)

As seções drenantes dos drenos de fundo foram dimensionadas para serem compostas por enrocamento, que deverá apresentar diâmetro característico (D50) de, aproximadamente, 150 mm. Em transição com o enrocamento deverá ser aplicada uma transição grossa, em seguida a transição fina e então feito o lançamento de estéril. Para um correto funcionamento da drenagem interna da pilha as transições deverão respeitar às granulometrias propostas acima.

O dispositivo de drenagem interna para a pilha tem como objetivo coletar os fluxos percolados pelo estéril a serem depositados e possíveis pressões neutras geradas na fundação da estrutura devido aos acréscimos de tensões gerados pela disposição de estéril nas fases de ocupação dos talvegues naturais da área prevista para a construção de expansão da pilha. Adicionalmente, a drenagem interna terá a função de evitar a formação de pontos de saturação no maciço da pilha de forma a garantir a segurança geotécnica da estrutura.

O dimensionamento da drenagem interna contempla a vazão dos drenos de fundo existentes de 24,52 L/s (WALM, 2018), considerada nos cálculos de dimensionamento do sistema, uma vez que os drenos a serem executados serão conectados à saída do dreno já existente.

Os drenos em referência estão devidamente outorgados. O processo de retificação nº 5228/2018, refere-se ao prolongamento do dreno 01, e, o mesmo, encontra-se retificado pela Portaria nº1503457/2019; o dreno 02 é outorgado pela Portaria nº 1503454/2019; e, o dreno 03 pela Portaria nº1503451/2019, conforme documentos apresentados no **Anexo 5** deste EIA.

Os dimensionamentos das seções hidráulicas para atender as condições de operação da pilha foram definidos a partir da chuva de projeto, evapotranspiração média mensal e do balanço hídrico, com a determinação das vazões de infiltração para a região da pilha e fundação, sendo balizados através do tipo de cobertura (considerando o coeficiente de escoamento superficial para cada tipo de material).

O dimensionamento dos drenos de fundo foi realizado considerando o pior cenário em termos de recarga. Foi considerado o mês de janeiro, quando as recargas apresentam os maiores valores, sendo 115,3 mm para a área da pilha e 101,5 mm para a área de terreno natural

Os drenos de fundo da pilha deverão apresentar seção suficiente para escoar a vazão produzida em todos os anos de operação desta estrutura. Assim, será verificada a seção mínima que os drenos deverão apresentar para escoamento das vazões produzidas. As seções adotadas serão aquelas que atenderão a todos os anos de operação, a fim de garantir o pleno funcionamento da pilha, evitando a saturação do maciço que poderia levar a sua instabilidade.

7.2.7.1.1 Locação e características geométricas dos drenos

O sistema de drenagem de fundo da pilha deverá ser construído antes do alteamento dos bancos de estéril, ocupando a porção central da área da pilha, nos talvegues de drenagem, como mostrado no Quadro 13.

Quadro 13 Sistema de drenos de fundo da expansão da PDE Nova Cururu

Dreno	Comprimento do dreno (m)	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	DH (m)	Inclinação do terreno (°)	Comprimento real do Dreno (m)	Gradiente Hidráulico i (m/m)
DRENO 1 - D1	126,67	891,35	871,76	19,59	8,79	128,18	0,153
DRENO 1 - D2	131,94	871,76	866,68	5,08	2,20	132,04	0,038
DRENO 1 - D3	450,81	866,68	853,19	13,49	1,71	451,01	0,030
DRENO 2 - D4	371,53	864,33	853,19	11,14	1,72	371,70	0,030
DRENO 3 - D5	64,42	853,19	851,26	1,93	1,72	64,45	0,030

Legenda: DH: Dreno Horizontal

Para o sistema de drenagem de fundo recomenda-se que a declividade máxima não seja superior a 20%, por questões construtivas e a declividade mínima não seja inferior a 3%, por questões hidráulicas.

Os detalhes para o sistema de drenos de fundo da pilha são apresentados nos desenhos 1190MM-X-01765 e 1190MM-X-01766 (**Anexo 6** deste EIA).

7.2.7.1.2 Cálculo das vazões de projeto

As vazões nominais de projeto determinadas para os drenos de fundo da pilha são apresentadas no Quadro 14.

Quadro 14 Vazões de Projeto do Sistema de Drenagem de Fundo da Pilha

Dreno	Área Bacia	Pilha		Terreno Natural		Vazão Recarga		Vazão de Nascentes	Vazão de Percolação	Vazão de Afluentes	Vazão Nominal de Projeto
		Área	Vazão (Q_P)	Área	Vazão (Q_{TN})	Q_{P+TN}		Q_N	Q_p	Q_A	$Q = Q_{PN+T} + Q_N + Q_A$
	m²	m²	m³/h	m²	m³/h	m³/h	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
DRENO 1 - D1	174.184,65	48.114,90	7,71	126.069,75	17,78	25,48	7,08	0,00	0,00	0,00	7,08
DRENO 1 - D2	66.272,61	8.818,19	1,41	57.454,42	8,10	9,51	2,64	0,00	0,00	7,08	9,72
DRENO 1 - D3	163.010,51	28.828,41	4,62	134.182,10	18,92	23,54	6,54	0,00	0,00	9,72	16,26
DRENO 2 - D4	296.340,60	273.308,89	43,78	23.031,71	3,25	47,03	13,06	0,00	0,00	24,52	37,58
DRENO 3 - D5	6.293,74	3.213,69	0,51	3.080,05	0,43	0,95	0,26	0,00	0,00	53,84	54,11

Assim, serão utilizados os seguintes valores para os drenos de fundo da expansão da PDE Nova Cururu.

Quadro 15 Vazões nominais para dimensionamento dos drenos de fundo

Dreno	Vazão Nominal de Projeto L/s
DRENO 1 - D1	7,08
DRENO 1 - D2	9,72
DRENO 1 - D3	16,26
DRENO 2 - D4	37,58
DRENO 3 - D5	54,11

7.2.7.1.3 Dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem interna

A partir do cálculo da vazão de contribuição para o sistema de drenagem interna apresentado no item 7.2.7.1.2 foi possível dimensionar a área mínima dos drenos. O material a ser utilizado para as seções dos drenos de fundo deverá apresentar D50 (diâmetro efetivo) igual a 6” (~150 mm).

A área mínima dos drenos de fundo deverá ser calculada a partir da utilização do Método de Wilkins, pois o preenchimento do talvegue se dará por blocos de rocha angulosos ou cascalhos de granulometria aberta, de ordem decimétrica, que em geral levam a condições de escoamento turbulentos.

A Equação 1 apresenta a formulação de Wilkins:

$$v_v = W \cdot Rh^{0,5} \cdot i^{0,54} \qquad \text{Equação 1}$$

Na qual:

- v_v = velocidade efetiva do escoamento (m/s);
- W = uma constante que vale 5,25 $m^{0,5}/s$;
- Rh = raio hidráulico médio (m), definido como a razão entre o volume dos vazios e a área superficial das partículas, cujo valor aproximado é igual a $D_{50}/8$.
- i = gradiente hidráulico (adimensional).

Determinada a velocidade efetiva de escoamento nos vazios do enrocamento, é necessária a definição da velocidade de escoamento na seção hidráulica do núcleo drenante que é dada pelo produto da velocidade efetiva no vazio pela porosidade do meio conforme apresenta a Equação 2.

$$v = v_v \times n \qquad \text{Equação 2}$$

Na qual:

- v= Velocidade de escoamento na seção hidráulica (m/s);
- v_v= Velocidade efetiva no vazio do enrocamento (m/s) – (Equação 1);
- n= porosidade do enrocamento.

A área da seção hidráulica necessária para os drenos de fundo é definida através da equação da continuidade representada pela equação 3.

$$A_{dreno} = \frac{Q_{projeto}}{v} \qquad \text{Equação 3}$$

Na qual:

- $A_{projeto}$ = Área da seção do dreno de fundo (m^2);
- $Q_{projeto}$ = vazão de projeto (m^3/s); e
- v = velocidade de escoamento na seção hidráulica (m/s) (definida a partir da Equação 2).

O Quadro 16 apresenta a determinação da seção drenante para os drenos de fundo obtida por meio da aplicação das equações 5 a 7.

Quadro 16 Características geométricas do caminhamento dos drenos de fundo em função das etapas construtivas da expansão da PDE Nova Cururu

Drenos	Área das bacias (m^2)	Q total		i (m/m)	D_{50} (mm)	Rh (m)	W ($m^{0.5}/s$)	v_v (m/s)	n	v (m/s)	FS	A calculada (m^2)
		L/s	m^3/h									
DRENO 1 - D1	174.184,65	7,08	25,48	0,15	150	0,01	5,25	0,144	0,19	0,144	5	0,25
DRENO 1 - D2	66.272,61	9,72	35,00	0,04	150	0,01	5,25	0,069	0,19	0,069	5	0,71
DRENO 1 - D3	163.010,51	16,26	58,54	0,03	150	0,01	5,25	0,060	0,19	0,060	5	1,36
DRENO 2 - D4	296.340,60	37,58	135,30	0,03	150	0,01	5,25	0,060	0,19	0,060	5	3,14
DRENO 3 - D5	6.293,74	54,11	194,79	0,03	150	0,01	5,25	0,060	0,19	0,060	5	4,52

Legendas: D50 (diâmetro efetivo) igual a 6” (~150 mm); i = gradiente hidráulico; Rh = raio hidráulico médio; W = uma constante; vv= Velocidade efetiva no vazio do enrocamento; v= Velocidade de escoamento na seção hidráulica; n= porosidade do enrocamento e FS: Fator de Segurança.

As características apresentadas foram definidas a partir do caminhamento determinado para os drenos e obtida por meio da base topográfica disponibilizada, respeitando-se as condições construtivas previamente estabelecidas. Os pontos de conexão entre os drenos poderão ser ajustados, em campo, caso necessário.

O Quadro 17 apresenta a área mínima para os drenos de fundo da expansão da PDE Nova Cururu, já considerando o fator de segurança de 5,0 (F.S. = 5,0).

Quadro 17 Área dos drenos de fundo da expansão da PDE Nova Cururu

Drenos	A calculada (m^2)
DRENO 1 - D1	0,25
DRENO 1 - D2	0,71
DRENO 1 - D3	1,36
DRENO 2 - D4	3,14
DRENO 3 - D5	4,52

Desta maneira, os drenos com áreas próximas foram agrupados de forma a contemplar drenos tipos, conforme apresentado no Quadro 17.

As seções construtivas a serem utilizadas para o sistema de drenos de fundo da pilha em função das seções hidráulicas próximas são apresentadas no Quadro 18.

Quadro 18 Seções construtivas adotadas para os drenos de fundo

DRENO	Área calculada (m^2)	b (m)	B	H (m)	Taludes	Área recalculada (m^2)
DRENO 1 - D1	0,25	0,80	2,88	0,80	1V:1,3H	1,47
DRENO 1 - D2	0,71	0,80	2,88	0,80	1V:1,3H	1,47
DRENO 1 - D3	1,36	0,80	2,88	0,80	1V:1,3H	1,47
DRENO 2 - D4	3,14	0,80	4,18	1,30	1V:1,3H	3,24
DRENO 3 - D5	4,52	3,70	7,08	1,30	1V:1,3H	7,01

A geometria dos drenos poderá sofrer alterações, desde que mantidas as áreas drenantes e as configurações dos filtros e transições. As seções dos drenos de fundo estão apresentadas na Figura 32, na Figura 33 e na Figura 34 a seguir.

Figura 32 Seção típica do dreno de fundo Tipo 1 – Drenos D1, D2 e D3

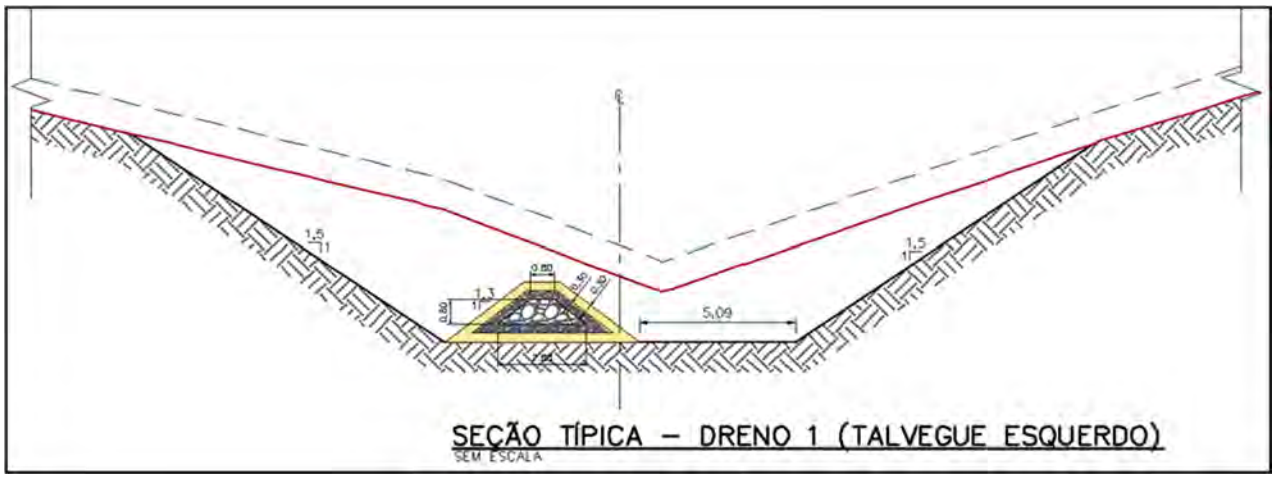


Figura 33 Seção típica do dreno de fundo Tipo 2 – Dreno D4

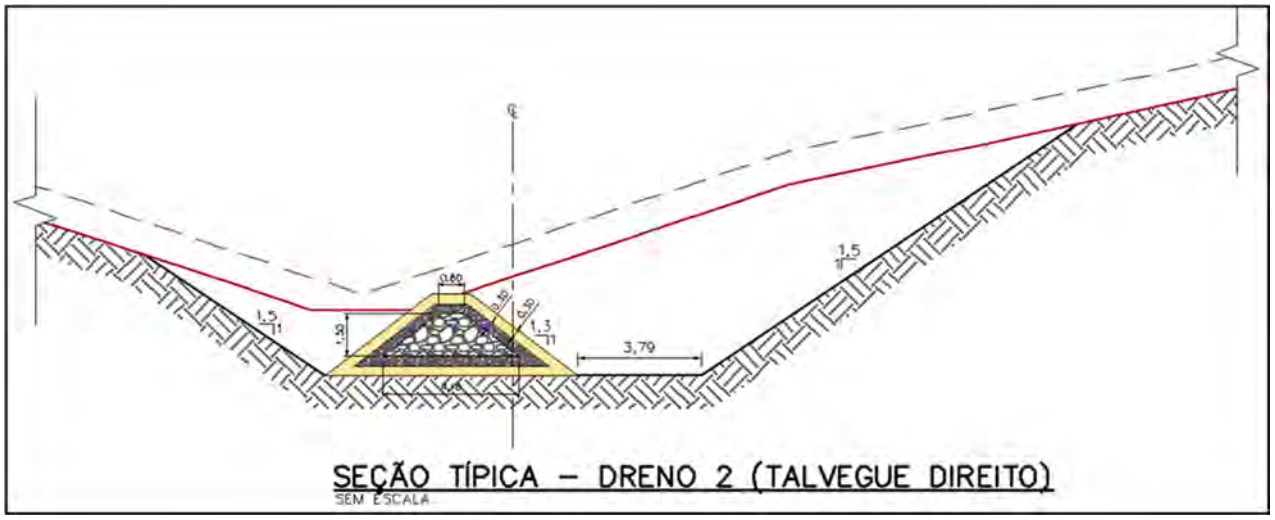
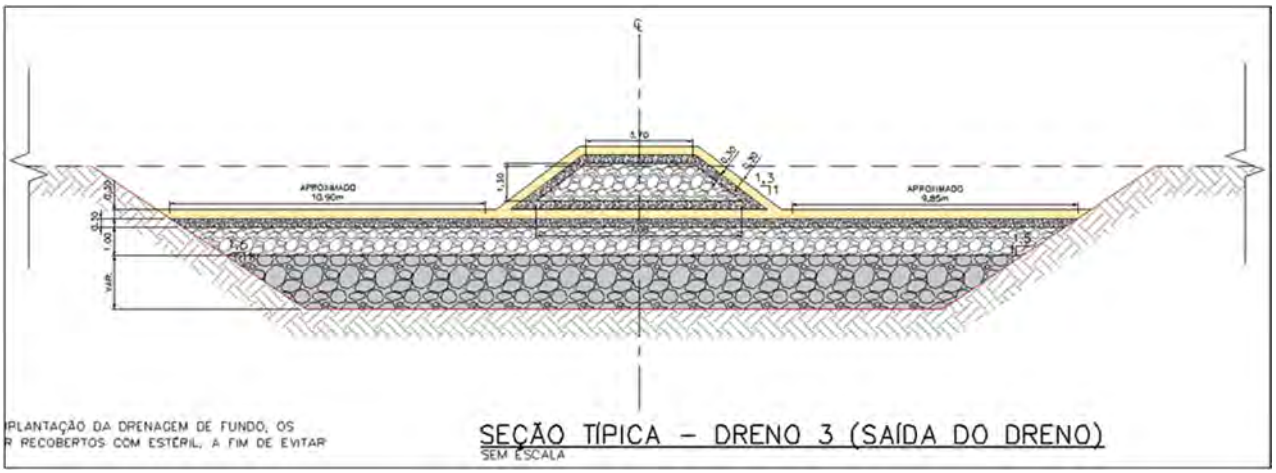


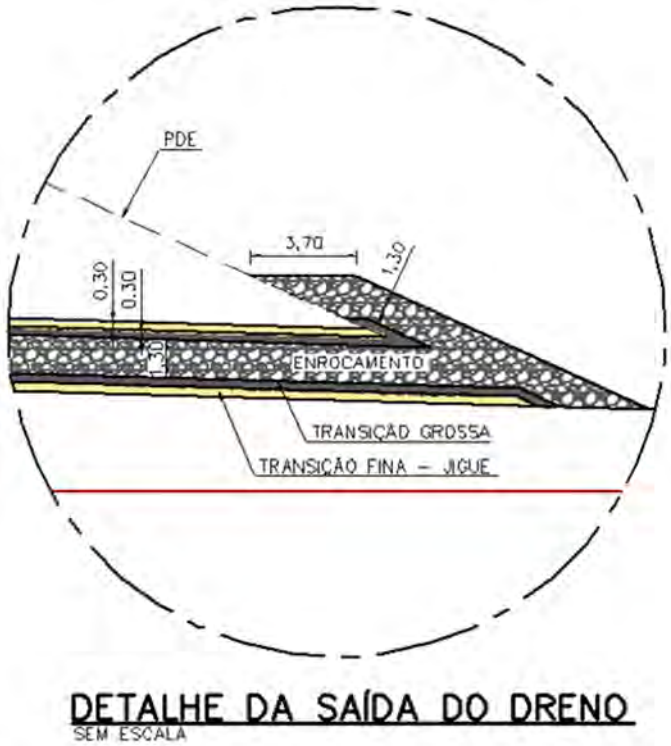
Figura 34 Seção típica do dreno de fundo Tipo 3 – Dreno D5



Para o trecho de conexão entre os novos drenos e o dreno existente (saída do dreno da PDE Nova Cururu existente) deverá ser avaliado, em campo, pela Fiscalização, a granulometria das transições e dos núcleos drenantes. Para tal, deverão ser atendidos os critérios de permeabilidade e retenção para filtros descritos acima.

O efluente do sistema de drenagem de fundo da PDE Nova Cururu será encaminhado para a bacia de contenção de sedimentos (*sump* da PDE), localizada a jusante da saída deste sistema (coordenadas UTM: datum SIRGAS 2000, Zona 23: 7795627.37 N e 685729.51 E). A Figura 35 apresenta o detalhe da saída dos drenos de fundo.

Figura 35 Detalhe da saída dos drenos de fundo



Os detalhes acerca do sistema de drenagem interna proposto para a Expansão da PDE Nova Cururu são apresentados nos desenhos 1190MM-X-01765 e 1190MM-X-01766 (**Anexo 6** deste EIA).

7.2.8 Sistema de Drenagem Superficial

7.2.8.1 Expansão da Cava Morro Agudo

O Projeto de Drenagem da Cava Água Limpa/Morro Agudo (RL-1000MM-X-15028) foi elaborado pela empresa especializada – Tetratech em 2020. Os desenhos de drenagem da cava (1000MM-X-16600; 1000MM-X-16604; 1000MM-X-16606; 1000MM-X-16607 Ref01 e Ref02) são apresentados no **Anexo 9** deste EIA.

O Plano Diretor de Drenagem Superficial foi elaborado para dois cenários:

- Cenário 1: operações atuais na Mina de Água Limpa;
- Cenário 2: operação da expansão da cava Morro Agudo, contemplando o cálculo do volume necessário para as estruturas de contenção de sedimentos internas às cavas (*sumps*), além da vazão de bombeamento do volume contido nestas estruturas para a barragem do Diogo.

7.2.8.1.1 Premissas e critérios

Para a elaboração do estudo e o dimensionamento das estruturas para o Plano Diretor de Drenagem Superficial da Cava Morro Agudo da Mina de Água Limpa, os seguintes critérios e premissas foram considerados:

- Vazões calculadas para um tempo de retorno de 100 anos para o dimensionamento das seguintes estruturas: dispositivos de drenagem de berma, drenagem de acesso, drenagem de borda ou platô e de travessia;
- Vazões calculadas para um tempo de retorno de 500 anos para dispositivos de drenagem periférica e drenagem para transposição de taludes (descidas de água);
- Posicionamento de *sumps* internos propostos de forma estratégica, com o intuito de otimizar o sistema de contenção de sedimentos como um todo. Para tanto, o projeto lançou mão de *sumps* no fundo de cava, bem como *sumps* posicionados em partes superiores da cava;
- Taxas de sedimentação da ordem de 600 m^3/ha.ano para áreas de cava e pilha e 35 m^3/ha.ano para terreno natural;
- Tempo de remoção dos sedimentos fixada em 01 (um) ano, para as estruturas de contenção de sedimentos;
- Materiais distintos entre cenários intermediários, para os quais utilizou-se revestimentos de fácil remoção/mudança de locação; o cenário final se baseia em materiais em caráter definitivo; e
- Quantis de chuva considerados para os estudos hidrológicos da Mina de Água Limpa que consistiram naqueles obtidos por Pinheiro (2011)[1].

Foram desenvolvidas as seguintes etapas para a elaboração do projeto de drenagem da expansão da cava Morro Agudo:

- Estudo dos cenários da cava;
- Definição dos tipos de dispositivos a serem considerados;
- Diagramação da drenagem superficial de cada cenário;
- Delimitação das áreas de drenagem dos dispositivos e os respectivos parâmetros físicos e hidrológicos para a transformação chuva-vazão;

[1] Pinheiro, M.C. *Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração*. 1ª ed. Porto Alegre: ABRH, 2011. 308 p.

- Cálculo das vazões de projeto;
- Dimensionamento hidráulico dos dispositivos.

Na concepção do sistema de drenagem superficial da cava Morro Agudo, as bermas têm como finalidade interceptar a chuva e conduzir o escoamento superficial, a partir de uma inclinação longitudinal mínima de 0,5%, para dispositivos de drenagem em concreto (canaletas de acesso, descidas de água e canais periféricos). As bermas deverão ser revestidas por uma camada de material não retrátil, de baixa permeabilidade e compactado (Ex.: laterita). A cobertura deverá possuir espessura mínima de 0,30 m e inclinação transversal à superfície da berma de 5%, em direção ao pé dos taludes.

Em alguns casos específicos foram propostas canaletas de platô (CBs) ao pé do talude, com objetivo de auxiliar a condução do escoamento superficial nas bermas. Esses dispositivos deverão possuir geometria retangular e revestimento em concreto armado, nos cenários definitivos, e geometria trapezoidal e revestimento em pedra argamassada, no cenário intermediário.

As canaletas de acesso (CAs) terão a finalidade de escoar as contribuições direcionadas ao acesso para as descidas de água e canais periféricos. Esses dispositivos deverão possuir geometria retangular e revestimento em concreto armado, nos cenários definitivos, e geometria trapezoidal e revestimento em pedra argamassada, no cenário intermediário.

As descidas de água (DAs) e os canais periféricos (CPs) têm a função captar as vazões provenientes das bermas, dos acessos, bem como advinda das áreas adjacentes, e conduzir a contribuição recebida em marcha para o fundo das cavas, descartando o escoamento em estruturas de contenção de sedimentos, *sumps*. Esses dispositivos deverão possuir geometria retangular e revestimento em concreto armado, nos cenários definitivos.

Para o dimensionamento dos dispositivos de transposição dos cenários definitivos, optou-se por bueiros tubulares, com diâmetros de 1,0 m e 1,50 m, sendo que estes podem ser dimensionados considerando mais de uma linha de bueiro, a depender da vazão de projeto calculada, considerando seu aporte.

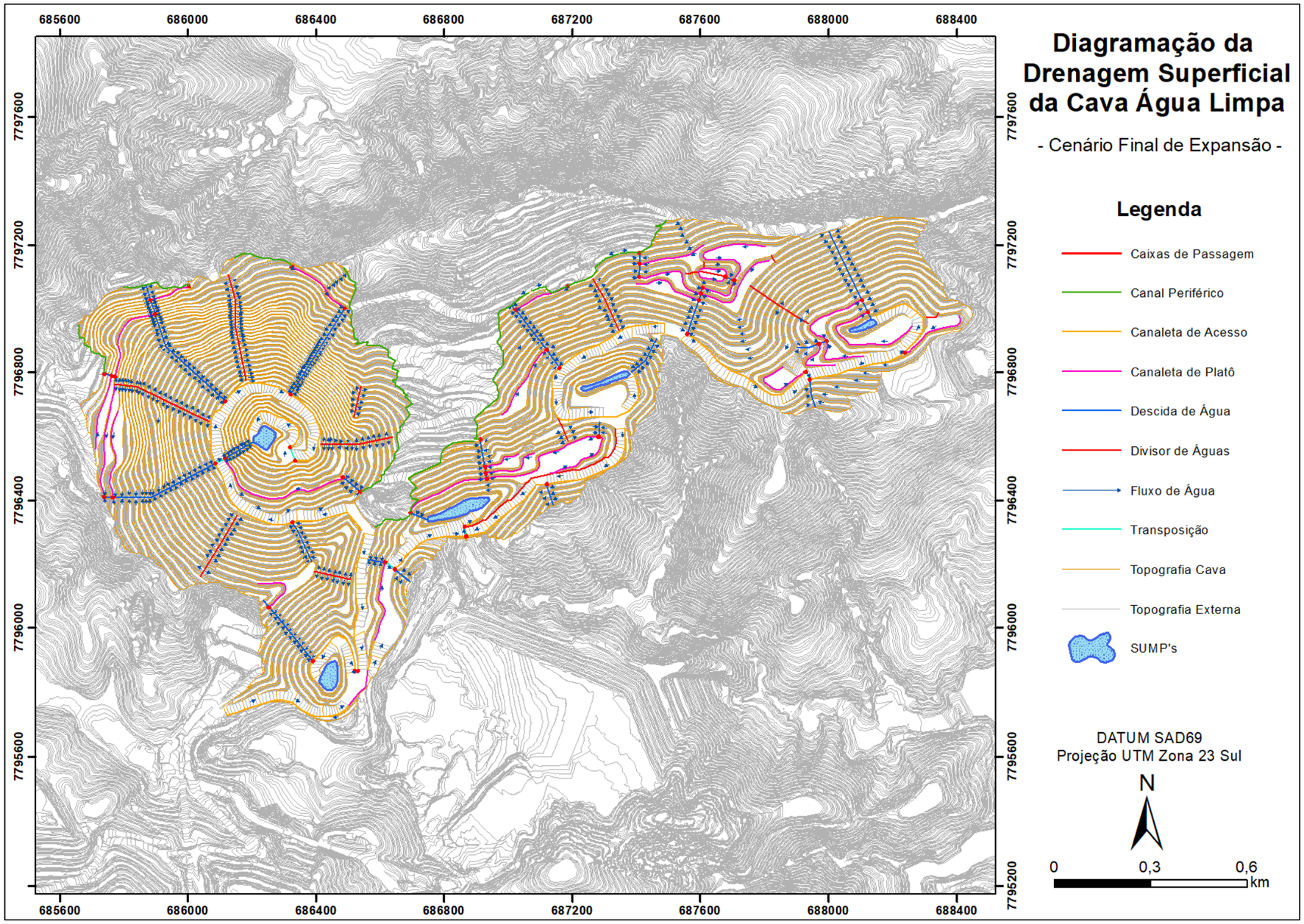
Para as conexões, entre os diferentes tipos de dispositivos propostos, foram previstas caixas de passagem, em concreto, com o objetivo de permitir a transição das seções transversais e a redução da energia do escoamento. Essas caixas deverão ser ajustadas em campo de maneira a respeitar as dimensões dos dispositivos conectados em cada uma delas.

É importante destacar que foi considerado, como premissa para o presente dimensionamento, que todo o escoamento superficial da cava, em *pit* fechado, será direcionado para *sumps* internos. Nas áreas abertas, a possibilidade de se direcionar o escoamento superficial para o terreno natural foi avaliada com critério.

Para escoamento proveniente de áreas adjacentes à cava, foram previstos Canais Periféricos (CP), com o escoamento direcionado para dentro da cava (*sumps*) e para o terreno natural, conforme avaliação supracitada.

Os dispositivos de drenagem calculados foram para o sistema de drenagem da berma, descidas d´água, canaletas, transposição, canaletas de platô e canais periféricos, conforme apresentam a Figura 36 e os quadros (Quadro 19 ao Quadro 23) a seguir para o Cenário 2 - Expansão da Cava Final.

Figura 36 Drenagem superficial da cava Morro Agudo no complexo da Mina de Água Limpa



Fonte: Tetratech, 2020

Quadro 19 Dispositivo de drenagem de berma – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo

Dispositivo	A_D (m^2)	TR (anos)	t_c (min)	P (mm)	i (mm/h)	Q_{proj} (m^3/s)
Berma	7.649	100	10,0	26,7	0,160	0,238

Quadro 20 Dispositivo de descidas d'água – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo

Dispositivo	Seção	Material	A_D	TR	t_c	P	i	Q_{proj}	Dimensões		Q_{adm}	Regime de Escoamento em Degraus	Velocidade
			(m^2)	(anos)	(min)	(mm)	(m/h)	(m^3/s)	b (m)	y (m)	(m^3/s)		(m/s)
DA-01A	Retangular	Concreto	8.554	500	10,0	31,4	0,188	0,313	0,50	0,50	0,396	-	7,97
DA-01B	Retangular	Concreto	105.472	500	15,0	41,9	0,168	3,44	1,20	1,20	3,54	Skimming	4,25
DA-02	Retangular	Concreto	17.601	500	10,0	31,4	0,188	0,645	0,70	0,70	0,919	Skimming	3,30
DA-03	Retangular	Concreto	10.542	500	6,0	18,2	0,182	0,373	0,50	0,50	0,40	-	7,77
DA-04	Retangular	Concreto	12.683	500	10,0	31,4	0,188	0,465	0,60	0,60	0,625	-	8,04
DA-05	Retangular	Concreto	9.006	500	10,0	31,4	0,188	0,330	0,50	0,50	0,396	-	8,21
DA-06A	Retangular	Concreto	253.751	500	15,0	41,9	0,168	8,27	1,70	1,70	8,44	Skimming	4,82
DA-06B	Retangular	Concreto	267.734	500	15,0	41,9	0,168	8,73	1,80	1,80	9,74	Skimming	4,81
DA-06C	Retangular	Concreto	278.389	500	15,0	41,9	0,168	9,07	1,90	1,90	11,2	Skimming	4,79
DA-07	Retangular	Concreto	379.062	500	35,0	65,8	0,113	8,31	1,80	1,80	9,74	Skimming	4,75
DA-08	Retangular	Concreto	66.845	500	15,0	41,9	0,168	2,18	1,00	1,00	2,24	Skimming	4,03
DA-09A	Retangular	Concreto	9.264	500	15,0	41,9	0,168	0,302	0,50	0,50	0,396	-	6,56
DA-09B	Retangular	Concreto	182.217	500	15,0	41,9	0,168	5,94	1,50	1,50	6,18	Skimming	4,56
DA-10A	Retangular	Concreto	16.839	500	10,0	31,4	0,188	0,617	0,60	0,60	0,625	Skimming	3,41
DA-10B	Retangular	Concreto	26.306	500	10,0	31,4	0,188	0,964	0,80	0,80	1,28	Skimming	3,55
DA-11A	Retangular	Concreto	13.043	500	10,0	31,4	0,188	0,478	0,60	0,60	0,625	-	9,48
DA-11B	Retangular	Concreto	49.458	500	15,0	41,9	0,168	1,61	0,90	0,90	1,72	Skimming	3,88
DA-11C	Retangular	Concreto	185.296	500	25,0	54,6	0,131	4,72	1,40	1,40	5,20	Skimming	4,39

Dispositivo	Seção	Material	A_D	TR	t_c	P	i	Q_{proj}	Dimensões		Q_{adm}	Regime de Escoamento em Degraus	Velocidade
			(m^2)	(anos)	(min)	(mm)	(m/h)	(m^3/s)	b (m)	y (m)	(m^3/s)		(m/s)
DA-12	Retangular	Concreto	179.029	500	20,0	49,3	0,148	5,15	1,50	1,50	6,18	Skimming	4,41
DA-13	Retangular	Concreto	96.244	500	15,0	41,9	0,168	3,14	1,20	1,20	3,54	Skimming	4,17
DA-14	Retangular	Concreto	338.445	500	35,0	65,8	0,113	7,42	1,70	1,70	8,44	Skimming	4,67
DA-06B	Retangular	Concreto	267.734	500	15,0	41,9	0,168	8,73	1,80	1,80	9,74	Skimming	4,81
DA-06C	Retangular	Concreto	278.389	500	15,0	41,9	0,168	9,07	1,90	1,90	11,2	Skimming	4,79
DA-07	Retangular	Concreto	379.062	500	35,0	65,8	0,113	8,31	1,80	1,80	9,74	Skimming	4,75
DA-08	Retangular	Concreto	66.845	500	15,0	41,9	0,168	2,18	1,00	1,00	2,24	Skimming	4,03
DA-09A	Retangular	Concreto	9.264	500	15,0	41,9	0,168	0,302	0,50	0,50	0,396	-	6,56
DA-09B	Retangular	Concreto	182.217	500	15,0	41,9	0,168	5,94	1,50	1,50	6,18	Skimming	4,56
DA-10A	Retangular	Concreto	16.839	500	10,0	31,4	0,188	0,617	0,60	0,60	0,625	Skimming	3,41
DA-10B	Retangular	Concreto	26.306	500	10,0	31,4	0,188	0,964	0,80	0,80	1,28	Skimming	3,55
DA-11A	Retangular	Concreto	13.043	500	10,0	31,4	0,188	0,478	0,60	0,60	0,625	-	9,48
DA-19C	Retangular	Concreto	215.106	500	30,0	59,8	0,120	5,00	1,40	1,40	5,20	Skimming	4,45
DA-20	Retangular	Concreto	15.238	500	10,0	31,4	0,188	0,558	0,60	0,60	0,625	Skimming	3,31
DA-21A	Retangular	Concreto	12.252	500	10,0	31,4	0,188	0,449	0,60	0,60	0,625	-	7,12
DA-21B	Retangular	Concreto	18.077	500	10,0	31,4	0,188	0,662	0,70	0,70	0,919	Skimming	3,33
DA-22A	Retangular	Concreto	114.910	500	15,0	41,9	0,168	3,74	1,30	1,30	4,32	Skimming	4,25
DA-22B	Retangular	Concreto	167.216	500	20,0	49,3	0,148	4,81	1,40	1,40	5,20	Skimming	4,41
DA-22C	Retangular	Concreto	185.875	500	20,0	49,3	0,148	5,35	1,50	1,50	6,18	Skimming	4,45

Quadro 21 Dispositivo de transposição – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo

Dispositivo	Seção	Material	A_D	TR	t_c	P	i	Q_{proj}	Dimensões	Nº Linhas	Q_{adm}	Velocidade
			(m^2)	(anos)	(min)	(mm)	(m/h)	(m^3/s)	Diâmetro (m)		(m^3/s)	(m/s)
TP-01	Tubular	Concreto	14.284	100	10,0	26,7	0,160	0,445	1,00	1	1,69	2,69
TP-02	Tubular	Concreto	58.451	100	25,0	46,7	0,112	1,27	1,00	1	1,69	3,59
TP-03	Tubular	Concreto	123.287	100	30,0	51,2	0,102	2,45	1,00	2	3,21	7,18
TP-04	Tubular	Concreto	275.964	100	20,0	42,1	0,126	6,78	1,50	2	8,85	9,19
TP-05	Tubular	Concreto	391.439	100	30,0	51,2	0,102	7,79	1,50	2	8,85	9,55
TP-06	Tubular	Concreto	257.723	100	40,0	61,5	0,092	4,63	1,50	1	4,66	4,98

Quadro 22 Dispositivo de drenagem de borda ou platô – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo

Dispositivo	Seção	Material	A_D	TR	t_c	P	i	Q_{proj}	Dimensões		Q_{adm}	Velocidade
			(m^2)	(anos)	(min)	(mm)	(m/h)	(m^3/s)	b (m)	y (m)	(m^3/s)	(m/s)
CB-01	Retangular	Concreto	20.334	100	10,0	26,7	0,160	0,633	0,70	0,70	0,664	2,07
CB-02	Retangular	Concreto	40.850	100	25,0	46,7	0,112	0,889	0,80	0,80	0,948	2,21
CB-03	Retangular	Concreto	9.613	100	15,0	35,7	0,143	0,267	0,50	0,50	0,271	1,72
CB-04	Retangular	Concreto	6.629	100	10,0	26,7	0,160	0,206	0,50	0,50	0,271	1,55
CB-05A	Retangular	Concreto	2.060	100	10,0	26,7	0,160	0,064	0,50	0,50	0,271	0,77
CB-05B	Retangular	Concreto	29.584	100	25,0	46,7	0,112	0,644	0,70	0,70	0,664	2,08
CB-05C	Retangular	Concreto	312.355	100	35,0	56,4	0,097	5,87	1,60	1,60	6,02	3,30
CB-06	Retangular	Concreto	9.121	100	15,0	35,7	0,143	0,253	0,50	0,50	0,271	1,65
CB-07	Retangular	Concreto	9.686	100	10,0	26,7	0,160	0,302	0,60	0,60	0,440	1,68
CB-08	Retangular	Concreto	7.558	100	10,0	26,7	0,160	0,235	0,50	0,50	0,271	1,64
CB-09	Retangular	Concreto	10.100	100	10,0	26,7	0,160	0,315	0,60	0,60	0,440	1,69
CB-10	Retangular	Concreto	30.011	100	20,0	42,1	0,126	0,737	0,80	0,80	0,948	2,08

Dispositivo	Seção	Material	A_D	TR	t_c	P	i	Q_{proj}	Dimensões		Q_{adm}	Velocidade
			(m^2)	(anos)	(min)	(mm)	(m/h)	(m^3/s)	b (m)	y (m)	(m^3/s)	(m/s)
CB-11	Retangular	Concreto	15.248	100	20,0	42,1	0,126	0,374	0,60	0,60	0,440	1,82
CB-12	Retangular	Concreto	105.510	100	30,0	51,2	0,102	2,10	1,10	1,10	2,22	2,65
CB-13	Retangular	Concreto	25.570	100	15,0	35,7	0,143	0,710	0,80	0,80	0,948	2,05
CB-14	Retangular	Concreto	9.085	100	10,0	26,7	0,160	0,283	0,60	0,60	0,440	1,66
CB-15	Retangular	Concreto	1.381	100	6,0	15,3	0,153	0,041	0,50	0,50	0,271	0,61
CB-16	Retangular	Concreto	1.197	100	6,0	15,3	0,153	0,036	0,50	0,50	0,271	0,47
CB-17A	Retangular	Concreto	17.152	100	20,0	42,1	0,126	0,421	0,60	0,60	0,440	1,90
CB-17B	Retangular	Concreto	27.786	100	25,0	46,7	0,112	0,605	0,70	0,70	0,664	2,03
CB-18	Retangular	Concreto	11.990	100	20,0	42,1	0,126	0,294	0,60	0,60	0,440	1,68
CB-19	Retangular	Concreto	96.585	100	30,0	51,2	0,102	1,92	1,10	1,10	2,22	2,58
CB-20	Retangular	Concreto	10.757	100	10,0	26,7	0,160	0,335	0,60	0,60	0,440	1,75
CB-21	Retangular	Concreto	8.600	100	15,0	35,7	0,143	0,239	0,50	0,50	0,271	1,71
CB-22	Retangular	Concreto	7.479	100	10,0	26,7	0,160	0,233	0,50	0,50	0,271	1,62
CB-23	Retangular	Concreto	3.746	100	10,0	26,7	0,160	0,117	0,50	0,50	0,271	1,17
CB-24A	Retangular	Concreto	4.938	100	10,0	26,7	0,160	0,154	0,50	0,50	0,271	1,37
CB-24B	Retangular	Concreto	29.747	100	20,0	42,1	0,126	0,731	0,80	0,80	0,948	2,07
CB-25	Retangular	Concreto	14.667	100	15,0	35,7	0,143	0,407	0,60	0,60	0,440	1,87
CB-26	Retangular	Concreto	8.497	100	10,0	26,7	0,160	0,265	0,50	0,50	0,271	1,70
CB-27	Retangular	Concreto	10.801	100	15,0	35,7	0,143	0,300	0,60	0,60	0,440	1,68

Quadro 23 Dispositivo periférico – cenário final de Expansão da Cava Morro Agudo

Dispositivo	Seção	Material	A_D	TR	t_c	P	i	Q_{proj}	Dimensões		Q_{adm}	Regime de Escoamento em Degraus	Velocidade
			(m^2)	(anos)	(min)	(mm)	(m/h)	(m^3/s)	b (m)		(m^3/s)		(m/s)
CP-01	Retangular	Concreto	6.923	500	6,0	18,2	0,182	0,245	0,50	0,50	0,396	-	5,50
CP-02	Retangular	Concreto	8.037	500	6,0	18,2	0,182	0,284	0,50	0,50	0,396	-	4,75
CP-03	Retangular	Concreto	6.426	500	10,0	31,4	0,188	0,235	0,50	0,50	0,396	-	4,42
CP-04	Retangular	Concreto	66.561	500	15,0	41,9	0,168	2,17	1,00	1,00	2,24	*Skimming*	3,77
CP-05	Retangular	Concreto	14.536	500	6,0	18,2	0,182	0,514	0,60	0,60	0,625	-	7,19
CP-06	Retangular	Concreto	29.148	500	6,0	18,2	0,182	1,03	0,80	0,80	1,28	-	6,88
CP-07	Retangular	Concreto	221.904	500	10,0	31,4	0,188	8,13	1,70	1,70	8,44	*Skimming*	5,15
CP-08	Retangular	Concreto	21.915	500	6,0	18,2	0,182	0,776	0,70	0,70	0,919	-	4,98
CP-09	Retangular	Concreto	43.628	500	6,0	18,2	0,182	1,54	0,90	0,90	1,72	*Skimming*	3,48
CP-10	Retangular	Concreto	7.656	500	6,0	18,2	0,182	0,271	0,50	0,50	0,360	-	1,71
CP-11	Retangular	Concreto	47.204	500	15,0	41,9	0,168	1,54	0,90	0,90	1,72	*Skimming*	3,47

7.2.8.1.2 *Sumps* internos da cava

Em um reservatório de uma estrutura de contenção de sedimentos, a velocidade e a turbulência do escoamento são muito reduzidas. Em consequência, as partículas de maior diâmetro, transportadas em suspensão, e a maior parte das transportadas por arrastamento depositam-se na entrada do reservatório, formando um delta. As partículas de menor diâmetro, transportadas em suspensão, depositam-se mais a jusante, ou transpõem a estrutura através de seus dispositivos de saída, como vertedores, turbinas, válvulas de fundo, entre outros.

Posto isso, as estruturas de contenção de sedimentos propostas para os quatro cenários de expansão da cava Morro Agudo (frentes de lavra Morro Agudo e Espigão do Pico) serão caracterizadas por *sumps* internos às cavas, comumente empregados em mineração em face da intensa antropização de áreas e, por conseguinte, do elevado potencial de geração e carreamento de sedimentos. Essas estruturas apresentam 04 (quatro) zonas características, a saber:

- A primeira, mais profunda, denominada "Volume Morto", que se destina ao armazenamento de sedimento passível de retenção no reservatório;
- A segunda, logo acima da primeira, denominada "Volume de Residência", que se destina à garantia de permanência no reservatório de descargas líquidas afluentes ao mesmo, por um período tal que permita a aglutinação e deposição de partículas transportadas;
- Imediatamente acima, a zona destinada ao trânsito de cheias pelo reservatório, cuja finalidade consiste em auferir à estrutura segurança devida no tocante a aspectos hidrológico-hidráulicos;
- Por fim, a zona mais elevada que constitui o conceito de "borda livre" em reservatórios; as estruturas de contenção de sedimentos, principalmente aquelas construídas em terra, necessitam dessa zona acima do nível de água de sobrelevação da cheia de projeto, visando conter a arrebentação das ondas resultantes da ação do vento.

Os reservatórios dos *sumps* foram calculados com base no volume de sedimentos proveniente das áreas de lavra e contribuições externas, respeitando os limites do fundo da cava. Para cálculo do volume requerido para cada estrutura, calcula-se o volume morto com taxas de sedimentação de 600 m^3/ha.ano para áreas de cava e 35 m^3/ha.ano para áreas naturais. Destaca-se que a periodicidade de limpeza desses *sumps* foi definida como 01 (um) ano. Para cálculo do volume de residência, adota-se a metodologia de Brune, garantindo 80% de eficiência após 01 (um) ano do começo do lançamento dos sedimentos.

A retirada de água dos fundos da cava será realizada por meio de um sistema de recalque associado aos *sumps.* Usualmente, este sistema é configurado em módulos composto por bombas submersíveis e bombas de reforço (*booster*) acopladas a tubos flexíveis de PEAD – Polietileno de Alta Densidade. Essa sistemática associada visa permitir uma flexibilidade quanto a localização do *sump* e às necessidades de recalque em função do desnível geométrico e distância dos pontos de descarte.

No Quadro 24 estão sintetizados os resultados obtidos no dimensionamento do sistema de recalque, onde estão apresentadas as taxas de bombeamento necessárias para o esvaziamento completo dos *sumps*, para o cenário da licença de operação atual e da expansão da cava Morro Agudo. Cabe destacar que, com intento de reduzir as vazões e potências instaladas do sistema de bombeamento, foi considerado que o conjunto motobomba operará por três dias ininterruptos.

A água bombeada dos *sumps* no fundo da cava será direcionada para a barragem do Diogo, onde existe o sistema de captação devidamente licenciado, com Outorga n° 02910/2017, sendo que a água é destinada ao uso industrial na usina de beneficiamento e nas oficinas de manutenção elétrica, mecânica, utilizada para aspersão e umectação das vias de acesso da mina.

Quadro 24 Síntese das vazões de bombeamento nos *sumps*

Estrutura	Volume do *Sump* (m^3)	Taxa de Bombeamento Necessária (m^3/h)
Cenário da operação atual licenciada na Mina de Água Limpa		
Sump 01	73.658	1.023
Sump 02	21.749	302
Cenário Final de Expansão da Cava da Mina de Água Limpa		
Sump 01	15.348	213
Sump 02	88.046	1.223
Sump 03	59.883	832
Sump 04	24.564	341
Sump 05	59.769	830

7.2.8.2 Expansão da PDE Nova Cururu

A PDE Nova Cururu já sofreu ampliações ao longo de sua vida útil e, em cada fase de projeto, foram indicadas estruturas de drenagem que comportassem a área e cenário necessários. Para essa etapa de projeto, que compreende a Expansão da PDE Nova Cururu, foram projetadas novas estruturas de drenagem superficial nos locais de expansão da pilha e indicadas proposições, quando necessárias.

O atual sistema de drenagem superficial da PDE Nova Cururu foi concebido com o objetivo de coletar as águas provenientes do escoamento superficial da pilha e entorno, e conduzi-las, de forma ordenada, até o canal do Vale das Cobras existente, evitando o desenvolvimento de processos erosivos.

São elementos deste sistema:

- Canaletas dos Acessos (CA), que coletam as intermitências sobre os acesos operacionais para evitar surgimentos de erosões devido à grande declividade existente;
- Drenagem sobre as bermas da pilha, cuja função hidráulica será de conduzir os escoamentos superficiais até as descidas de água ou canais periféricos;
- Canais de drenagem (CD) com a finalidade de coletar o escoamento proveniente do platô da pilha, direcionando o fluxo para as descidas de água;
- Descidas de água (DA) são responsáveis por coletar os escoamentos provenientes das bermas e do canal de drenagem, destinando-os aos canais periféricos;
- Canais Periféricos (CP) tem o objetivo coletar os escoamentos superficiais provenientes das bermas, das descidas de água, canal de drenagem e áreas adjacentes, descartando-os de forma ordenada ao canal Vale das Cobras;
- Bacias de dissipação de energia, com a finalidade de minimizar a velocidade da água proveniente dos canais periféricos e descidas, evitando que ocorram processos erosivos no terreno natural a jusante;
- Caixas de transição ou passagem, com a função de auxiliar no escoamento das estruturas, com o intuito de evitar a interferência na operação e eventuais transtornos e comprometimento da integridade das estruturas;
- Bueiros, estruturas existentes que têm a finalidade conduzir todo o fluxo da drenagem superficial sob os acessos propostos.

Ressalta-se que as canaletas dos acessos operacionais da pilha foram previstas em seção trapezoidal em solo para facilitar execução e operar apenas como direcionamento correto do fluxo. Para condição definitiva da pilha, estas deverão ser redimensionadas.

7.2.8.2.1 Estudos hidrológicos

Os estudos hidrológicos foram elaborados com o intuito de calcular as vazões de projeto utilizadas no dimensionamento do sistema de drenagem superficial da Expansão da PDE Nova Cururu.

Basicamente, a metodologia adotada nos estudos hidrológicos pode ser resumida na seguinte sequência:

- Lançamento do eixo das estruturas hidráulicas;
- Delimitação das áreas de contribuição;
- Definição das características físicas e parâmetros das bacias de contribuição, tais como, características do terreno, declividades, período de retorno e coeficiente de escoamento superficial;
- Cálculo dos tempos de concentração para cada componente do sistema de drenagem;
- Cálculo das vazões de pico para cada área de contribuição.

7.2.8.2.1.1 Chuvas de projeto

As chuvas de projeto utilizadas como entrada no modelo de transformação de chuva em vazão foram obtidas a partir de consulta ao documento elaborado pela Vale em agosto de 2017, referente ao empilhamento drenado Vale das Cobras da Mina de Água Limpa.

Os *quantis* de altura de chuva para os períodos de retorno de interesse estão apresentados no Quadro 25.

Quadro 25 *Quantis* de altura pluviométrica (mm) – Expansão da PDE Nova Cururu

Precipitação (mm)											
Duração		Tempo de Retorno (anos)									
		2	5	10	25	50	100	200	500	1.000	10.000
minutos	5	6,3	8,7	10,5	12,9	14,7	14,1	15,7	17,8	19,5	24,9
	10	13,2	17,9	21,4	26,0	29,5	31,1	34,3	38,5	41,5	51,6
	25	22,3	30,1	35,9	43,4	48,9	53,6	58,9	65,7	70,7	87,0
	30	24,1	32,5	38,7	46,8	52,8	58,0	63,8	71,1	76,5	94,0
	1	30,9	41,7	49,7	60,0	67,6	75,0	82,3	91,7	98,6	120,7
horas	2	40,1	54,3	64,9	78,7	89,0	99,2	109,3	122,5	132,2	164,1
	3	45,4	61,6	73,8	89,7	101,6	113,4	125,1	140,5	151,9	189,4
	4	49,2	66,9	80,1	97,5	110,5	123,4	136,3	153,2	165,8	207,4
	6	54,5	74,2	89,0	108,4	123,1	137,6	152,1	171,2	185,5	232,8
	8	58,3	79,4	95,3	116,2	132,0	147,7	163,3	184,0	199,5	250,7
	10	61,3	83,5	100,2	122,3	138,9	155,5	172,0	193,9	210,3	264,7
	12	63,7	86,8	104,2	127,2	144,5	161,9	179,1	201,9	219,1	276,1
	18	69,0	94,1	113,1	138,2	157,1	176,0	194,9	219,9	238,8	301,4
	24	72,8	99,3	119,4	145,9	166,0	186,1	206,2	232,7	252,8	319,4
	2	96,0	126,0	150,0	180,0	203,0	226,0	250,0	280,0	303,0	380,0
dias	3	118,0	153,0	180,0	216,0	243,0	270,0	297,0	332,0	359,0	449,0
	5	153,0	196,0	229,0	273,0	306,0	339,0	372,0	415,0	448,0	558,0
	7	184,0	235,0	273,0	324,0	363,0	402,0	440,0	491,0	530,0	658,0
	10	219,0	280,0	326,0	387,0	433,0	479,0	525,0	586,0	632,0	786,0
	15	270,0	345,0	402,0	477,0	534,0	591,0	648,0	723,0	780,0	969,0
	20	315,0	396,0	458,0	540,0	602,0	663,0	725,0	807,0	868,0	1074,0
	30	390,0	491,0	567,0	668,0	745,0	821,0	898,0	999,0	1075,0	1329,0

De posse dos valores apresentados no Quadro 25, foi elaborado o Quadro 26 com as relações de intensidade, duração e frequência (IDF) para as chuvas com diversos períodos de retorno e durações.

Quadro 26 Intensidade x duração x frequência – Expansão PDE Nova Cururu

Precipitação (mm)											
Duração		Tempo de Retorno (anos)									
		2	5	10	25	50	100	200	500	1.000	10.000
minutos	5	76,2	104,4	126,0	154,7	176,6	169,7	188,7	214,2	233,7	298,9
	10	79,3	107,5	128,6	156,2	176,7	186,7	205,8	230,8	249,2	309,9
	25	53,5	72,2	86,1	104,1	117,5	128,5	141,3	157,7	169,7	208,8
	30	48,2	65,0	77,5	93,7	105,6	116,0	127,5	142,3	153,0	188,0
	1	30,9	41,7	49,7	60,0	67,6	75,0	82,3	91,7	98,6	120,7
horas	2	20,0	27,1	32,4	39,4	44,5	49,6	54,7	61,2	66,1	82,0
	3	15,1	20,5	24,6	29,9	33,9	37,8	41,7	46,8	50,6	63,1
	4	12,3	16,7	20,0	24,4	27,6	30,9	34,1	38,3	41,5	51,9
	6	9,1	12,4	14,8	18,1	20,5	22,9	25,4	28,5	30,9	38,8
	8	7,3	9,9	11,9	14,5	16,5	18,5	20,4	23,0	24,9	31,3
	10	6,1	8,3	10,0	12,2	13,9	15,5	17,2	19,4	21,0	26,5
	12	5,3	7,2	8,7	10,6	12,0	13,5	14,9	16,8	18,3	23,0
	18	3,8	5,2	6,3	7,7	8,7	9,8	10,8	12,2	13,3	16,7
	24	3,0	4,1	5,0	6,1	6,9	7,8	8,6	9,7	10,5	13,3
	2	2,0	2,6	3,1	3,8	4,2	4,7	5,2	5,8	6,3	7,9
dias	3	1,6	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,1	4,6	5,0	6,2
	5	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5	3,7	4,7
	7	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,9
	10	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	3,3
	15	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,7
	20	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,2
	30	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8

7.2.8.2.1.2 Vazão de projeto

A partir dos valores de precipitação supracitados e utilizando-se métodos indiretos de transformação chuva-vazão, foram determinadas as vazões para dimensionamento das estruturas hidráulicas componentes da Pilha de Disposição de Estéril (PDE).

Foram consideradas nos estudos recorrências conforme preconizadas na norma da ABNT - NBR 13.029 (ABNT, 2006), listadas a seguir:

- 100 anos para as canaletas de berma e canais de drenagem dos platôs;
- 500 anos para as decidas de água e canais periféricos.

As vazões de projeto das estruturas do Sistema de drenagem superficial da pilha foram determinadas segundo o Método Racional (Equação 4), em virtude da magnitude das áreas de contribuição, inferiores a 1,5 km^2 (TUCCI,1993). Neste método, a transformação de chuva em vazão é obtida pela aplicação de um coeficiente de escoamento definido em função da cobertura vegetal e tipo do solo da bacia de contribuição. Considera-se que os eventos chuvosos correspondentes às vazões máximas têm a duração igual ao tempo de concentração da respectiva bacia, ou seja:

$$Q_p = \frac{C \cdot i_{t,T} \cdot A}{3{,}6} \qquad \text{Equação 4}$$

Onde:

- Qp é a vazão de projeto (m^3/s);
- C é o coeficiente de escoamento, determinado a partir do uso do solo e do tipo do solo;
- it,T é a intensidade média da chuva para uma duração t e um tempo de retorno T (mm/h);
- A é a área da bacia de contribuição (km^2).

Os tempos de concentração foram obtidos de acordo com os seguintes critérios:

- Nas áreas das bermas e platôs e dos canais de drenagem, utilizou-se o método difuso e interpolado para melhor convergência dos resultados;
- Nas áreas de entorno em terreno natural, utilizou-se o Método de Kirpich.

Os coeficientes de escoamento admitidos foram:

- Superfície da Pilha: C = 0,60;
- Área com cobertura natural: C = 0,30.

Os valores dos coeficientes de escoamento adotados para o cálculo das vazões de projeto foram ponderados segundo as áreas de drenagem para cada tipo identificado acima.

No Quadro 27, seguinte, estão apresentadas as sínteses dos cálculos para a obtenção das vazões de projeto para os sistemas de drenagem superficial da pilha utilizando o Método Racional, conforme já mencionado anteriormente. Ressalta-se que, para o cálculo da vazão utilizada no dimensionamento da drenagem das bermas, considerou-se como referência a estrutura de maior área de contribuição.

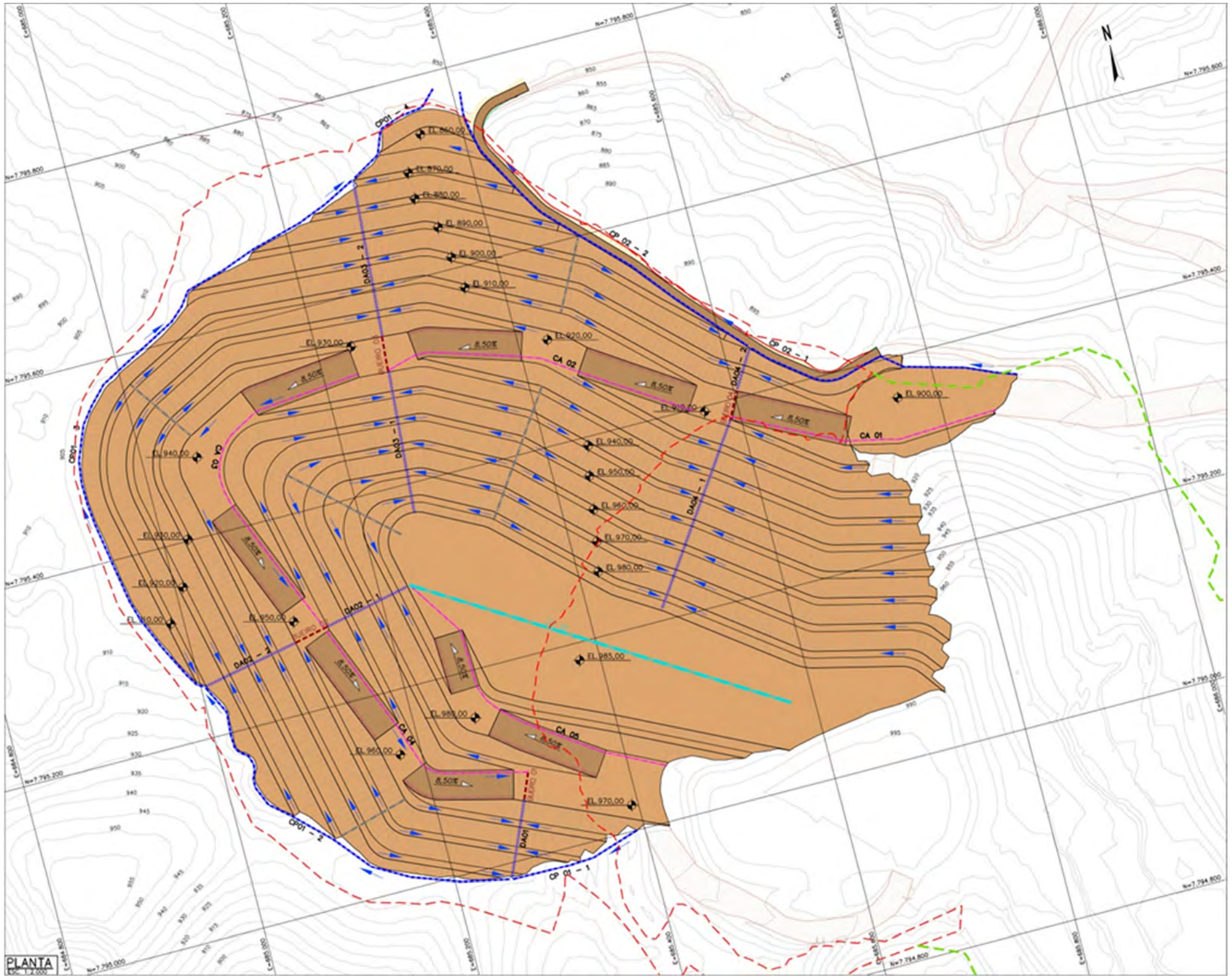
Quadro 27 Síntese do cálculo das vazões de projeto do sistema de drenagem superficial - Expansão da PDE Nova Cururu

Estrutura	TR (Anos)	Área de Drenagem (km^2)	Tempo de Concentração (min)	I (mm/h)	C	Vazão (m^3/s)
Berma	100	0,012	5,0	169,2	0,60	0,339
CD 01	100	0,064	5,0	169,2	0,60	1,815
CA 01	100	0,021	5,0	169,2	0,60	0,601
CA 02	100	0,016	5,0	169,2	0,60	0,455
CA 03	100	0,018	5,0	169,2	0,60	0,503
CA 04	100	0,014	5,0	169,2	0,60	0,393
CA 05	100	0,019	5,0	169,2	0,60	0,546
DA 01	500	0,030	5,0	213,6	0,60	1,075
DA 02 - 1	500	0,103	5,0	213,6	0,60	3,687
DA 02 - 2	500	0,075	5,0	213,6	0,60	2,656
DA 03 - 1	500	0,036	5,0	213,6	0,60	1,274
DA 03 - 2	500	0,110	5,0	213,6	0,60	3,906
DA 04 - 1	500	0,091	5,0	213,6	0,60	3,248
DA 04 - 2	500	0,128	5,0	213,6	0,60	4,574
CP 01 - 1	500	0,049	5,0	213,6	0,35	1,020
CP 01 - 2	500	0,111	5,0	213,6	0,43	2,837
CP 01 - 3	500	0,237	5,0	213,6	0,48	6,742
CP 01 - 4	500	0,354	10	231,0	0,48	10,899
CP 02 - 1	500	0,011	5,0	213,6	0,60	0,399
CP 02 - 2	500	0,159	10	231,0	0,52	5,322

Legenda: TR: Tempo de retorno; C: coeficiente de escoamento; I: Intensidade média de chuva

O traçado das estruturas propostas pode ser verificado na Figura 37 e para mais detalhes, nos desenhos do projeto no **Anexo 6** deste EIA.

Figura 37 Arranjo geral do sistema de drenagem superficial – Expansão da PDE Nova Cururu



7.2.8.2.2 Estudos hidráulicos

O dimensionamento hidráulico das estruturas do sistema de drenagem superficial foi realizado considerando os trechos com declividade máxima e mínima apresentados pelas estruturas, para determinação da velocidade máxima e altura máxima da lâmina de água, respectivamente.

Nos trechos em que as estruturas apresentam perfil longitudinal em degraus, utilizou-se a metodologia do *Skimming Flow*, com o auxílio do software SISCCOH, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da UFMG.

Nos trechos sem degraus, foi utilizada a metodologia proposta por Manning (Equação 5), a saber:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times Rh^{\frac{2}{3}}\sqrt{I} \qquad \text{Equação 5}$$

Onde:

- Q é a vazão em m^3/s;
- n é o coeficiente de rugosidade de Manning, (n=0,015, revestimento em concreto e n=0,022 para solo);
- A é área molhada em m^2;
- Rh é o raio hidráulico da seção molhada (m);
- I é a declividade longitudinal (m/m).

A seguir é apresentado o dimensionamento hidráulico para cada estrutura constituinte do sistema de drenagem do atual cenário da PDE Nova Cururu.

7.2.8.2.2.1 Bermas das pilhas

No atual contrapilhamento, as bermas foram projetadas com largura de 7,0 metros visando garantir a estabilidade da pilha de estéril. A fim de evitar a utilização de estruturas rígidas no desenvolver das bermas, estas foram projetadas de forma a operar como canaletas para interceptação e condução dos escoamentos provenientes dos taludes das bancadas superiores, estimadas com inclinação longitudinal de 1,0% e transversal de 3,0%.

O dimensionamento e a avaliação do funcionamento das bermas como canaletas de condução do fluxo foram realizados para as vazões decorrentes de precipitações de 100 anos de período de retorno, conforme mencionado anteriormente, e admitindo o escoamento permanente e uniforme.

Importante mencionar também que as áreas de contribuição foram determinadas a partir do comprimento das bermas, pois a largura de berma e talude tem poucas variações.

A síntese dos resultados da verificação hidráulica das bermas de maiores comprimentos e consequentemente maior área de contribuição estão apresentados no Quadro 28.

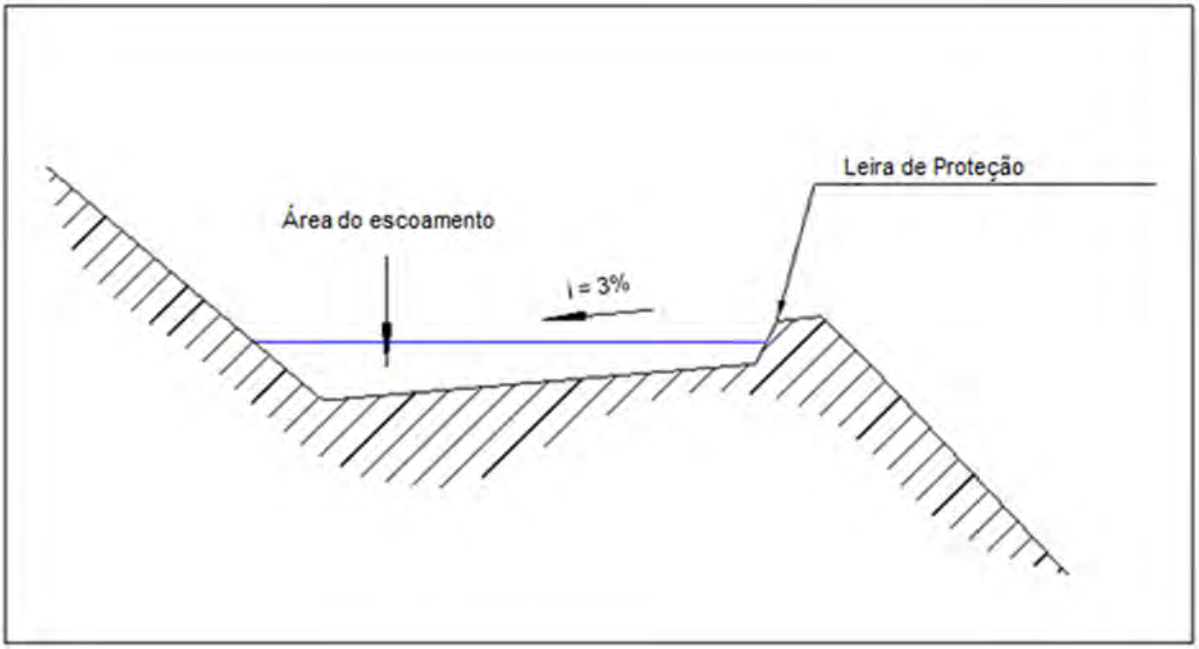
Quadro 28 Síntese do dimensionamento hidráulico das bermas

Comprimento da Berma (m)	Área de Drenagem (m^2)	Q (m^3/s)	Velocidade (m/s)	Profundidade (m)
300	0,009	0,22	0,89	0,25
400	0,010	0,25	0,94	0,26
500	0,012	0,33	1,32	0,28

A partir do exposto, pode-se observar que nas bermas superiores a 500 m de extensão, podem ocasionar velocidades superiores a 1,0 m/s em virtude do longo prolongamento. Nessas estruturas são indicadas proteção com laterita para diminuir velocidades de escoamento e consequentemente minimizar processos erosivos no local. Esta solução se torna de suma importância para funcionamento correto das estruturas.

Tendo em vista que a largura típica da berma será de 7,0 m, a declividade transversal de 3,0%, a altura disponível para o fluxo de água total será de 0,21 metros. Como pode ser verificado nos resultados apresentados no Quadro 28, a dimensão proposta para a maior berma atenderá a vazão de projeto para a pior situação, que apresenta 0,28 m de lâmina de água. Assim, para evitar qualquer fuga de água e ocorrência de processos erosivos na face dos taludes de jusante, foram previstas leiras de proteção na extremidade externa das bermas, em solo compactado, com altura de 0,5 m, o que disponibiliza uma altura para escoamento de 0,52 m, conforme apresentado na Figura 38 a seguir.

Figura 38 Seção típica da berma e da leira de proteção



Recomenda-se, ainda, a constante avaliação das estruturas e, uma vez que observado qualquer tipo de erosão localizada, deverão ser realizadas as manutenções que se fizerem necessárias para evitar danos maiores que possam comprometer a integridade estrutural dos dispositivos.

7.2.8.2.2.2 Canais de drenagem (CD)

O canal de drenagem tem a função de coletar as águas provenientes da contribuição do platô, direcionando o fluxo para a descida de água. Apresenta seção trapezoidal com taludes de 3H:1V, em solo compactado sem revestimento e declividade variável conforme apresentado no **Anexo 6** deste EIA no Desenho 1190MM-X-01751 (Figura 37).

O dimensionamento hidráulico foi realizado para as vazões decorrentes de precipitações de 100 anos de período de retorno, utilizando a Metodologia de Manning (Equação 5), admitindo o escoamento permanente e uniforme. O Quadro 29 apresenta a síntese dos cálculos.

Quadro 29 Síntese do Dimensionamento Hidráulico do Canal de Drenagem

Estrutura	Q (m^3/s)	Base (m)	Talude (H:V)	Declividade (%)	Coef. de Manning	Profundidade (m)	Velocidade (m/s)
CD 02	1,815	0,50	3:1	0,5	0,022	0,46	1,45

Recomenda-se proteção com laterita ao longo do canal para minimizar as velocidades e evitar carreamento de sólidos para o interior das descidas.

7.2.8.2.2.3 Descidas d'água (DA)

As descidas de água foram concebidas em seção retangular, com perfil longitudinal em degraus nos taludes das pilhas e declividade longitudinal de 2,0% sobre as bermas, garantido o escoamento torrencial no decorrer da estrutura.

Estas estruturas foram dimensionadas para as vazões decorrentes de precipitações de 500 anos de período de retorno, utilizando a metodologia de Manning (Equação 8) no trecho da descida pela berma e a metodologia do *Skimming Flow* para verificação hidráulica no trecho da descida pelos taludes. As alturas das paredes foram projetadas para comportar a "espuma" gerada pela turbulência do escoamento em degraus, sendo esta altura equivalente a 140% da profundidade do escoamento no vértice do degrau, calculada para 90% de concentração de ar.

No Quadro 30 e Quadro 31 são apresentadas as sínteses dos dimensionamentos das descidas de água para a situação sem e com degraus, respectivamente.

Quadro 30 Síntese do Dimensionamento Hidráulico das Descidas de Água nas bermas – Trecho sem Degraus - Método de Manning

Tipos	Q (m^3/s)	Base (m)	Altura Parede (m)	Declivi-dade (%)	Coef. de Manning	Profundi dade (m)	Borda Livre (m)	Veloci-dade (m/s)
DA 01	1,075	0,50	0,50	2,0	0,015	0,50	0,00	3,05
DA 02 - 1	3,687	1,00	1,00	2,0	0,015	0,85	0,15	4,35
DA 02 - 2	2,656	1,00	1,00	2,0	0,015	0,65	0,35	4,07
DA 03 - 1	1,274	1,00	1,00	2,0	0,015	0,38	0,62	3,38
DA 03 - 2	3,906	1,50	1,00	2,0	0,015	0,58	0,42	4,48
DA 04 - 1	3,248	1,00	1,00	2,0	0,015	0,76	0,24	4,25
DA 04 - 2	4,574	1,50	1,00	2,0	0,015	0,65	0,35	4,67

Quadro 31 Síntese do Dimensionamento Hidráulico das Descidas de Água nas bermas – Trecho com Degraus - Método de Skimming Flow

Tipos	Q (m^3/s)	Base (m)	Altura Parede (m)	Altura do Degrau (m)	Profundidade do Escoamento no último vértice (m)	Profundida de (m)	Borda Livre (m)	Velocidade Final (m/s)
DA 01	1,075	0,50	0,50	0,3	0,45	0,50	0,00	7,502
DA 02 - 1	3,687	1,00	1,00	0,5	0,77	1,00	0,00	8,497
DA 02 - 2	2,656	1,00	1,00	0,5	0,61	0,86	0,14	7,889
DA 03 - 1	1,274	1,00	1,00	0,5	0,37	0,52	0,48	6,353
DA 03 - 2	3,906	1,50	1,00	0,5	0,60	0,84	0,16	7,851
DA 04 - 1	3,248	1,00	1,00	0,5	0,71	0,99	0,01	8,261
DA 04 - 2	4,574	1,50	1,00	0,5	0,68	0,95	0,05	8,147

Pode-se observar velocidades altas de escoamento, por essa razão para próxima fase de projeto, o concreto deverá ser dimensionado para suportar essas velocidades. Ainda assim, recomenda-se, inspeções visuais nas estruturas após os eventos chuvosos de maior intensidade, a fim de detectar e reparar possíveis erosões pontuais ocorridas no concreto.

7.2.8.2.2.4 Canais periféricos (CP)

Os canais periféricos foram concebidos em concreto e perfil longitudinal de fundo liso e em degraus, onde a topografia possuir altas declividades com a função de coletar os escoamentos superficiais provenientes das bermas e descidas de água e áreas adjacentes, descartando-os junto aos pontos de coleta e direcionamento ao canal Vale das Cobras existente implantado em um trecho do córrego Vale das Cobras a montante do empilhamento drenado, ambos já licenciados.

No dimensionamento hidráulico dos canais periféricos também foi adotada a metodologia de *Manning* (Equação 5) para os trechos sem degraus, admitindo o escoamento permanente e uniforme. Nos trechos com degraus foi utilizada a metodologia do *Skimming Flow*, que considera a interferência da aeração e a altura do degrau no coeficiente de rugosidade do canal, assim como explicado para as descidas.

No Quadro 32 e no Quadro 33 são apresentadas as sínteses dos dimensionamentos dos canais periféricos para a situação mais crítica (menor e maior declividades) nos trechos sem e com degraus, respectivamente, conforme metodologia citada.

Quadro 32 Síntese do dimensionamento hidráulico dos canais periféricos – trecho sem degraus – *Manning*

Tipos	CP 01 - Trecho Final	CP 02 - Trecho Final
Q (m^3/s)	10,899	5,322
Base (m)	1,80	1,50
Altura Parede (m)	1,50	1,00
Coef. De Manning	0,015	0,015
Declividade (%)	2,00	2,00
Profundidade (m) – Decliv. mín	1,04	0,73
Borda Livre (m)	0,46	0,27
Velocidade máxima (m)	5,81	4,88

Quadro 33 Síntese do dimensionamento hidráulico dos canais periféricos – trecho com degraus – *Skimming*

Tipos	CP 01	CP 02
Q (m^3/s)	10,899	5,322
Base (m)	1,80	1,50
Altura Parede (m)	1,50	1,00
Coef. De Manning	0,015	0,015
Declividade Min. (%)	20,00	20,00
Declividade Máx. (%)	50,00	50,00
Profundidade (m) – Decliv. mín	1,40	1,00
Borda Livre (m)	0,10	0,00
Velocidade máxima (m)	8,38	6,83

A partir do exposto, nota-se velocidades elevadas de escoamento, devido a sua grande contribuição e consequentemente vazão. À jusante das estruturas serão propostas bacias de dissipação, para conduzir de forma ordenada o fluxo hídrico. Ainda, recomenda-se monitoramento frequente da estrutura, principalmente após grandes eventos de chuva.

Entretanto, os canais periféricos foram subdivididos em trechos a partir de confluência com demais estruturas. O Quadro 34 apresenta suas dimensões.

Quadro 34 Dimensões dos canais periféricos

Canal Periférico	Base (m)	Altura (m)	Degrau (m)
CP 01 - 1	0,5	0,5	0,3
CP 01 - 2	1,5	1,0	0,5
CP 01 - 3	1,5	1,5	0,5
CP 01 - 4	1,8	1,5	0,5
CP 02 - 1	0,5	0,5	-
CP 02 - 2	1,5	1,0	0,5

7.2.8.2.2.5 Bueiros

Para transpor os fluxos sob os acessos operacionais, são previstos alguns bueiros para que haja a correta condução do escoamento superficial da pilha e ainda proteção do acesso.

Este dispositivo foi calculado utilizando-se o *software* SisCCoH versão 1.0 (2014), desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais e a pela empresa Pimenta de Ávila Consultoria Ltda.

O cálculo foi realizado considerando-se dimensões que possibilitassem o funcionamento desta estrutura como canal. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 35.

Quadro 35 Síntese do dimensionamento hidráulico dos bueiros

Estrutura	Material	Geometria	Vazão (m^3/s)	Diâmetro (m)	Profundidade (m)
B1	Concreto Armado	Tubular Simples	1.075	1,0	0.59
B2	Concreto Armado	Tubular Simples	2.656	1.2	0.89
B3	Concreto Armado	Tubular Simples	3.906	1.5	1.02
B4	Concreto Armado	Tubular Simples	4.574	1.5	1.06

Recomenda-se em fase de projeto executivo, a avaliação correta do cobrimento mínimo a ser executado na implantação do bueiro devido as cargas que serão recebidas pela estrutura.

7.2.8.2.2.6 Bacia de dissipação

As estruturas de dissipação de energia foram projetadas para dissipar a energia hidráulica do escoamento proveniente dos canais periféricos, a fim de restituir o fluxo de maneira adequada com baixa velocidade para o canal Vale das Cobras, a jusante. Foram projetadas 02 bacias de dissipação, em concreto armado, no desague final do CP 01 e CP02.

Para o seu dimensionamento adotou-se a equação da altura conjugada do ressalto (Equação 6) e a formulação empírica para determinação do comprimento do ressalto hidráulico (Equação 7), apresentadas a seguir:

$$\frac{Y_2}{Y_1} = \frac{1}{2}\left[\sqrt{1 + 8 \times Fr^2} - 1\right] \qquad \text{Equação 7}$$

$$LR = 6{,}9 \cdot (Y_2 - Y_1) \qquad \text{Equação 7}$$

Onde:

- Y_1 é a altura da lâmina de água a montante da bacia;
- Y_2 é a altura conjugada do ressalto hidráulico;
- Fr é o número de Froude;
- LR é o comprimento do ressalto hidráulico.

O Quadro 36 apresenta a síntese do dimensionamento hidráulico das bacias de dissipação.

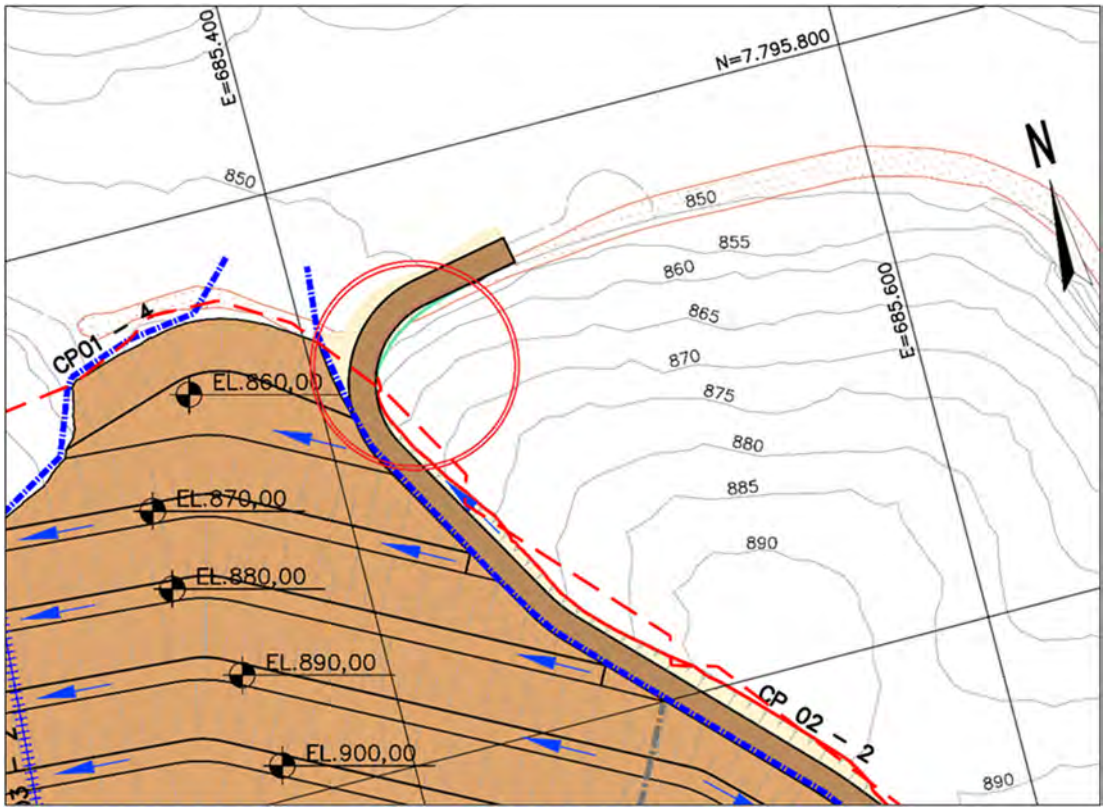
Quadro 36 Síntese do dimensionamento hidráulico da bacia de dissipação

Variável	Bacia 01 – CP01	Bacia 02– CP02
Vazão de Projeto (m^3/s)	10,899	5,322
Velocidade estimada na entrada da bacia (m/s)	9,10	6,84
Largura da bacia (m)	2,00	1,50
Altura da lâmina de água na entrada da bacia (m)	0,92	0,73
Altura da lâmina de água conjugada (m)	1,29	1,00
Comprimento do ressalto (m)	8,46	5,62
Altura da parede adotada (m)	2,00	1,50
Comprimento da bacia de dissipação adotada (m)	9,00	6,00
D50 (m)	015	0,15

7.2.8.2.3 Verificação do trecho em curva do canal periférico

Uma verificação necessária, trata-se do trecho em curva existente no final do canal periférico para acompanhar as condições do acesso e favorecer a topografia. Este trecho, apresentado na Figura 39 , merece atenção especial, pois ocasiona a sobrelevação do fluxo.

Figura 39 Trecho em curva do canal periférico



Conforme também apresentado na publicação "*Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração* – Pinheiro 2011" a sobrelevação máxima em função da curvatura deverá ser calculada de acordo com as formulações abaixo, sendo utilizado o software SisCCoH. A abaixo apresenta o croqui de dimensionamento para canais em curva, definido pelas equações abaixo (Figura 40) .

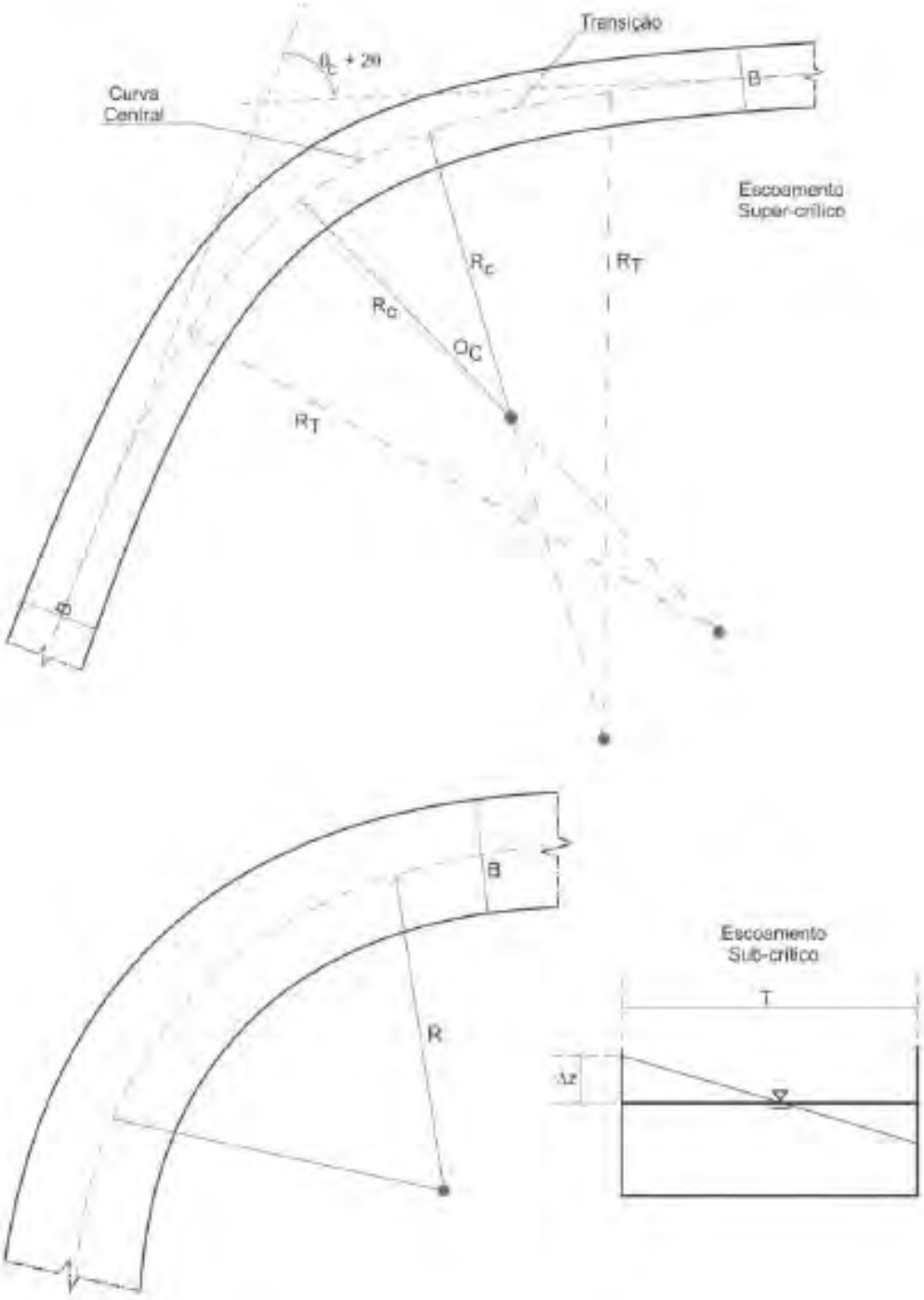
$$R_T = 2 \cdot R_c \qquad \text{Equação 8}$$

$$\theta = arctan \cdot \left(\frac{B/tan\beta}{R_T + 0{,}5 \cdot B} \right) \qquad \text{Equação 9}$$

$$\beta = arcsen \cdot \left(\frac{1}{F} \right) \qquad \text{Equação 10}$$

Nas equações acima, B é a largura de topo do canal, R_T o raio das transições, R_C o raio da curva central, θ o ângulo central das transições, β o ângulo da onda na curva central e F o Número de Froude do escoamento.

Figura 40 Croqui de dimensionamento dos canais em curva



Observa-se ainda que, além da verificação da sobrelevação do fluxo em função da curva do canal, o software utilizado realiza a verificação da perturbação da linha d´água a jusante da curva. Os dados de entrada e os resultados obtidos encontram-se resumidos no Quadro 37.

Quadro 37 Sobrelevação do nível d'água em curvas

Canal Periférico CP 02	
Profundidade de escoamento no início da curva (m)	0,73
Velocidade no início da curva (m/s)	6,84
Froude no início da curva (m/s)	3,03
Largura da superfície do escoamento (m)	1,50
Raio de curvatura utilizado (m)	30,0
Sobrelevação em função da curvatura (m)	0,238
Altura total (m)	0,968
Altura do muro lateral (m)	1,00
Borda Livre	0,032

Dessa forma, conclui-se que a sobrelevação do nível d'água gerada em função da curvatura do canal não interfere na estrutura, sendo o fluxo permanece inteiramente confinado.

Recomenda-se, porém, inspeções visuais nas estruturas vertentes após períodos chuvosos, que ocorrem geralmente entre novembro e março, a fim de detectar e reparar possíveis erosões pontuais ocorridas na estrutura.

A planta do sistema de drenagem superficial da expansão da PDE Nova Cururu é mostrada na Figura 41.

Figura 41 Planta do sistema de drenagem superficial – Expansão da PDE Nova Cururu

Fonte: Walm, 2018 (RL-1190MM-X-01755).

7.2.8.2.4 Avaliação hidráulica das estruturas existentes

A partir do novo cenário do projeto de Expansão da PDE Nova Cururu, o aporte de sedimentos, assim como a configuração de drenagem geral da Mina de Água Limpa se modificará. Nesse contexto, a Vale contratou a empresa especializada Walm Engenharia para realizar uma avaliação de segurança hidráulica das estruturas que competem o sistema de drenagem superficial do entorno.

A seguir é apresentada uma avaliação hidráulica da bacia de contenção de sedimentos existente a jusante da PDE Nova Cururu, bem como a verificação de funcionamento do bueiro sob o acesso existente e do canal Vale das Cobras.

7.2.8.2.4.1 Bacia de contenção de sedimentos - *sump*

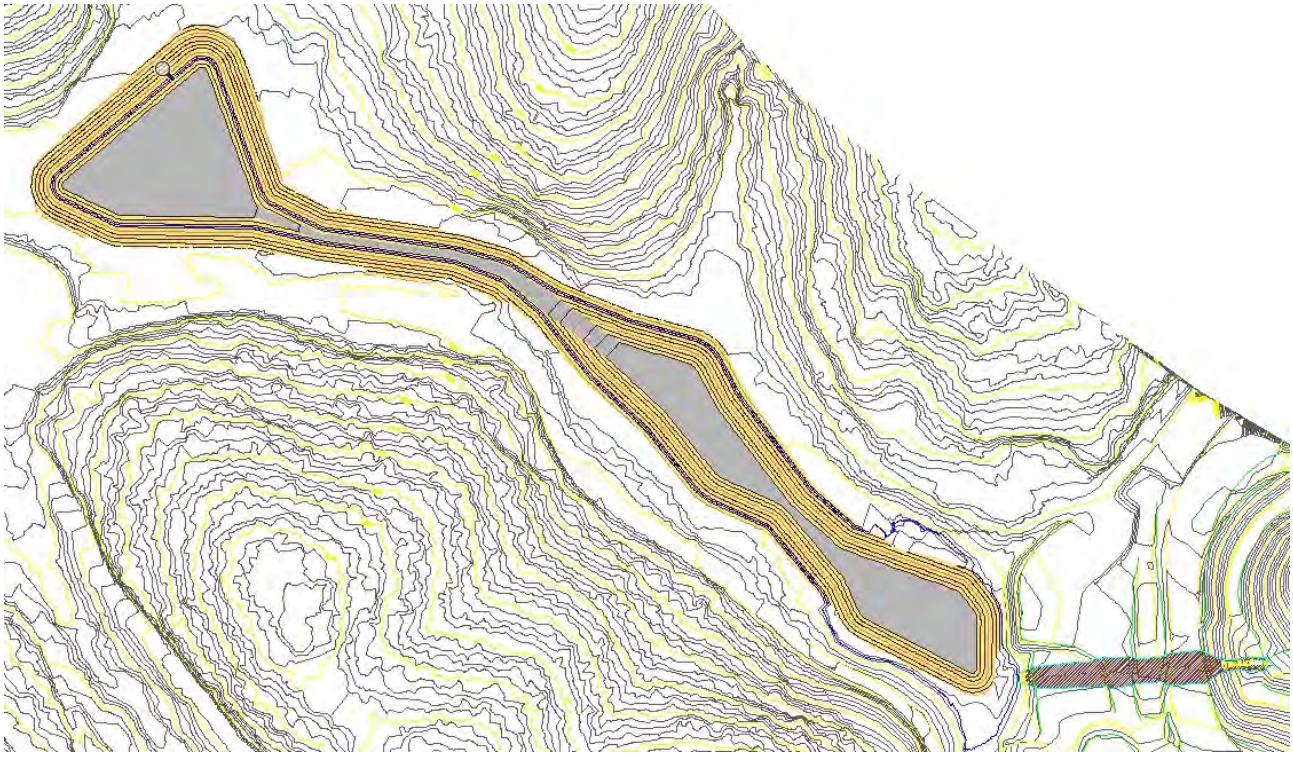
A bacia de contenção de sedimentos trata-se de uma estrutura operacional existente a jusante da área de expansão da PDE Nova Cururu e a montante do canal Vale das Cobras, sendo a estrutura a ser utilizada durante a operação da pilha (Figura 42). Essa estrutura será adequada visando atender a expansão da PDE Nova Cururu (WALM, 2021).

Para o projeto de adequação dessa bacia (*sump*) foram adotadas as seguintes considerações geométricas e /características gerais para dimensionamento do volume adequado (WALM, 2021):

- Talude médio global com declividade aproximada: de 1,00V:2,00H;
- Profundidade máxima = 10,0 m;
- Base escavada El. 837,00 m ~ crista El. 845,00 m;
- Volume = 113.623.97 m^3.

A Figura 42 mostra o arranjo geral da bacia de sedimentação (*sump*) da PDE Nova Cururu. O Desenho 1190MM-B-01259-Rev A apresentado no **Anexo 6** deste EIA mostra o arranjo geral desta bacia e sua relação cota x área x volume.

Figura 42 Arranjo geral da adequação da bacia de sedimentação (*sump*) da PDE Nova Cururu (WALM, 2021)



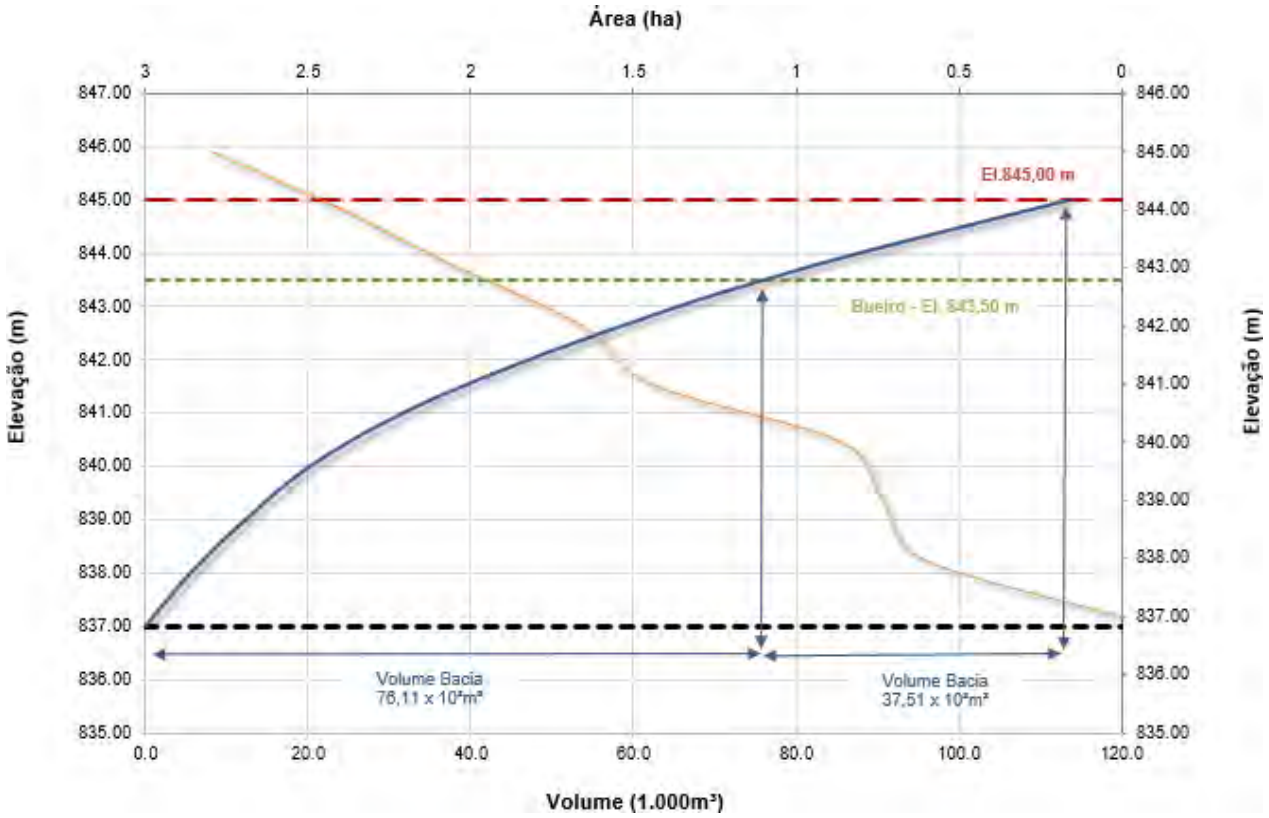
O Quadro 38 seguinte mostra a relação das cotas (elevação) x área x volume de sedimentação nesta bacia de sedimentação.

Quadro 38 Cota x área x volume da bacia de sedimentos

Bacia de sedimentação (sump)da PDE Nova Cururu		
Elevação (m)	**Área (m^2)**	**Volume Acumulado (m^3)**
837.00	4,964.58	0.00
838.00	6,132.29	5,538.17
839.00	7,342.11	12,266.30
840.00	8,594.31	20,226.29
841.00	14,442.19	31,618.78
842.00	16,568.64	47,112.03
843.00	20,362.46	65,545.01
843.50	22,182.00	76,117.88
844.00	23,934.20	87,704.16
845.00	27,957.50	113,623.97

A partir dos dados informados, a Figura 43 , apresenta a curva Cota x Área x Volume.

Figura 43 Curva cota x área x volume da bacia de contenção de sedimentos



Fonte: Walm, 2021.

Estudo sedimentológico da bacia de sedimentação

A avaliação da eficiência na retenção de sedimentos de todas as estruturas foi realizada por meio da Curva de Brune (ANEEL, 2000), que relaciona a capacidade de armazenamento de sedimentos com o volume anual afluente ao mesmo.

O volume anual afluente foi obtido pela regionalização de vazões presente na publicação Deflúvios Superficiais do Estado de Minas Gerais (HIDROSSISTEMAS/COPASA, 1993), que estabelece rendimentos específicos médios de longo termo para cada região do estado. No local de implantação, foi considerado um rendimento específico médio equivalente a 15 L/s.km^2.

O Quadro 39 apresenta uma síntese do estudo sedimentológico para a verificação da eficiência da bacia de sedimentos existente.

Quadro 39 Volume de sedimentos e residência

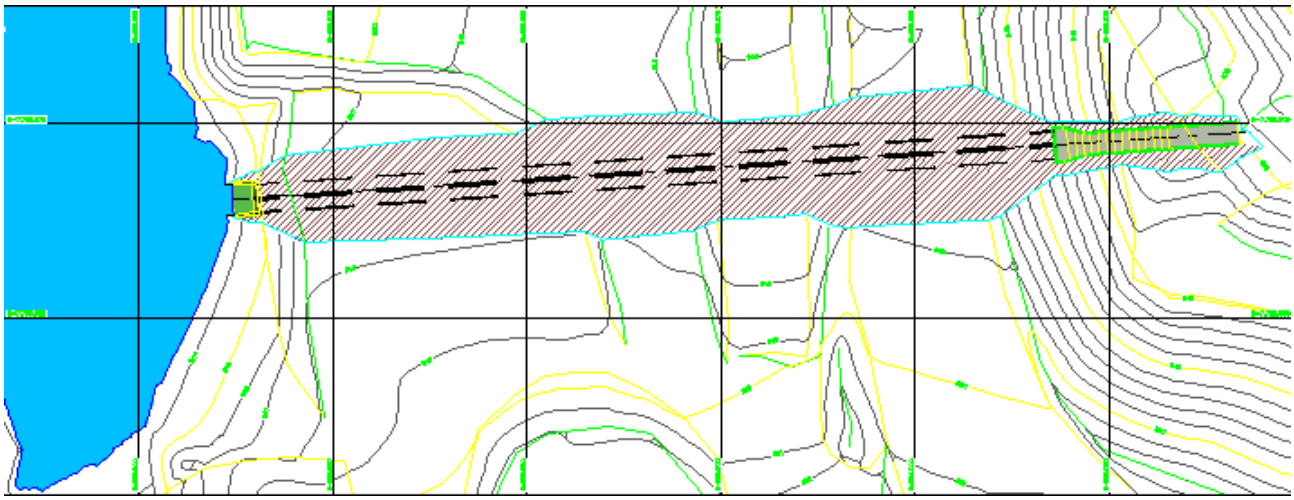
Estrutura	Área Contribuição (km^2)	Volume Sedimento Anual (m^3)	Volume de residência (m^3)	Volume Total Necessário (m^3)	Eficiência de retenção - Curva de Brune (%)
Bacia	1,67	39.976,5	31.952,7	71.929,20	84,81

Nesse contexto, a estrutura deverá obedecer ao volume mínimo para o correto aporte de sedimentação previsto, bem como a limpeza anual.

Estudo hidráulico

A partir das vazões de pico afluente, desconsiderando amortecimento na bacia, foi redimensionado um bueiro a jusante dessa bacia de sedimentação (Figura 44) . Esse bueiro terá a função de drenar as afluências sobre a bacia de sedimentos e ordenar o fluxo corretamente ao canal existente.

Figura 44 Arranjo geral do bueiro a jusante da bacia de sedimentação (sump)



Fonte: Walm, 2021

A sobrelevação do nível de água a montante da tubulação desse bueiro foi realizada a partir da equação de emboque:

$$\sqrt{\frac{2}{3} \cdot g \cdot H}$$

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot A \cdot$$

Onde:

- Q = vazão (m^3/s);
- Cd = coeficiente de descarga, adimensional. Para o presente dimensionamento,adotou-se Cd igual a 0,9;
- A = Area da tubulação (m^2);
- H = Altura do nível de água na entrada da tubulação (m);
- G = aceleração da gravidade (m/s^2).

A verificação hidráulica do bueiro foi realizada com auxílio do software SisCCoHe os resultados obtidos para TR 25 e 50 anos estão apresentados no Quadro 40.

Quadro 40 Síntese do dimensionamento hidráulico do bueiro

Características	TR 25 anos	TR 50 anos
Vazão (m3/s)	4.25	5.41
Declividade (%)	2.00	2.00
Diâmetro (mm)	1.5	
Nível de água no interior da tubulação (m)	0.51	0.58
Coeficente de Manning	0.015	0.015
Velocidade associada a profundidade normal	4,05	4,33

A jusante do bueiro, visando proteção do talude, foi projetada uma escada hidráulica para dissipar a energia do escoamento, considerando a metodologia do *Skimming Flow*. O Quadro 41 apresenta uma síntese do dimensionamento hidráulico dessa estrutura.

Quadro 41 Síntese do dimensionamento hidráulico da escada na saída do bueiro

Q (m^3/s)	Base (m)	Altura Parede (m)	Coef. de Manning	Profundidade (m)	Altura de Referência (m)	Borda Livre (m)	Velocidade (m/s)
5.41	2.5	1.5	0,015	0.495	0.694	0.806	7.145

Fonte: Walm, 2021

Em seguida a escada hidráulica foi dimensionada uma bacia de dissipação para ordenar corretamente o fluxo ao canal do Vale das Cobras. O Quadro 42 apresenta a síntese do dimensionamento desse dispositivo.

Quadro 42 Síntese do dimensionamento hidráulico da bacia de dissipação a jusante do bueiro

Característica	TR 50 anos
Vazão de Projeto (m^3/s)	5.41
Velocidade estimada na entrada da bacia (m/s)	7.145
Velocidade estimada na saída da bacia (m/s)	1.33
Largura da bacia (m)	2.5
Altura da lâmina de água na entrada da bacia (m)	0.303
Altura da lâmina de água conjugada (m)	1.43
Altura da bacia de dissipação adotada (m)	1.5
Comprimento da bacia de dissipação calculado (m)	9.46
Comprimento da bacia de dissipação adotado (m)	10
Borda livre resultante (m)	0.07

7.2.8.2.4.2 Direcionamento da drenagem superficial

A drenagem superficial da área da PDE Nova Cururu existente e quando da implantação da expansão desta pilha, possui talvegue que direciona toda a contribuição para o *sump* existente, com o objetivo de conter os sedimentos proveniente da drenagem superficial. Após a primeira estrutura de contenção, a vazão é direcionada para o canal periférico do ED extravasor direito do Vale das Cobras, que conduz à drenagem para a barragem do Diogo, estrutura final de contenção de sedimentos.

7.2.8.2.4.3 Manutenção

Os sedimentos carreados pelas drenagens da área de Expansão da PDE Nova Cururu serão captados pelos dispositivos de drenagem e direcionados para o *sump* já existente da PDE Nova Cururu.

A bacia de contenção de sedimentos deverá apresentar profundidade até o nível 845,00 m, e ter um volume disponível de 113.623,97 m^3. Esta bacia deverá ser limpa anualmente para a retirada do material sedimentado, já que foram realizados estudos quanto a área da bacia e estudos sedimentológicos de acordo com a área de contribuição da estrutura. Os sedimentos serão retirados com equipamentos da infraestrutura e destinados para a disposição na pilha objeto de licenciamento.

Todas as estruturas de drenagem serão inspecionadas mensalmente pela equipe da geotecnia operacional e passarão por manutenção de limpeza e roçada trimestralmente e, caso necessário, em um período menor. As atividades de monitoramento das pilhas de estéril, cava e dos sistemas de drenagem e de contenção de sedimentos são realizadas rotineiramente, em atendimento à condicionante nº 5 do processo COPAM 118/1986/038/2010 da Mina de Água Limpa.

7.2.9 Estruturas de Apoio

7.2.9.1 Canteiros de Obras

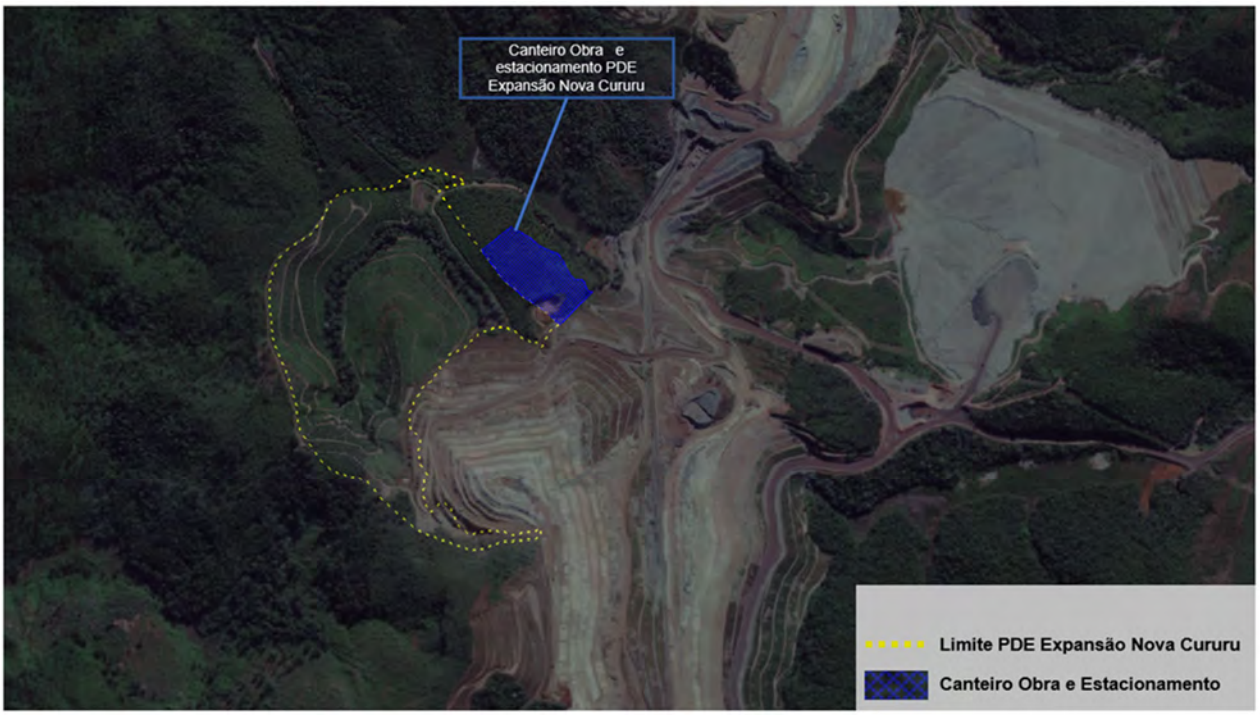
7.2.9.1.1 Expansão da Cava Morro Agudo

Para a expansão da cava Morro Agudo não será necessária a implantação de um canteiro de obras. Será implantado somente um ponto de apoio avançado com banheiro químico e tenda para equipe que irá realizar os serviços de supressão da vegetação.

7.2.9.1.2 Expansão da PDE Nova Cururu

O canteiro de obras da Expansão da PDE Nova Cururu será instalado no local indicado pela Figura 45 nas coordenadas UTM: Zona 23 685532.47 N e 7795468.73, Datum SIRGAS 2000.

Figura 45 Localização do canteiro de obras da expansão da PDE Nova Cururu



A área utilizada como canteiro de obras para a expansão da PDE Nova Cururu contará com as seguintes estruturas:

- Containers (escritórios, vestiários/sanitários/área de vivência, refeitório);
- Área estacionamento;
- Caixas d'água;
- Banheiros químicos;
- Depósito intermediário de resíduos (DIR).

O canteiro de obras será montado no local anteriormente já utilizado como área de canteiro de outras obras. Consistirá em canteiro com escritório administrativo, refeitório, almoxarifado, vestiários, sanitários, área de vivência, centrais de forma e armação. Os depósitos de materiais/agregados serão na própria área da obra. O concreto será fabricado nas usinas de concretagem da região e o canteiro não terá oficina de manutenção.

Na etapa de implantação da Expansão da PDE Nova Cururu, a água para consumo humano poderá ser do tipo mineral, sendo distribuída em galões de 20 L e armazenada em bebedouros. Os reservatórios para armazenamento da água potável serão higienizados a cada quatro meses, conforme legislação estadual vigente.

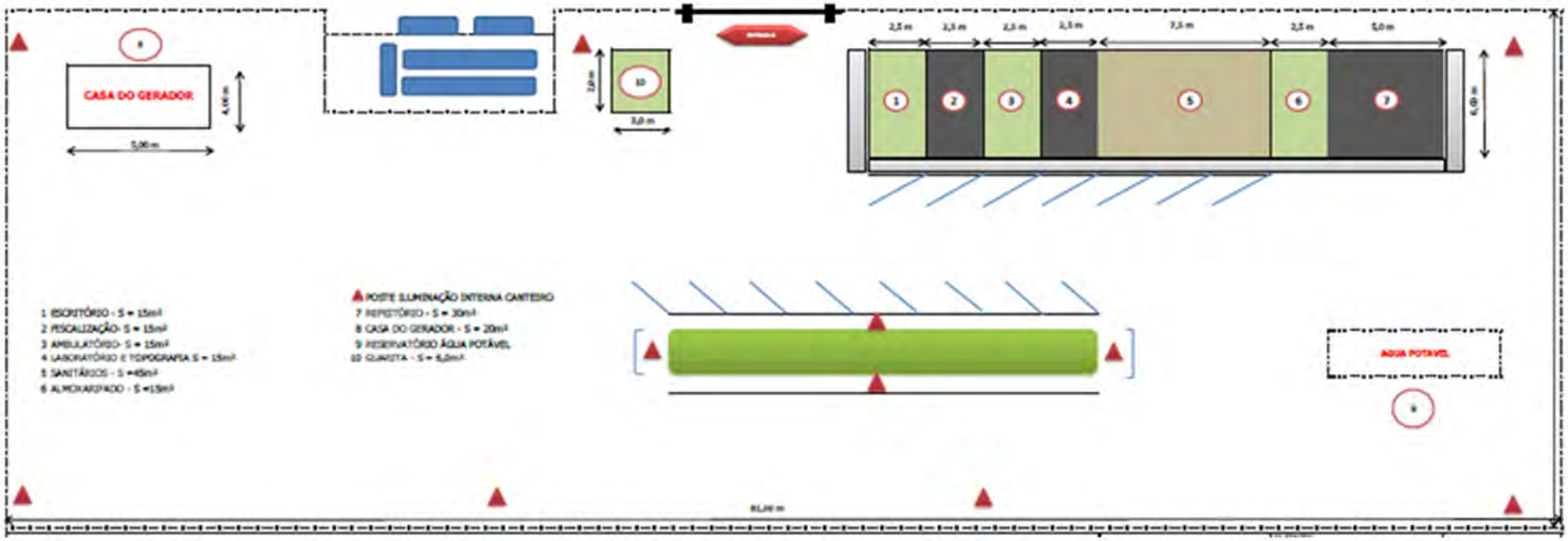
Os efluentes líquidos provenientes dos sanitários serão coletados conforme demanda pela empresa especializada e destinados à Estação de Tratamento de Efluentes - ETE da Mina de Água Limpa.

O acondicionamento dos resíduos contaminados com óleos e graxas será realizado em tambores estanques, em bom estado de conservação, com tampa metálica e aro de vedação, devidamente identificados e serão destinados conforme o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS já em execução nas unidades Vale.

Ao final da etapa de implantação estas estruturas serão desmobilizadas e os resíduos sólidos gerados na desmobilização serão destinados de acordo com os procedimentos estabelecidos conforme o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS já em execução nas unidades Vale.

A Figura 46 apresentada a seguir apresenta o layout do canteiro de obras da expansão da PDE Nova Cururu.

Figura 46 Layout do canteiro de obras



Fonte: Vale, 2020

7.2.9.1.3 Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

A localização do canteiro de obras da ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa, bem como do armazém e do pátio do empreendimento será nas imediações da usina de beneficiamento, em área antropizada, sem necessidade de intervenção em vegetação, conforme Figura 47 a seguir.

Figura 47 Localização do canteiro de obra da ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

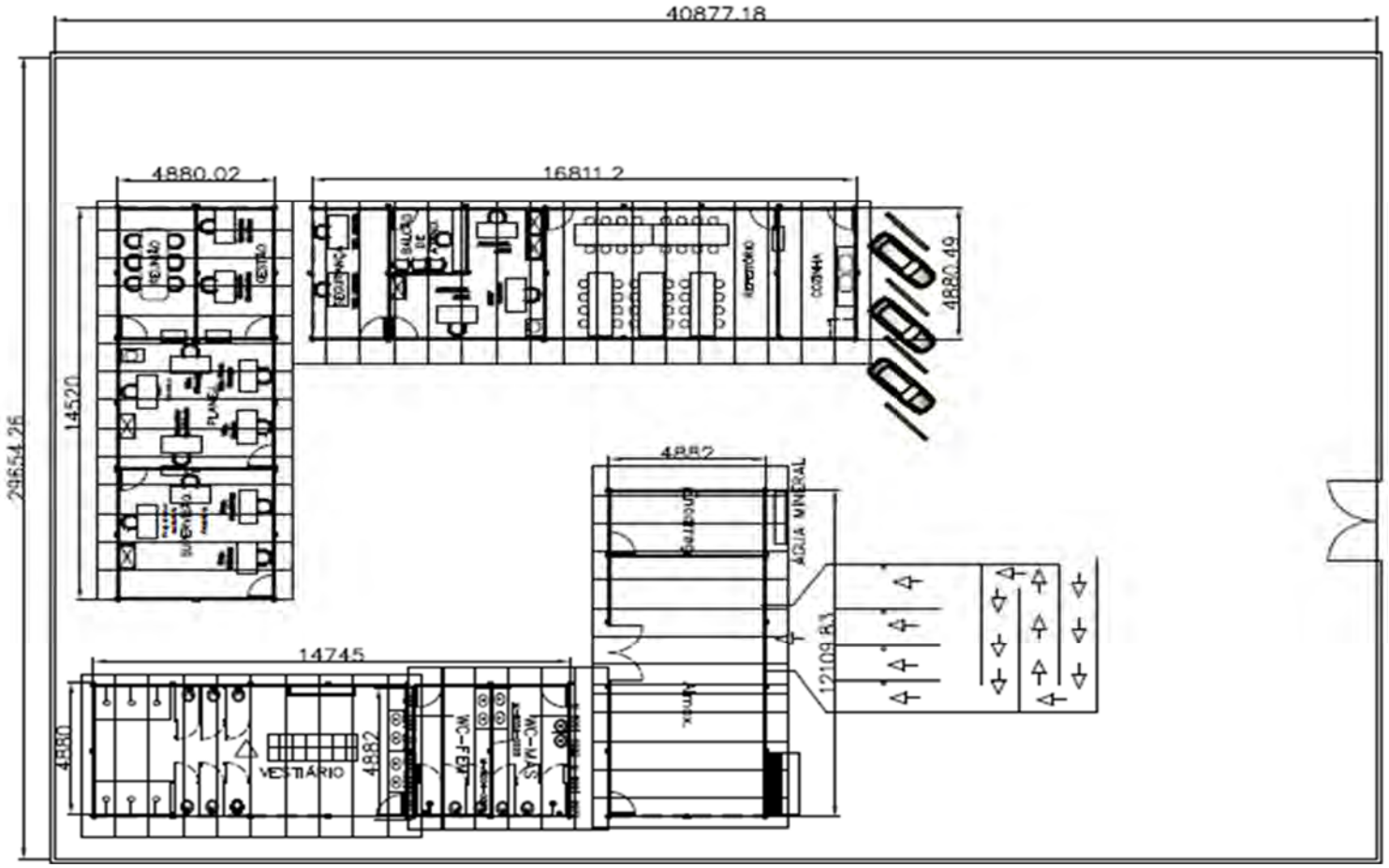
A área utilizada como canteiro de obras para a implantação desta ampliação do posto ocupará uma área de 1.212 m² e contará com as estruturas apresentadas no Quadro 43 e na Figura 48 na sequência.

O canteiro será uma estrutura temporária e com a conclusão das obras de implantação será devidamente desmobilizado.

Quadro 43 Estruturas do canteiro de obra da ampliação da tancagem do posto

Estrutura	Características Área
Vestiário	▪ Estrutura para os trabalhadores tomar banho e efetuar a troca de roupas; ▪ A edificação prevista será em container, composta de baias de banho e bacias sanitárias atender até 38 pessoas, em modo de rotatividade.
Escritório de Empreiteiras	▪ Estrutura para suporte as atividades administrativas das empreiteiras; ▪ A edificação prevista será em container, para atendimento de 38 pessoas.
Escritório da fiscalização Vale	▪ Estrutura para suporte as atividades administrativas da Vale; ▪ A edificação prevista será em container, composta de 4 baias de trabalho.
Almoxarifado e ferramentaria	▪ Área cercada e descoberta para o estoque de materiais e equipamentos, composta também de galpão em vinilona para a ferramentaria.
Depósito Intermediário de Resíduos - DIR	▪ Estrutura com a finalidade de armazenar os resíduos gerados no referido canteiro; ▪ Estrutura composta de caçambas e contenedores do tipo gaiola.
Central de armação e carpintaria	▪ Área cercada e descoberta para o estoque de materiais e equipamentos, composta também de galpão em vinilona para a execução das atividades e estocagem de matérias da carpintaria.

Figura 48 Layout do canteiro de obra da ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água limpa



Fonte: Vale, 2020

O almoxarifado será destinado ao armazenamento dos materiais destinados à implantação do empreendimento e outros materiais diversos para uso diário no canteiro tais como: EPIs, material de escritório, copos plásticos, água mineral, produtos de limpeza, dentre outros.

Os efluentes provenientes dos sanitários serão direcionados para biodigestores implantados no canteiro de obras e coletado por empresa especializada. Os efluentes oleosos gerados serão encaminhados para tratamento em separador de água e óleo (SAO) existente no Posto e os resíduos oleosos serão gerenciados dentro das recomendações normativas aplicáveis a resíduos perigosos, conforme o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS da Mina de Água Limpa.

Todos os resíduos gerados durante as atividades do canteiro serão segregados, acondicionados no Depósito Intermediário de Resíduos - DIR para posterior encaminhamento à Central de Materiais Descartados - CMD da Mina de Água Limpa. O acondicionamento dos resíduos contaminados com óleos e graxas será realizado em tambores estanques, em bom estado de conservação, com tampa metálica e aro de vedação, devidamente identificados.

Ao final da etapa de implantação as estruturas do canteiro serão desmobilizadas e os resíduos sólidos gerados serão tratados e destinados de acordo com os procedimentos estabelecidos em Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS da Mina de Água Limpa e na sequência será executada a reabilitação da área.

7.2.9.2 Moradia temporária

Caso necessário, parte do efetivo que não for residente na região será alojado pelas contratadas em residências alugadas e hotéis no município de Rio Piracicaba.

7.2.9.3 Ambulatório

A Saúde Ocupacional da Unidade de Água Limpa tem como finalidade incentivar e manter o mais elevado nível de bem-estar físico, mental e social de todos os colaboradores; o objetivo principal é proteger a saúde dos nossos colaboradores e prestar serviço de urgência e emergência.

7.2.9.4 Posto de Abastecimento de Combustíveis

As baias do Posto de Abastecimento da Mina de Água Limpa são individuais por tanque, e têm capacidade de contenção para derramamento de todo volume do tanque nela contido, bem como canaletas interligadas ao separador de água e óleo - SAO existente. Os tanques possuem válvulas solenoides e chaves de nível que evitam transbordamento.

Como o espaço existente na bacia de contenção é muito grande, durante a ampliação da tancagem do Posto será feita a retirada dos tanques de 15 m^3 e a instalação dos tanques de 100 m^3, e quando estes estiverem em funcionamento será feita a retirada dos tanques antigos, de forma que o abastecimento não será paralisado durante a ampliação.

Após a ampliação da tancagem deste Posto, a unidade contará com:

- 02 (dois) tanques novos de 100 m³ cada de S500, sendo eles: TQ-1140MM-05 e TQ-1140MM-04. Cada tanque contará com uma bacia de contenção de 170 m³.
- 02 (dois) tanques existentes de 15 m³ cada de S10, sendo eles: TQ-1140MM-03 e TQ-1140MM-02. Cada tanque contará com uma bacia de contenção de 18 m³.
- 01 (hum) tanque existente de 15 m³ de etanol: TQ-1140MM-01 que contará com uma bacia de contenção de 18 m³.

As bombas centrífugas e seus acessórios deverão estar prontos para operação após a instalação no local de trabalho e os testes em campo. A bomba deverá possibilitar o ajuste externo da folga entre o rotor e o revestimento do lado da sucção, sem requerer relocação do sistema de acionamento.

Os manuais de instalação, operação e manutenção deverão conter tabelas de torques de aperto dos parafusos, folgas a serem obedecidas, instruções de troca de peças e componentes, especificações de materiais, planos de inspeção e lubrificação, bem como uma lista de sobressalentes. Os planos de lubrificação deverão incluir tipos de lubrificação e lubrificantes, quantidades e frequência requeridas. As características mecânicas, como selagem, mancais, acoplamentos etc., deverão estar citadas na folha de dados, bem como as características de desempenho como rotação, ponto de operação, vazão etc.

7.2.10 Consumos

7.2.10.1 Consumo de água

O sistema de abastecimento de água existente na Mina de Água Limpa destinado ao uso industrial é promovido por meio de captações em barramentos e por poço tubular.

A água captada na barragem do Diogo (certificado de Outorga n° 02910/2017) é destinada ao uso industrial na usina de beneficiamento e nas oficinas de manutenção elétrica, mecânica, utilizada para aspersão e umectação das vias de acesso da mina.

Já a captação no poço tubular (Certificado de Outorga n° 1469/2011) é destinada tanto para o processo industrial como para o consumo humano, portanto, não haverá demanda de novas captações de água, podendo ser mantidas as condições atuais de operação do empreendimento.

Na etapa de implantação do projeto, a água para consumo humano será do tipo mineral, sendo distribuída em galões de 20 L e armazenada em bebedouros, ou proveniente da Estação de Tratamento de Água (ETA) existente na Mina de Água Limpa. Os reservatórios para armazenamento da água potável serão higienizados a cada quatro meses, conforme legislação estadual vigente.

A água bruta será fornecida através do atual tanque principal de água bruta do complexo minerador, caso necessário, poderá ser utilizado caminhão pipa.

Foi previsto, para a etapa de implantação, o consumo de 5 m^3/dia de água no mês de maior demanda, uma vez que para esse empreendimento teremos consumo de água para as atividades:

- Cura de concreto e uso geral de obras civis;
- Água de serviço geral;
- Limpeza em geral nos canteiros de obras;
- Água potável nos bebedouros, vestiários, sanitários e refeitórios.

Do total de 5 m^3/dia de água no mês de maior demanda, 1 m^3/dia refere-se a demanda de água bruta na construção da base dos 2 tanques e 4 m^3 será consumida como água de serviços e limpeza geral.

O consumo de água potável no mês de maior demanda será da ordem de 5.000 L/dia na média do respectivo mês. Essa água será coletada na Estação de Tratamento de Água – ETA existente no complexo minerário. A água potável atenderá as demandas dos canteiros de obras, escritórios, vestiários, restaurante e demais áreas de apoio à implantação. Na frente de obra, a água potável será fornecida por meio de galões de água.

7.2.10.2 Consumo de energia elétrica

A energia elétrica necessária para a execução do projeto será obtida por meio da subestação atualmente em operação na mina, alimentada por uma linha de transmissão pertencente à CEMIG, não sendo necessária a sua ampliação em função das atividades previstas na implantação e operação do projeto, ou seja, não haverá necessidade de energia adicional. Os canteiros de obras serão abastecidos por geradores, quando necessário.

As instalações da Mina de Água Limpa dispõem de uma subestação principal, alimentada por uma linha de transmissão. Por uma ramificação especial de linhas de distribuição, ocorre a alimentação da subestação do empreendimento, localizada na área industrial que rebaixa as tensões para 440 V, 220 V e 110 V, para uso industrial e das instalações administrativa e de apoio.

Especificamente para o projeto de ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa a energia elétrica será fornecida por meio do uso de geradores de energia à diesel. Para atender os vários pontos de consumo nas obras, será instalada uma rede aérea de baixa tensão provisória. Para a etapa de implantação é estimado uma demanda de 50 kVA, carga essa que atenderá o suprimento de energia para iluminação, tomadas de uso geral, tomadas de solda, utilidades e ferramentas diversas.

Os geradores à diesel serão munidos de bacias acopladas de contenção para coletar qualquer eventual vazamento de óleo. Com a implantação da rede de distribuição de energia definitiva e finalizada, a mesma poderá atender as estruturas e frentes de obras em substituição aos geradores.

7.2.11 Relação de Insumos e Materiais

Expansão da PDE Nova Cururu

Os principais insumos previstos para as obras de expansão da PDE Nova Cururu são areia, brita, enrocamento e concreto, advindos de fornecedores locais homologados e licenciados, conforme apresentado no Quadro 44.

Quadro 44 Insumos previstos para a Expansão da PDE Nova Cururu

Matéria-Prima / Insumo	Consumo (m^3)	Origem	Meio de Transporte	Forma de Estocagem
Areia lavada fina, média e grossa	10.600	Mineradoras locais e devidamente licenciadas	Caminhão basculante e carretas	Pilha diretas na área de obra
Brita fina, média e grossa	15.000	Mineradoras locais e devidamente licenciadas	Caminhão basculante e carretas	Pilha diretas na área de obra
Bica corrida	2.000	Mineradoras locais e devidamente licenciadas	Caminhão basculante e carretas	Pilha diretas na área de obra
Enrocamento com pedra	27.000	Mineradoras locais e devidamente licenciadas	Caminhão basculante e carretas	Pilha diretas na área de obra

Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

Em relação aos materiais para as obras, a implantação do projeto de ampliação do posto demandará o fornecimento por terceiros dos seguintes materiais: areia, brita, cimento, aço, materiais de construção civil e elétricos. Será priorizada a aquisição de areia e brita na região, além de material de escritório capazes de serem fornecidos por empresas locais (Quadro 45).

Quadro 45 Insumos da ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

Insumo	Quantidades	Forma de Estocagem	Meio de Transporte	Processo
Demolição	45,40 m^2	Ao ar livre	Rodoviário	Obra Civil
Concreto	110,10 m^2	-	Rodoviário	Obra Civil
Aço CA-50	12.750,42 kg	Ao ar livre	Rodoviário	Obra Civil
Chumbador	21,52 kg	Ao ar livre	Rodoviário	Obra Civil
Estrutura Metálica	7.580,00 kg	Ao ar livre	Rodoviário	Obra Civil
Chapas Metálicas Reservatório	26.560,00 kg	Ao ar livre	Rodoviário	Montagem Eletromecânica
Cabos Elétricos	1.800,00 m	Ao ar livre	Rodoviário	Montagem Eletromecânica
Tubulação	379,00 m	Ao ar livre	Rodoviário	Montagem Eletromecânica

7.2.12 Veículos, Máquinas e Equipamentos

Expansão da Cava Morro Agudo

O Quadro 46 apresenta a lista de equipamentos e máquinas que serão utilizados durante a implantação a expansão da cava Morro Agudo para a execução dos serviços de supressão de vegetação.

Quadro 46 Equipamentos e máquinas – Expansão da Cava Morro Agudo

Descrição	Quantidades (estimativas)
Feller	4
Trator	1
Caminhão	6
Garra Traçadora	6

Expansão da PDE Nova Cururu

O Quadro 47 apresenta a lista de equipamentos e máquinas que serão utilizados durante a implantação do Projeto de Expansão da PDE Nova Caruru.

Quadro 47 Equipamentos e máquinas – Expansão da PDE Nova Cururu

Descrição	Quant. Máxima	Mês-1	Mês-2	Mês-3	Mês-4	Mês-5	Mês-6	Mês-7	Mês-8	Mês-9
Equipamentos										
Trator Esteiras	3	-	-	3	3	3	3	3	3	3
Rolo Liso	2	-	-	2	2	2	2	2	2	2
Caminhão Basculante	12	-	3	12	12	12	12	12	12	3
Caminhão Pipa	2	-	1	2	2	2	2	2	2	2
Escavadeira Hidraúlica	4	-	1	4	4	4	4	4	4	3
Carregadeira Pneus	1	-		1	1	1	1	1	1	1
Retroescavadeira	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Caminhão Munck	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Comboio	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Guindaste	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Subtotal	**28**	-	**8**	**27**	**27**	**28**	**28**	**27**	**27**	**17**
Equipamentos de Apoio Principais - Veículos										
Van/Ônibus	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1
Subtotal	**2**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**
Total	**30**	**1**	**10**	**29**	**29**	**30**	**30**	**29**	**29**	**18**

Ampliação da Tancagem de Diesel

O Quadro 48 apresenta a mobilização de equipamentos de elevação e automotores durante o período de obra e teste assistido.

Quadro 48 Equipamentos e máquinas – Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

Equipamentos	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
Ferramentas Manuais	1	1	1	1
Ferramentas Elétricas	1	1	1	1
Pick-up 4 X 4	1	1	1	1
Insumos	1	1	1	1
Andaime	1	1	1	1
Plataforma Elevatória 15 m	1	1	1	1
Caminhão Guindauto - Munck com Joystick	1	1	1	1
Skyscan	1	1	1	1
Total	8	8	8	8

7.2.12.1 Manutenção

Nenhum equipamento utilizado na etapa de implantação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** passará por manutenção dentro da área da Mina de Água Limpa da Vale, uma vez que serão de propriedade dos fornecedores, sendo destes a responsabilidade de manutenção. Entretanto as atividades de manutenção deverão estar dentro dos parâmetros ambientais exigidos, com a avaliação de fumaça negra em dia.

Estima-se um consumo médio de 300 L/dia de combustível na etapa de implantação para as máquinas, geradores e veículos rodoviários.

Quanto aos veículos sem rigidez de movimentação (veículos leves e caminhões), o abastecimento será realizado em postos da cidade de Rio Piracicaba ou próximas a mesma e no Posto da Mina de Água Limpa.

Para o abastecimento das máquinas que possuem rigidez de movimentação, por exemplo guindastes, é previsto o uso de caminhão comboio com capacidade de 3.000 L para fornecimento de combustível na etapa de implantação. O caminhão comboio será carregado a partir do Posto da Mina de Água Limpa e em postos de abastecimento de Rio Piracicaba ou cidades próximas.

7.2.12.2 Deslocamento externo a área da Mina de Água Limpa

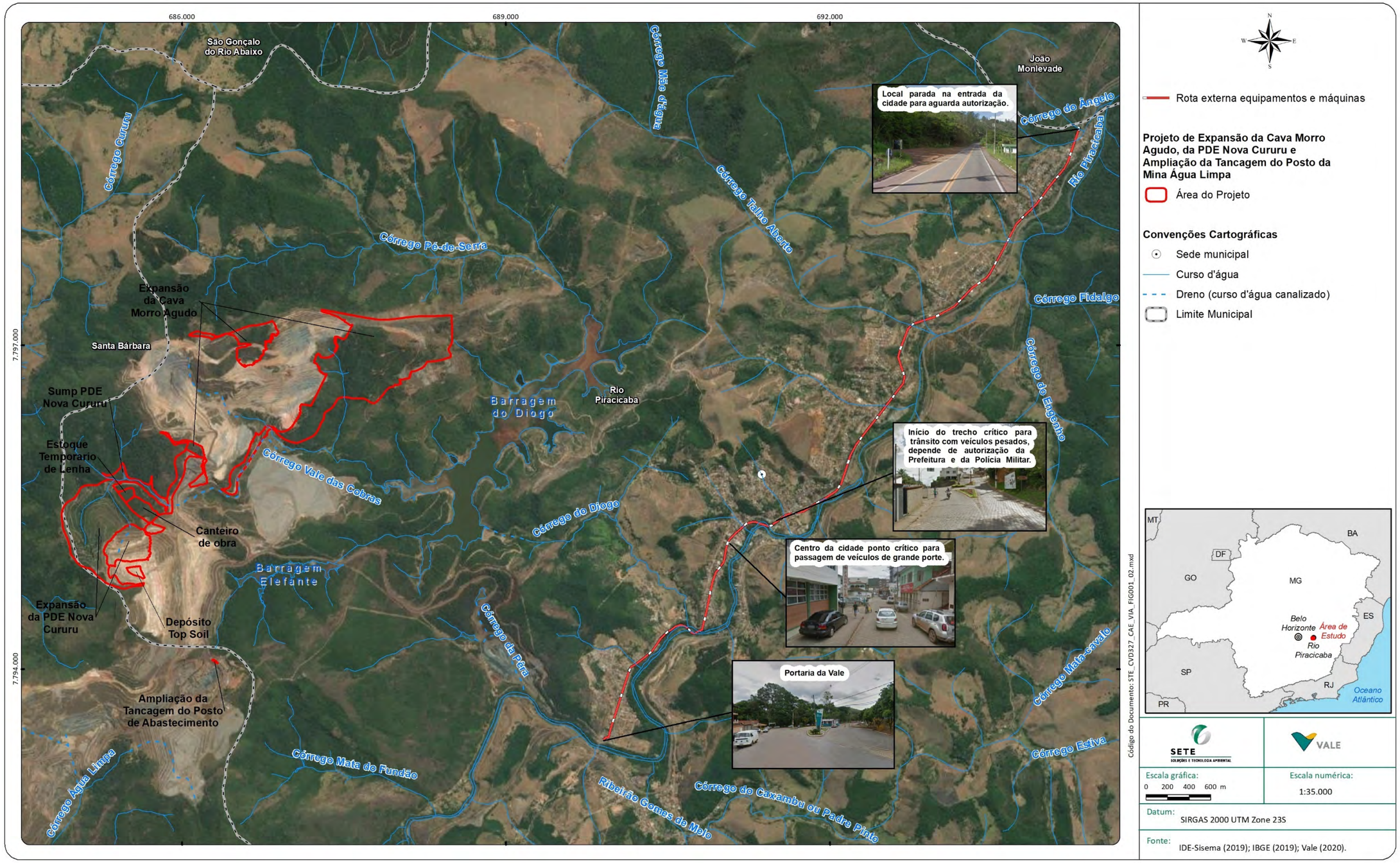
O acesso para chegada de equipamentos de grande porte durante o período de implantação do Projeto será realizado, por meio da rodovia estadual MG-123 até a área urbana de Rio Piracicaba. Atualmente, com a interdição da ponte sobre o rio Piracicaba na MG-123, o trajeto deverá seguir por vias locais desta cidade (rua Padre Pinto; rua Marechal Deodoro, passando pelo centro da cidade; Av. Presidente Castelo Branco; Rua Gustave) até a portaria da Mina de Água Limpa, localizada no bairro Louis Ensch, conforme demonstrado na Figura 49 a seguir.

O trânsito dos equipamentos de grande porte e equipamentos pesados deverá ser realizado em horário não comercial, e ocorrerá somente no início da mobilização das obras e ao final da implantação.

A Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba e a Polícia Militar deverão ser comunicadas por meio de ofício da Vale enviado pelo menos 24 hs antes da passagem de equipamentos de grande porte pelo centro da cidade, sendo que o tráfego somente será realizado com a autorização dessas instituições.

Cabe ressaltar que a MG-123 é devidamente sinalizada pelo DNIT. Entretanto, se necessário, será implantada sinalização temporária ou alteração de trajeto na via de acesso até a portaria, quando da passagem de equipamento de maior porte.

Figura 49 Trajeto externo de acesso à Mina de Água Limpa



7.3 Mobilização e Desmobilização de Mão de Obra

7.3.1 Mão de obra para a supressão da vegetação

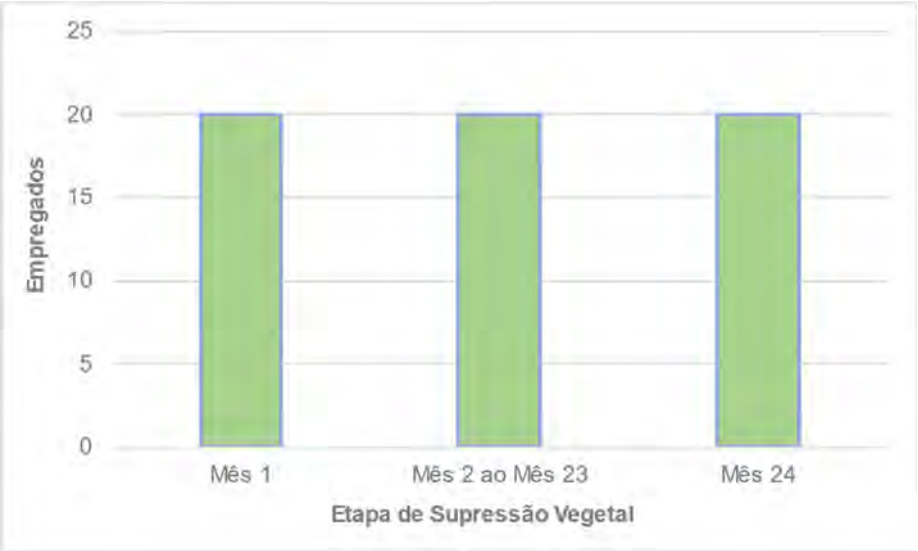
A atividade de supressão da vegetação da expansão da PDE Nova Cururu será realizada conjuntamente com a supressão na área de expansão da cava de Morro Agudo.

Durante a etapa de implantação para a execução dos serviços de supressão da vegetação nas áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e PDE Nova Cururu está previsto um turno de trabalho, compreendendo mão de obra direta e indireta para o total de 20 empregos, que se manterá com este efetivo durante os 24 meses (2 anos) de execução da atividade, incluindo a mobilização e desmobilização, conforme apresenta o Quadro 49 a seguir e o histograma na Figura 50 .

Quadro 49 Mão de Obra para os serviços de supressão de vegetação nas áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e PDE Nova Cururu

Descrição	Mês 1	Mês 2 ao Mês 23	Mês 24
	Mobilização	Execução	Desmobilização
Encarregado Geral	1	1	1
Segurança do Trabalho	1	1	1
Operadores e Motoristas de Equipamentos	18	18	18
Total	**20**	**20**	**20**

Figura 50 Histograma: mão de obra direta e indireta – Supressão da vegetação - Expansões da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu



O regime de trabalho previsto para a equipe de implantação é de um turno e 44 horas semanais, podendo o trabalho ser desenvolvido durante 9 horas por dia, de segunda a quinta-feira e 8 horas na sexta-feira, ou 8 horas por dia, de segunda a sexta-feira, e mais 4 horas no sábado.

Para o efetivo previsto, serão utilizadas vans e caminhonetes não sendo necessária a utilização de ônibus, devido ao quadro reduzido de empregados. Caso necessário, parte do efetivo, que não for residente, será alojado pelas contratadas em residências alugadas e hotéis no município de Rio Piracicaba.

7.3.2 Mão de obra para as obras de expansão da PDE Nova Cururu

Na etapa de implantação das obras de expansão da PDE Nova Cururu está previsto 1 turno de trabalho compreendendo mão de obra direta e indireta para um efetivo de 82 empregados no pico das obras. Ressalta-se que a contratação será priorizada no munícipio de Rio Piracicaba/MG, visto a proximidade de localização junto à Mina de Água Limpa. Estima-se o prazo de execução em 270 dias, incluindo a mobilização (45 dias) e desmobilização (30 dias) da mão de obra. Caso seja necessária mão de obra especializada, a mesma poderá ser contratada em outras localidades.

O Quadro 50 apresenta a descrição da contratação de mão de obra para a expansão da PDE Nova Cururu e a Figura 51 apresenta o histograma da mão de obra direta e indireta.

Quadro 50 Histograma de mão de obra para a expansão da PDE Nova Cururu

Descrição	Quanti-dade	Meses								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gerência, Administração, Financeiro, Almoxarifado, Logística e Serviços Gerais										
Gerência de Contrato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Área Administrativa, Financeiro, Suprimentos e Logística (pessoal e motorista)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Serviços gerais (canteiros)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Subtotal 1	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**
Engenharia										
Planejamento, Controle de Custo (apontadores)	5	1	1	3	3	5	5	5	5	4
Topografia e Laboratório	5	-	-	4	5	5	5	5	5	2
Subtotal 2	**10**	**1**	**1**	**7**	**8**	**10**	**10**	**10**	**10**	**6**
Execução das obras										
Encarregados (geral, terraplanagem e drenagem)	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1
Apoio de produção	12	-	6	11	11	11	11	11	11	3
Operadores (trator de esteira, carregadeira, rolo, escavadeira hidráulica, caminhão pipa, ajudante, motorista de equipamento pesado, oficial)	35	8	14	35	35	35	35	35	26	21
Manutenção	4	-	4	4	4	4	4	4	4	-
Saúde, Segurança e Meio Ambiente	5	-	5	5	5	5	5	5	5	5
Subtotal 3	**59**	**9**	**32**	**58**	**58**	**58**	**58**	**58**	**49**	**30**
Total	**82**	**23**	**46**	**79**	**80**	**82**	**82**	**82**	**73**	**49**

Figura 51 Histograma da mão de obra – Expansão da PDE Nova Cururu

O regime de trabalho previsto para a equipe de implantação é de um turno e 44 horas semanais, podendo o trabalho ser desenvolvido durante 9 horas por dia, de segunda a quinta-feira e 8 horas na sexta-feira, ou 8 horas por dia, de segunda a sexta-feira, e mais 4 horas no sábado. Eventualmente, se necessário, serão executadas horas extras em caso de atividades que demandarem ser alongadas durante a noite ou finais de semana.

As principais qualificações profissionais demandadas pelo empreendimento são: engenheiros prepostos, engenheiro de planejamento, engenheiro de segurança, profissional de meio ambiente, encarregado/supervisor, administrativo e auxiliar, oficial de manutenção de canteiro, operador de equipamentos, oficiais, servente e ajudante.

Para o efetivo previsto, serão necessários aproximadamente cinco ônibus no pico das obras, havendo transporte complementar em veículos e vans.

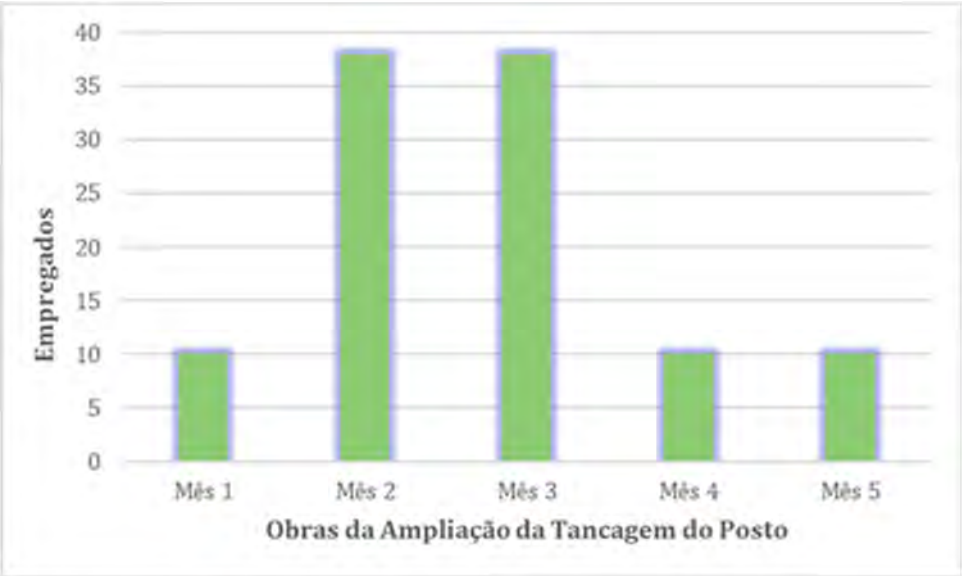
Como mencionado, a mão de obra deverá ser contratada prioritariamente no munícipio de Rio Piracicaba-MG. Caso necessário, parte do efetivo, que não for residente, será alojado pelas contratadas em residências alugadas ou hotéis neste município.

A alimentação será servida no refeitório existente no canteiro de obras, em regime de *self-service*. O preparo da alimentação será realizado fora da área operacional.

7.3.3 Mão de obra da Ampliação da Tancagem do Posto

As obras de Ampliação da Tancagem do Posto serão executadas no período de 5 meses com um efetivo de 38 empregados na fase de pico das obras (Figura 52), compreendendo mão de obra direta e indireta. Ressalta-se que a contratação será priorizada no munícipio de Rio Piracicaba, no entanto, caso haja necessidade de uma mão de obra especializada, os mesmos serão contratados em outras localidades.

Figura 52 Histograma da mão de obra – Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa



O regime de trabalho previsto será o mesmo daquele descrito no item anterior.

Para o efetivo previsto, serão necessários aproximadamente dois ônibus no pico das obras, havendo transporte complementar em veículos e vans, dependendo do número de trabalhadores em cada frente de obra.

Como mencionado, a mão de obra deverá ser contratada prioritariamente em Rio Piracicaba/MG. Caso necessário, parte do efetivo, que não for residente, será alojado pelas contratadas em residências alugadas e hotéis no respectivo município. A alimentação será servida no refeitório existente no canteiro de obras, em regime de self-service. O preparo da alimentação será realizado fora da área operacional.

7.3.4 Plano de Desmobilização dos Canteiros de Obras

O plano de desmobilização consistirá no desmantelamento dos canteiros de obras. Está previsto um período de 1 (um) mês para a contratada desmobilizar todos os equipamentos e retirar toda a estrutura de canteiro, descaracterizando o local do canteiro de obras.

Ao final das obras, a mão de obra utilizada para a implantação do empreendimento será desmobilizada e poderá ser aproveitada na instalação de outros empreendimentos da Vale S/A ou de outras empresas que realizarem investimentos na região.

7.4 Cronograma da Etapa de Implantação

Na etapa de implantação da Expansão da Cava Morro Agudo a única atividade a ser realizada será a supressão da vegetação, conforme cronograma apresentado no Quadro 51. A supressão vegetal ocorrerá conjuntamente para as áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu. De modo que, no ano 1 ocorrerá a supressão de toda a área da Expansão PDE Nova Cururu e parte da Expansão da Cava Morro Agudo. Já no ano 2, acontecerá a supressão vegetal do restante da área da Expansão da Cava Morro Agudo.

Para as obras de implantação da expansão da PDE Nova Cururu está previsto o prazo de nove meses, conforme cronograma do Quadro 51.

Para a implantação da Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa está previsto um prazo de cinco meses, considerando as seguintes atividades principais:

- Mobilização da mão de obra temporária, dos insumos e dos equipamentos;
- Implantação e operação de canteiros de obras e almoxarifado;

Obras Civis e Montagem Eletromecânica das estruturas industriais e edificações de apoio operacional e administrativo.

Quadro 51 Cronograma macro - Etapa de Implantação – Supressão vegetal e obras de expansão da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto

Atividades	ANO 1 / MESES												ANO 2 / MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Supressão da Vegetação – Expansões da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu																								
Mobilização																								
Supressão da vegetação (área da PDE e parte da área da Cava)																								
Supressão da vegetação (restante da área da Cava)																								
Traçamento mecanizado																								
Transporte																								
Desmobilização																								
Obras da Expansão da PDE Nova Cururu																								
Mobilização																								
Limpeza da Área e Serviços Preliminares																								
Tratamento da Fundação																								
Construção do Dreno 1																								
Construção do Dreno 2																								
Construção do Dreno 3																								
Desmobilização																								
Obras da Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa																								
Mobilização																								
Obras Civis																								
Montagens Mecânica																								
Montagens Elétricas																								
Comissionamento																								
Testes Finais e Operação Assistida																								
Desmobilização																								

8. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO – ETAPA DE OPERAÇÃO

8.1 Expansão da Cava Morro Agudo

8.1.1 Operações de lavra

As operações de lavra serão mantidas e continuadas no complexo da Mina de Água Limpa como atualmente são executadas. O método de lavra a ser aplicado com a expansão da cava Morro Agudo será a céu aberto e em bancadas que possuem em média 10,0 m de altura e as bermas de cerca de 7,0 m de largura.

No caso da expansão da cava Morro Agudo, o minério será transportado das frentes de lavra por meio de caminhões, encaminhado às britagens primária e secundária anexas ao TCLD (Transportador de Correia de Longa Distância) existente com cerca de 2 km de comprimento, que transportará o minério para a atual usina de beneficiamento da Mina de Água Limpa. O TCLD visa a reduzir a distância média de transporte (DMT) das áreas em ampliação.

Devido à heterogeneidade do minério "in situ" da cava Morro Agudo, a lavra será realizada em mais de uma frente simultaneamente. O objetivo dessa prática é misturar os diferentes tipos de minérios e assim homogeneizar suas diferentes qualidades físico-químicas para alimentar a instalação de concentração. O minério é estocado em local previamente determinado de acordo com a frente de lavra de origem. Posteriormente, o minério é alimentado na instalação de concentração por meio de uma pá carregadeira de grande porte tipo CAT992G.

A alocação dos equipamentos nas frentes de lavra é feita por um sistema de despacho que também monitora os índices operacionais dos equipamentos, além de controlar a produção em tempo real. Os equipamentos de carregamento e transporte utilizados atualmente na lavra das diversas frentes são pás carregadeiras tipo CAT992G e caminhões fora de estrada tipo CAT777.

O transporte do produto beneficiado até o pátio de embarque será por mineroduto que transportará o produto PF (*pellet feed*) até as baias de secagem/drenagem para adequação da umidade e posteriormente será embarcado nos vagões ferroviários com destino ao porto de Tubarão (ES). O produto SF (*sinter-feed*) será transportado via caminhões.

Com a expansão da cava Morro Agudo, o estéril gerado será disposto na área da Expansão da PDE Nova Cururu. Para a remoção e disposição do estéril, são utilizados tratores de esteira, escavadeiras, rompedores hidráulicos e o seu transporte até a pilha por meio de caminhões-fora de estrada.

8.1.2 Desmonte

O desmonte mecânico pode ser realizado por trator de esteira ou escavadeiras. O desmonte por explosivos pode ser primário ou secundário, dependendo do resultado do material desmontado. São utilizados dois tipos de explosivos: encartuchados (emulsão explosiva) e granulado (*Ammoniun Nitrate Fuel Oil* - ANFO), dependendo da umidade da região a ser desmontada.

Os paióis de explosivos e de acessórios estão devidamente certificados pelo Ministério de Defesa – Exército Brasileiro - DFPC, atendendo às NR´s para o perfeito funcionamento (R-105).

No transporte dos explosivos e acessórios serão utilizados caminhões específicos para esse fim, existindo um procedimento operacional definido para o transporte de explosivos e desmonte de rochas. Neste procedimento estão descritas as ações necessárias para assegurar a eficiência e a segurança desta operação unitária da lavra, sendo:

- Delimitação da área de desmonte;
- Avaliação dos parâmetros do desmonte (litologia, diâmetro do furo, espaçamento, altura do banco etc.);
- Dimensionamento da razão de carga;
- Preenchimento do plano de fogo;
- Levantamento e controle de explosivos e acessórios, utilização de EPIs e EPCs;
- Comprovação de aterramento do caminhão de explosivos e placas de sinalização;
- Isolamento da área para desmonte com explosivos com placas e empregados (Figura 53);
- Acionamento da sirene para anunciar a detonação e detonação propriamente dita.

Todos os empregados envolvidos nas operações de detonação serão devidamente treinados nas normas e procedimentos.

Figura 53 Transporte de explosivos e isolamento da área de detonação

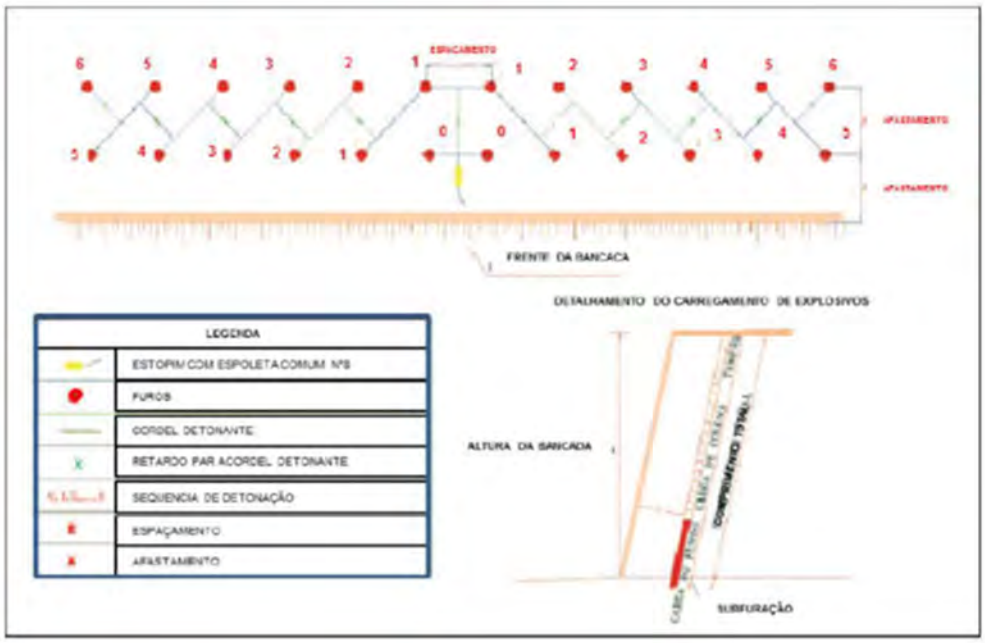
O manuseio dos explosivos e acessórios será coordenado por pessoa devidamente treinada (*blaster*) e sob a responsabilidade do mesmo será realizado o transporte destes materiais dos paióis para as frentes de lavra, onde são utilizados no carregamento do plano de fogo. Explosivos e acessórios são transportados por veículos credenciados e sinalizados que podem estar equipados com sistema de monitoramento via GPS pelo técnico da sala de controle da operação de mina. Os veículos utilizados na mina possuem compartimento exclusivo para realizar o transporte de acessórios separados dos explosivos.

8.1.3 Plano de fogo

O desmonte por meio de explosivo exige uma malha de furação e razão de carregamento variáveis em função do tipo de rocha ou se a detonação é primária ou secundária (que se diferencia pelo diâmetro do furo). De um modo geral a furação primária é realizada por meio de perfuratrizes rotopercussivas de grande porte com 6 a 7” de diâmetro ou de pequeno porte de 3 a 3,5”. Na perfuração secundária o diâmetro do furo será de 4” com perfuratrizes de pequeno porte (Atlas Copco - Roc F9).

Na detonação primária e em furos que não apresentem água, o explosivo utilizado será o ANFO, mas quando houver presença de água será utilizada emulsão explosiva encartuchada. Na detonação secundária será utilizada sempre a emulsão encartuchada. Os principais acessórios são: estopim, espoleta eletrônica, cordel detonante e retardos. A Figura 54 mostra um croqui de um plano de fogo, onde podem ser identificadas dimensões como espaçamento, afastamento, altura da bancada, entre outros elementos deste plano.

Figura 54 Croqui de plano de fogo (exemplo)



Fonte: Vale.

O Quadro 52 mostra os acessórios e as características básicas dos materiais utilizados no sistema de desmonte.

Quadro 52 Tipos de insumos de desmonte

Material	Características
Cordel Detonante	NP08, NP10
Estopim Espoletado	Simples ou Elétrico
Retardos	25, 50, 75, 100, 150 ou 200 ms
Reforçador	Booster de 450 g
Emulsões (Encartuchado/Bombeado)	2 ½" X 24", 3" X 24" ou 6" X 24"
Explosivos	Nitrato de amônia

O Quadro 53 mostra a malha de furação primária e a respectiva razão de carregamento (RC) por tipo de rocha.

Quadro 53 Dimensionamento de furação primária e RC por tipo de rocha

Litologia	Afastamento (m)	Espaçamento (m)	Razão de Carregamento (g/t)
Hematita Compacta	3	6	192
Hematita Friável	3	6	108
Itabirito Compacto	4	5	217
Itabirito Friável	4	5	254
Xisto São (Compacto)	4	6	260
Estéril Alterado	4	6	262

8.2 Operação da expansão da PDE Nova Cururu

O projeto da Expansão da PDE Nova Cururu foi elaborado em 2020 pela empresa de engenharia – Walm Engenharia, cujos desenhos encontram-se no **Anexo 6** deste EIA.

O Quadro 54 apresenta as características do projeto geométrico da Expansão da PDE Nova Cururu que terá capacidade de armazenamento de 17,15 Mm^3 de estéril resultando em uma vida útil de 2 anos e ocupará uma área de 52,03 ha.

Quadro 54 Projeto geométrico da Expansão da PDE Nova Cururu

Parâmetros	Quantidade
Altura final	130,41 m
Elevação máxima da crista	985 m
Largura das bermas	7 m
Altura dos bancos	10 m
Inclinação dos taludes entre bermas	1V:2H
Acesso operacional	30 m
Acesso para monitoramento	7 m
Volume total	17,15 Mm^3
Vida útil	2 anos
Área total de ocupação	52,03 ha

8.2.1 Sequenciamento construtivo e de operação da pilha

Como etapa inicial construtiva, visando a garantia da qualidade da fundação, a superfície de fundação deverá estar isenta de solos aluvionares, de blocos e de solos que se apresentarem soltos. Esta limpeza consistirá na remoção de todo material orgânico, como vegetação e solos de baixa resistência.

O sistema de drenagem superficial da pilha será composto por canaletas de drenagem, drenagem nas bermas, canais periféricos, bacias de dissipação de energia, caixas de passagem. Toda a drenagem da pilha será direcionada para o *sump* existente a jusante da área da pilha e na sequência para o canal do Vale das Cobras e deste para a barragem do Diogo, posicionada a jusante. De acordo com o projeto da Expansão da PDE Nova Cururu (WALM, 2020), a sequência construtiva e de operação para a disposição do estéril será em fases de acordo com as premissas e engenharia definidas na etapa de implantação no item 6.2 desta Caracterização do Empreendimento. Os desenhos do sequenciamento construtivo da expansão da PDE Nova Cururu são apresentados no **Anexo 6** e na Figura 56 e Figura 57 seguintes.

Figura 55 Sequenciamento construtivo e de operação da Expansão da PDE Nova Cururu

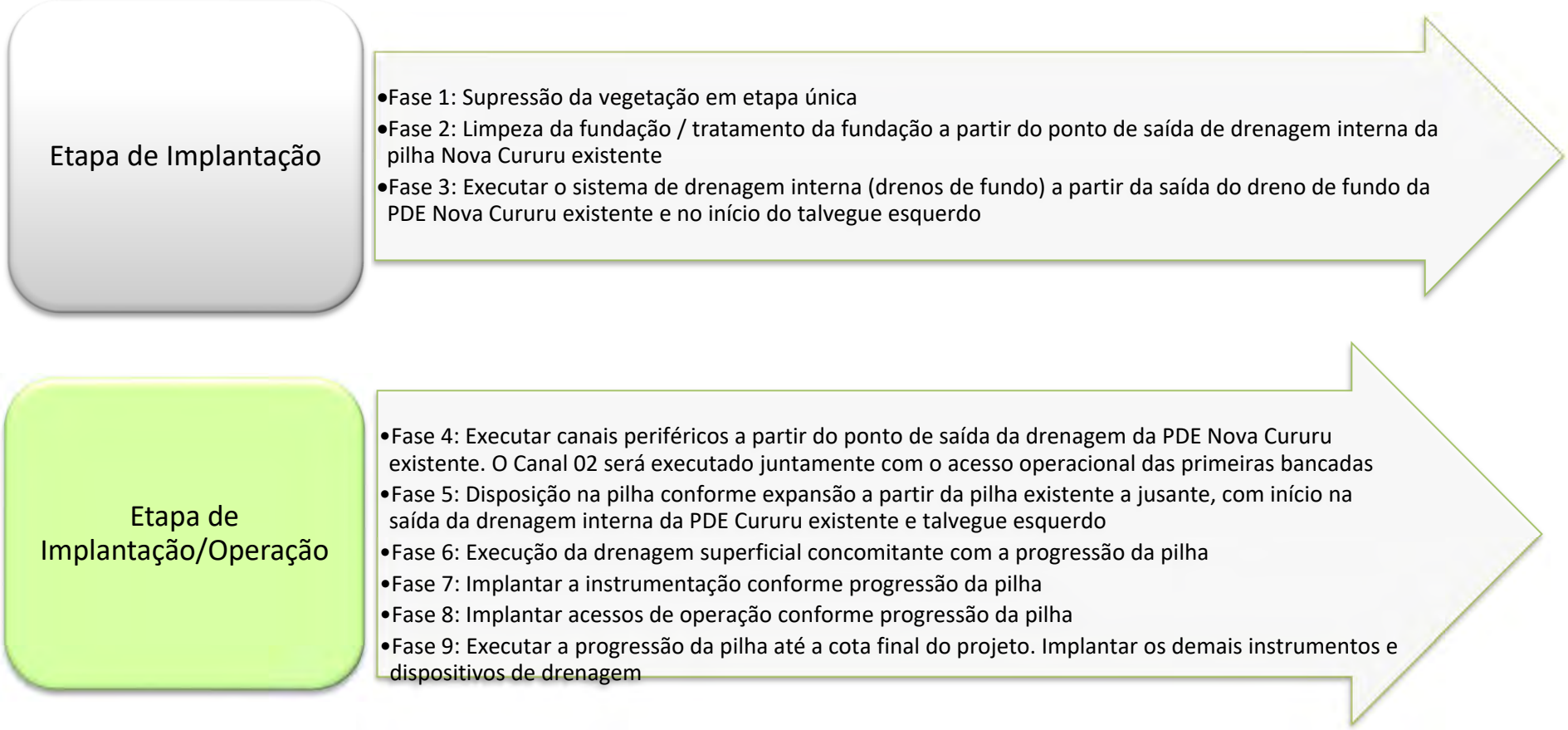
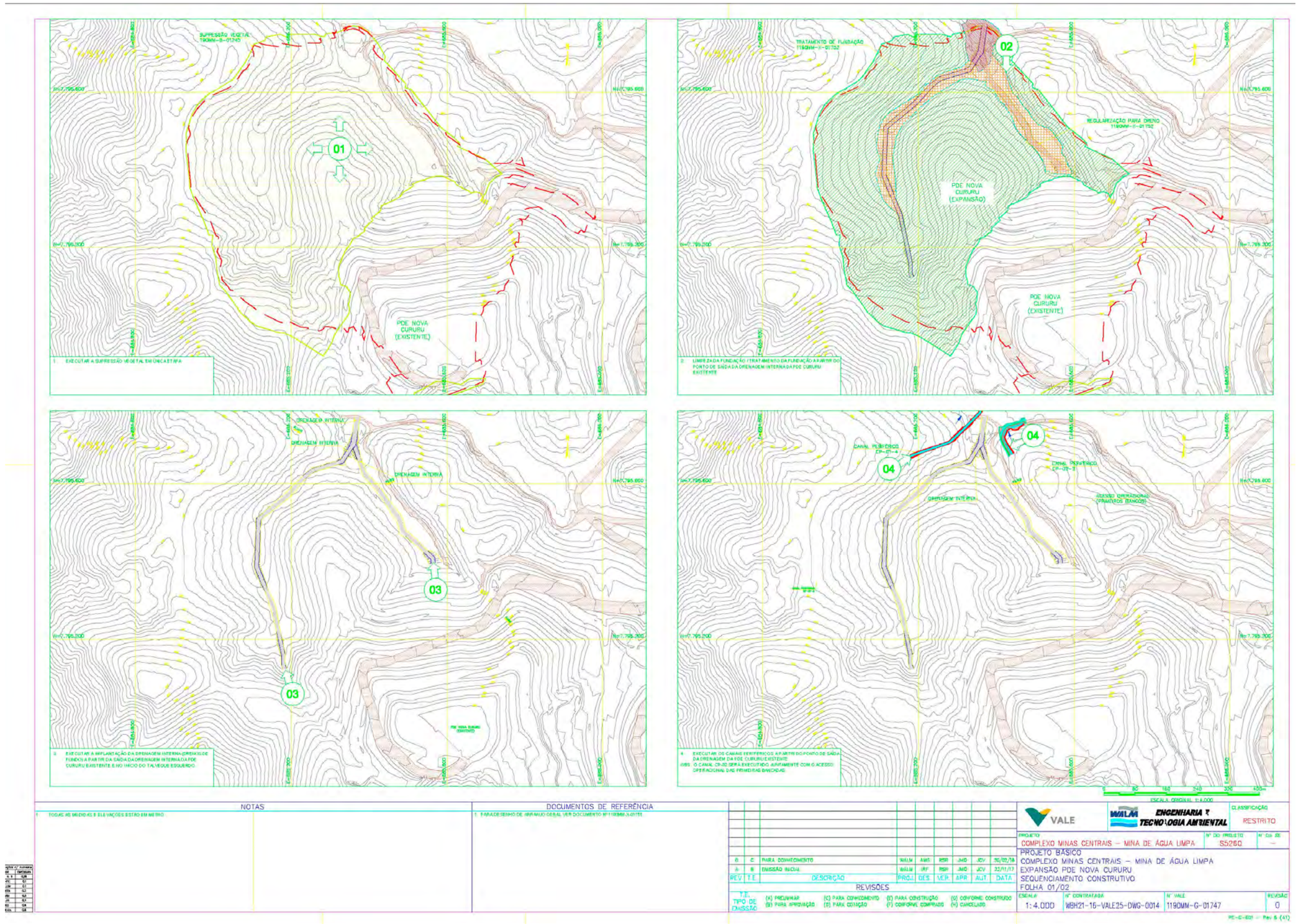
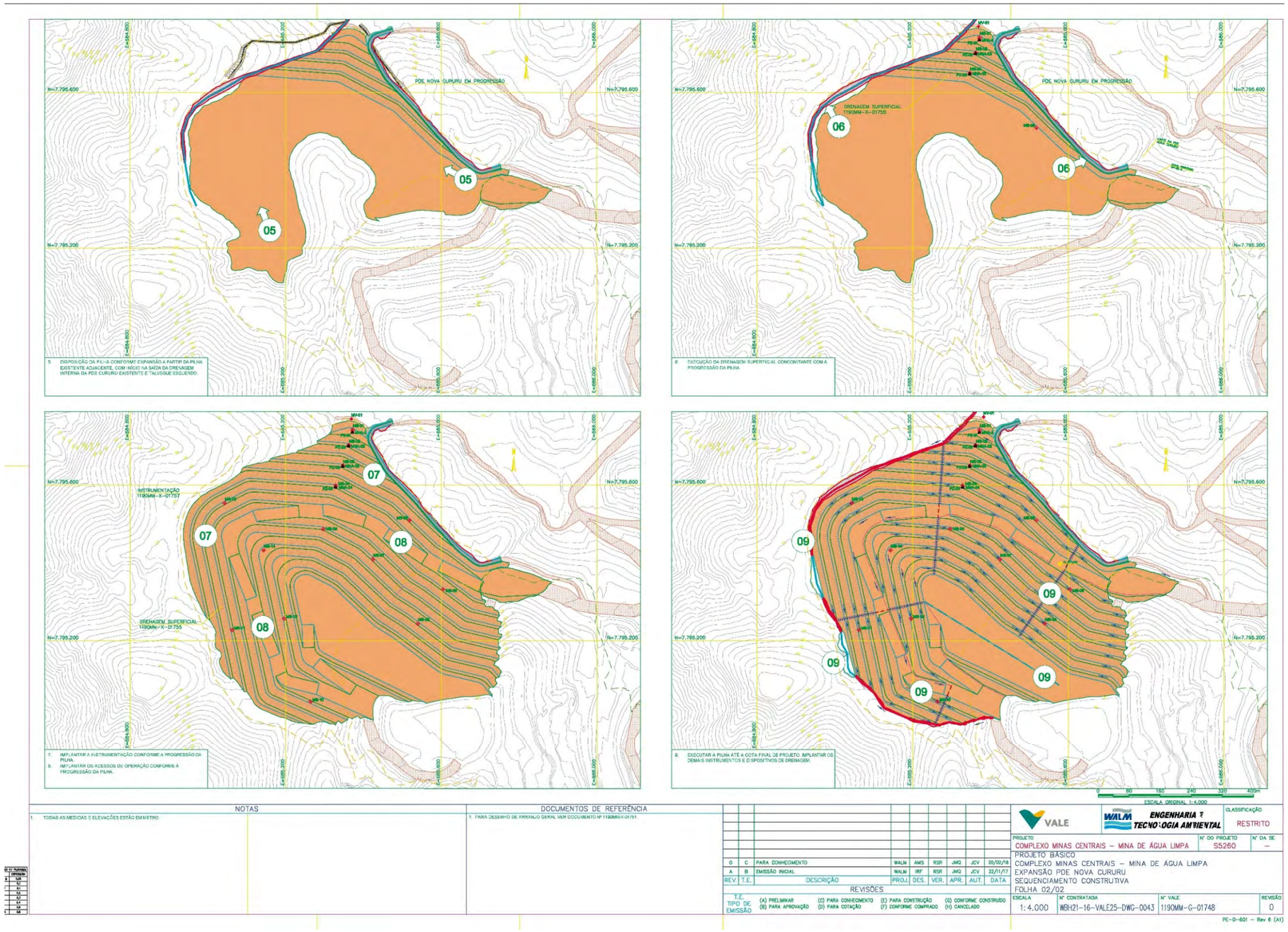


Figura 56 Sequenciamento construtivo e de operação da Expansão da PDE Nova Cururu (Parte 1 de 2)



Fonte: Walm, 2018 (RL-1190MM-G-01747).

Figura 57 Sequenciamento construtivo e de operação da Expansão da PDE Nova Cururu (Parte 2 de 2)



Fonte: Walm, 2018 (RL-1190MM-G-01748).

8.2.2 Plano de Instrumentação da Expansão PDE Nova Cururu

O Plano de Instrumentação proposto para o monitoramento da Expansão da PDE Nova Cururu (WALM, 2020) é constituído por instrumentos com os objetivos de monitorar e controlar os fatores associados às condições de estabilidade da pilha.

No Quadro 55 apresenta os tipos de instrumentos, suas características e as frequências de execução do monitoramento geotécnico da Expansão da PDE Nova Cururu. O detalhamento do *Programa de Monitoramento Geotécnico das Pilhas de Estéril e Taludes das Cavas* é apresentado em anexo ao Plano de Controle Ambiental - PCA que acompanha este EIA.

Quadro 55 Tipos de instrumentos para o monitoramento geotécnico da Expansão da PDE Nova Cururu

Instrumentos	Quantidade (unidades)	Localização	Função	Frequência	
				Seca	Chuva
Indicador de nível d´água	7	Maciço	Monitoramento do nível da freático estabelecida no interior do maciço		
Piezômetro Casa Grande	10	Maciço/ Fundação	Acompanhamento da evolução dos níveis de poropressões desenvolvidas ao longo da fundação	Mensal	Quinzenal
Marco Superficial	20	Maciço	Acompanhamento dos recalques e deslocamentos horizontais e verticais da estrutura	Mensal	Quinzenal
Medidor de Vazão	1	--	Acompanhamento das vazões do sistema de drenagem do fundo da pilha	Mensal	Quinzenal

Fonte: Walm, 2020.

8.3 Estruturas de Apoio Auxiliares

8.3.1 Paióis de explosivos

A Figura 58 mostra a localização dos paióis na Mina de Água Limpa. Os explosivos são armazenados em dois paióis, sendo um de pré-emulsão bombeada com capacidade de 60.000 kg e de explosivos atualmente está sendo realizado um estoque máximo de 2.000 kg por definições geotécnicas. Os dois paióis seguem rigorosamente as normas determinadas pelo Ministério do Exército.

Os paióis contam com um rígido sistema de segurança, localizados em áreas devidamente cercadas, sinalizadas, monitoradas e vigiadas em regime de 24 horas, bem como a utilização de Sistema de Proteção de Descarga Atmosférica (SPDA). Os depósitos de explosivos (paióis) estão devidamente isolados e cercados, contendo placas indicativas do material estocado e dos riscos e medidas de segurança envolvidos com o manuseio. O certificado de registro (CR) junto ao Exército contempla as atividades de aquisição, aplicação e armazenamento de explosivo (paiol).

Figura 58 Localização dos paióis de explosivos da Mina de Água Limpa

8.3.2 Oficina de Manutenção

Os serviços e atividades de manutenção industrial e de veículos, máquinas e equipamentos utilizados nas operações continuarão a ser realizados ocorrerá na oficina de equipamentos e nas áreas de caldeiraria da Mina de Água Limpa.

A área da oficina de manutenção possui piso impermeável e sistema de drenagem pluvial. Todos os efluentes são direcionados para sistema de separação de água e óleo (SAO) do empreendimento, conforme mostra Figura 59 a seguir. A Figura 60 mostra um equipamento de manutenção na oficina.

Figura 59 Oficina da Mina de Água Limpa

Figura 60 Equipamento em manutenção na oficina

8.3.2.1 Posto de Abastecimento

O complexo da Mina de Água Limpa dispõe de posto de abastecimento de combustível (Posto da Mina de Água Limpa), localizado próximo às instalações da Usina de Beneficiamento de Minério, destinado ao abastecimento da frota de veículos pesados, caminhões, máquinas e veículos leves e que é o objeto de aumento de tancagem desse processo (Figura 61).

A pista de abastecimento conta com duas ilhas, três bombas, sendo duas de óleo biodiesel e uma de etanol. O piso é concretado, e dispõe de sistema de drenagem de efluentes líquidos oleosos constituído por canaletas que são interligadas através de tubulações à bacia de contenção de efluentes oleosos. Esses efluentes são direcionados para sistema de separação de água e óleo (SAO).

Em atendimento a condicionantes dos processos de licenças ambientais, o posto foi adequado conforme recomendações técnicas e em atendimento às legislações específicas, sendo dotado atualmente de bacia de contenção contra vazamentos revestida em concreto com capacidade de retenção devidamente dimensionada conforme recomendações da Norma da ABNT-NBR-7505 na sua última edição, sistema de drenagem de efluente líquidos oleosos revestido em concreto conectado ao sistema separador de água e óleo, projeto de incêndio, plano de emergência, plano de manutenção e procedimentos operacionais, sistema de tratamento de efluente oleoso, medidas de segurança e prevenção de acidentes, entre outros dispositivos de controle.

Figura 61 Estruturas do Posto da Mina de Água Limpa

Vista geral do posto de abastecimento de combustível, provido de cobertura de estrutura metálica, piso impermeável e canaletas de drenagem direcionadas para o sistema de tratamento de efluentes líquidos e oleosos

Tanques aéreos horizontais instalados em bacias de contenção conforme diretrizes estabelecidas da Norma da ABNT-NBR-7505.

Sistema de tratamento de efluentes líquidos oleosos, composto de caixa separadora de água e óleo.

As baias são individuais por tanque, e tem capacidade de contenção para derramamento de todo volume do tanque nela contido, canaletas e interligação a SAO existente. Os tanques possuem válvulas solenoides e chaves de nível que evitam transbordamento.

Sistema de Descarga, Armazenamento e Abastecimento de Combustíveis, Operação e Manutenção

O posto da Mina de Água Limpa utiliza o sistema de descarga Metroval, equipamento destinado ao controle e automação de descarregamento de combustíveis. Este equipamento realiza a descarga do combustível fazendo abertura da válvula controladora de vazão, controlando o motor e a válvula a partir dos sinais gerados por sensores de nível colocados em seu tanque desaerador, visando eliminar o ar, evitando erros de medição, garantindo a integridade do Sistema de Descarga de Combustíveis, dos operadores, instalações em geral e para uma perfeita operação dos equipamentos. A aferição deste equipamento é feita anualmente pelo próprio fabricante e a manutenção pela equipe de elétrica, mecânica e automação do próprio posto conforme plano de manutenção cadastrado no sistema Vale.

Conforme descrito no item 6.3 desta Caracterização do Empreendimento, atualmente o recebimento do Diesel S500 é feito simultaneamente em 6 tanques horizontais de aço carbono com berço de concreto armado, capacidade de 15 m^3 cada e mais 1 tanque com a mesma capacidade para armazenamento do S10, totalizando um volume armazenado de 105 m^3. Ao término das obras de Ampliação da Tancagem do Posto, as operações serão mantidas como atualmente.

Conforme a Norma da ABNT - NBR 17505-2 na sua última edição e a Deliberação Normativa COPAM nº.108/2007, a bacia de contenção precisa conter o volume de todos os tanques horizontais mais a sobrealtura de 0,20 metros. Além disso, o posto de abastecimento contará com o Sistema Proteção e Combate a Incêndio.

As instalações do posto de abastecimento de combustíveis seguirão o atendimento integral às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, conforme Portaria nº 3.214/1978 e aos RAC's - Requisitos de Atividades Críticas para atividades críticas aplicáveis.

8.3.2.2 Outras estruturas auxiliares

Além dos componentes e estruturas de operação (cavas, pilhas de estéril, barragens de rejeito, diques de contenção de sedimentos, instalações de beneficiamento mineral), o empreendimento possui as seguintes estruturas de apoio:

- Portaria;
- Rodoviária;
- Escritórios administrativo/operação: os prédios atendem à área administrativa e, também, à demanda da área de produção, sendo dotados de instalações sanitárias e salas distribuídas por setores administrativo, meio ambiente, engenharia, geologia, geotecnia, saúde e segurança, entre outros;
- Vestiários;
- Restaurantes/refeitórios;
- Posto de abastecimento de combustíveis;

- Posto de lubrificação/borracharia: composto por boxes de lubrificação, lavagem e borracharia, dotado de canaletas de drenagem direcionado para o sistema de separação de água e óleo (SAO);
- Estações de Tratamento de Água (ETA1 e ETA2);
- Ambulatório / Posto médico (unidade de saúde com ambulatório avançado de emergência), projetado de acordo com a NR-22 – Norma de Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração;
- Subestação elétrica.

8.3.3 Consumos

8.3.3.1 Consumo de Água

O sistema de abastecimento de água existente na Mina de Água Limpa destinado ao uso industrial é promovido por meio de captações em barramentos e poço tubular. A água captada na barragem do Diogo (Certificado de Outorga n° 02910/2017) é destinada para uso industrial na usina de beneficiamento e nas oficinas de manutenção elétrica, mecânica, utilizada para aspersão e umectação das vias de acesso da mina. Já a captação no poço tubular (Certificado de Outorga n° 1469/2011) é destinada tanto para o processo industrial como para o consumo humano portanto, não haverá demanda de novas captações de água, podendo ser mantidas as condições atuais de operação do empreendimento.

8.3.3.2 Consumo de Energia Elétrica

Como já indicado, as instalações da Mina de Água Limpa dispõem de uma subestação principal, alimentada por uma linha de transmissão. Por uma ramificação especial de linhas de distribuição, ocorre a alimentação da subestação do empreendimento, localizada na área industrial, que rebaixa as tensões para 440 V, 220 V e 110 V, para uso industrial e das instalações administrativa e de apoio. A localização da mesma encontra identificada no plano diretor.

8.3.4 Veículos, Máquinas e Equipamentos

Não haverá modificação em relação às atuais operações de lavra da Mina de Água Limpa, pois serão utilizados os mesmos equipamentos das frotas em operação.

Os equipamentos móveis de minas serão os mesmos já existentes. O dimensionamento de equipamentos móveis foi elaborado utilizando o *software* SGDEM (Sistema de Gerenciamento e Dimensionamento de Equipamentos de Mina), desenvolvido pela Vale para todo o período. Os equipamentos apresentados são equipamentos próprios e que contemplam movimentação de minério, de estéril, de rejeito, de produto e infraestrutura de mina.

O quantitativo de equipamentos de operação da mina dimensionados por modelo de carga, transporte e perfuração é apresentado no Quadro 56 a seguir.

Quadro 56 Equipamentos de operação da mina – Etapa de Operação

Equipamentos de Operação de Mina	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
PC 2000	3	3	3	3	3	2	1	1
CAT 992	3	4	4	3	3	3	2	2
CAT 772	18	22	18	20	20	19	10	10
Perfuratriz 148H (10 polegadas)	1	1	1	1	1	1	2	2
Perfuratriz DM 30 (6,8 polegadas)	3	2	3	2	3	3	2	2

Os equipamentos de infraestrutura são utilizados para a manutenção das estradas, trabalhos nas pilhas de estéril, limpeza de praças, acabamento de taludes entre outros. São considerados como equipamentos de infraestrutura a serem utilizados no projeto em questão:

- Caminhão pipa de grande porte (CAT 777 – 90 mil litros);
- Pás carregadeiras (CAT 988);
- Motoniveladora (CAT 16M);
- Trator de Pneus (WD 600);
- Trator de Esteiras (CAT D6, CATD10 e KOM 375).

As pás carregadeiras de modelo 988 foram consideradas no plano para formação de leiras de segurança e os demais equipamentos de apoio são utilizados para o suporte as operações. Eles são empregados pelas equipes de manutenção e infraestrutura de mina. A lista de equipamentos de apoio é apresentada no Quadro 57 a seguir.

Quadro 57 Equipamentos de Apoio – Etapa de Operação

Equipamentos de Apoio	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Retro Cat 336	3	3	73	3	3	3	3	3
Caminhão Médio Comboio	5	5	5	5	5	5	5	5
Caminhão Prancha	2	2	2	2	2	2	2	2
Caminhão Pipa Pequeno Porte	3	3	3	3	3	3	3	3
Caminhão *Munck*	5	5	5	5	5	5	5	5
Caminhão Oficina	1	1	1	1	1	1	1	1

As manutenções preventivas serão executadas nas oficinas existentes e as manutenções corretivas que impossibilite o deslocamento do equipamento para oficina serão realizados em campo seguindo os procedimentos conforme realizado atualmente até o pátio de carregamento e destinado ao mesmo porto, via ferrovia (EFVM).

8.4 Monitoramentos e manutenções periódicas associados à implantação e operação do Projeto

Durante as atividades previstas na operação do Projeto, ao longo de sua vida útil, durante as etapas de implantação e operação, as atividades realizadas no empreendimento deverão ser submetidas a uma manutenção contínua.

A definição dos serviços de manutenção deverá ser realizada a partir de observações constatadas em inspeções de campo, realizadas pela equipe da Vale ou por auditorias externas por meio de empresas especializadas contratadas. Dentre os serviços de manutenção geral que deverão ser realizados, quando se fizerem necessários, pode-se destacar:

- Desassoreamento dos reservatórios dos *sumps*, barragens e bacias de decantação e contenção de sedimentos, sempre que necessário;
- Poda da cobertura vegetal dos taludes e aterros (cavas, pilhas de estéril, barragens de contenção de sedimentos);
- Limpeza e desobstrução das canaletas e dos demais dispositivos de drenagens superficiais;
- Reparo de sulcos de erosão nos taludes, bermas e aterros das cavas, pilhas, diques e barragens;
- Reparo da sinalização da identificação de instrumentos de monitoramento geotécnico;
- Substituição ou reparo de instrumentos de monitoramento geotécnico;
- Reaterro das bermas das cavas, pilhas de estéril, diques e barragens de contenção de sedimentos para correção de eventuais recalques e correção da drenagem;
- Replantio de gramíneas nas áreas de perda da cobertura vegetal;
- Manutenção das estradas internas de acessos e serviços;
- Leituras periódicas dos instrumentos de monitoramento geotécnicos instalados nas cavas, pilhas de estéril, diques e barragens de contenção de sedimentos, com inspeções visuais.

Destaca-se que os serviços de manutenção, de forma geral, deverão ser executados o quanto antes após a identificação do problema, com intuito de evitar assim sua progressão.

8.5 Mobilização de Mão de Obra - Etapa de Operação

8.5.1 Mão de obra – Expansões da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu

As operações da Mina de Água Limpa ocorrem em 24 horas por dia, durante 7 dias por semana, em 4 turnos de 6 horas, sendo todos os dias efetivamente trabalhados por mês nos 12 meses do ano. Já o setor administrativo, trabalha em regime de um turno de 8 horas, de segunda a sexta feira. Atualmente, a Mina de Água Limpa, considerando o mês de dezembro/2020 conta com aproximadamente 586 postos de trabalho diretos e cerca de 280 colaboradores de empresas terceirizadas em todas as operações da mina.

O Quadro 58 mostra o número de empregados na etapa de operação do Projeto em estudo, que compreende expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu.

Quadro 58 Mão de Obra – Etapa de Operação

Função	N° de empregados	Função	N° de empregados
Administrativo	05	Supervisor	13
Estagiário	05	Operacional	378
Nível técnico	117	Trainee	11
Total	**-**	**-**	**586**

O regime de trabalho adotado na Mina de Água Limpa está de acordo com a legislação trabalhista vigente e acordos sindicais. Abaixo apresentamos o regime operacional de todo o complexo.

- Pessoal administrativo: 8 horas/dia, de segunda a sexta-feira;
- Pessoal da Operação e Manutenção Mina: 6 horas/dia, 365 dias/ano, com quatro equipes divididas em turnos alternados e uma equipe de folga.

8.5.2 Mão de obra – Operação do Posto da Mina de Água Limpa

A mão de obra utilizada no Posto da Mina de Água Limpa após a implantação da ampliação da tancagem não sofrerá alteração, mantendo assim o quadro atual de funcionários, sendo 1 empregado trabalhando em cada turno ininterrupto de 6 horas/dia, 365 dias/ano, com quatro equipes divididas em turnos alternados e uma equipe de folga. No turno administrativo são 2 pessoas trabalhando numa jornada de 8 horas/dia, de segunda a sexta-feira.

8.5.3 Transporte do efetivo

Para o transporte do efetivo durante a operação do Complexo não estão previstas alterações das condições atuais, após a implantação do projeto, tendo em vista que o efetivo previsto não será alterado. Para o transporte durante a operação será mantida a utilização de ônibus com contrato específico para atentar às necessidades. Atualmente, com as operações da Mina de Água Limpa, trafegam por turno as seguintes quantidades de ônibus:

- Turno administrativo: cinco ônibus
- Turnos de 6 horas: quatro ônibus.

8.6 Cronograma de Operação

A etapa de operação da Expansão da Cava Mina Morro Agudo prevista neste estudo ambiental terá a vida útil de 8 anos. Já a Expansão da PDE Nova Cururu está projetada para operar ao longo de 2 anos em função da sua capacidade de armazenamento de material estéril. A diferença do volume de estéril gerado será disposta em novas pilhas que estão em viabilidade de projeto.

O Posto de Abastecimento da Mina de Água Limpa irá operar ao longo de toda vida útil desta mina, de acordo com as suas operações de manutenção e substituição de equipamentos e acessórios, sempre que necessários.

8.7 Aspectos Ambientais das Etapas de Implantação e Operação

A seguir, no Quadro 59 são apresentados os principais aspectos ambientais, onde destacam-se as fontes das emissões, efluentes, resíduos, ruídos e vibrações identificados na etapa de implantação e operação.

Quadro 59 Aspectos Ambientais – Etapa de Implantação e Operação

ETAPA DE IMPLANTAÇÃO	
Aspectos Ambientais	**Fontes de Geração / Locais**
Expansão da Cava Morro Agudo (*)	
Geração de efluentes sanitários	Banheiros químicos
Geração de resíduos sólidos	Supressão da vegetação (material lenhoso)
	Decapeamento (material estéril)
Geração de emissões atmosféricas	Supressão vegetal
	Perfuração
	Decapeamento
	Tráfego de veículos e de equipamentos
	Detonação
Geração de sedimentos	Supressão vegetal
	Decapeamento
Geração de vibração	Detonação
Geração de ruído	Tráfego de veículos e de equipamentos
	Operação de equipamentos
	Detonação
Expansão da PDE Nova Cururu	
Geração de efluentes Sanitários	Canteiro de obras
	Banheiros químicos
Geração de efluentes oleosos	Posto de abastecimento de combustível
Geração de sedimentos	Supressão vegetal
	Terraplanagem
Geração de resíduos sólidos	Canteiro de obras
	Frentes de obras

ETAPA DE IMPLANTAÇÃO	
Aspectos Ambientais	**Fontes de Geração / Locais**
Expansão da PDE Nova Cururu	
Geração de emissões atmosféricas	Supressão vegetal
	Terraplanagem
	Obras civis
	Tráfego de veículos
	Operação de equipamentos
Geração de ruído	Terraplanagem
	Trânsito de pessoas
	Tráfego de veículos
	Operação de veículos
Ampliação da Tancagem do Posto de Combustíveis	
Geração de efluentes Sanitários	Canteiro de obras
	Banheiros químicos
Geração de efluentes oleosos	Posto de abastecimento de combustível
	Desmobilização dos tanques
Geração de resíduos sólidos	Canteiro de obras
	Frentes de obras
	Desmobilização dos tanques
Geração de ruído	Desmobilização dos tanques
	Instalação dos novos tanques
ETAPA DE OPERAÇÃO	
Aspectos Ambientais	**Fontes de Geração / Locais**
Geração de efluentes sanitários e oleosos	Instalações sanitárias em geral
	Banheiros químicos nas áreas da cava
	Descarregamento de combustíveis no Posto e abastecimento de veículos, e equipamentos
Geração de sedimentos	Áreas expostas na cava
	Disposição de estéril na PDE Nova Caruru
	Tráfego de veículos e equipamentos
Geração de resíduos sólidos	Perfuração e operação de detonação
	Operações de lavra na cava
	Operações na PDE Nova Caruru
Geração de emissões atmosféricas	Perfuração e operações de detonação
	Transporte de minério
	Transporte de estéril
	Tráfego de veículos e equipamentos
	Operação de equipamentos
Geração de ruído e vibração	Perfuração e operações de detonação
	Operações de equipamentos nas frentes de lavra
	Operações de equipamentos na PDE Nova Caruru
	Tráfego de veículos e equipamentos

Nota (*): As etapas de implantação e operação no caso da Expansão da Cava Morro Agudo ocorrem de forma simultânea, pois a partir da supressão da vegetação são iniciadas as atividades de decapeamento para a retirada de minério e estéril, já consistindo nas operações de mina.

8.8 Sistemas de Controle Ambiental das Etapas de Implantação e Operação

8.8.1 Sistema de Drenagem e de Contenção de Sedimentos

8.8.1.1 Expansão da Cava Morro Agudo

Na etapa de implantação, a Mina de Água Limpa conta com estruturas já existentes projetadas para receber o escoamento das águas pluviais e realizar a contenção de sedimentos da área destinada à expansão da cava Morro Agudo. Cabe destacar que toda a bacia de contribuição superficial dessa área é direcionada para barragem do Diogo, estrutura operacional da Mina de Água Limpa.

Na etapa de operação, durante a execução do Projeto em pauta, será seguido o estudo e dimensionamento do sistema de drenagem descrito no subitem 7.2.8.1 – Sistema de Drenagem Superficial da Cava de Morro Agudo, conforme o Projeto de Drenagem da Cava Água Limpa (RL-1000MM-X-15028), elaborado pela empresa especializada – Tetratech em 2020. Esse sistema de drenagem contará com a implementação de bermas, canaletas de platô (CBs), canaletas de acesso (CAs), descidas de água (DAS) e de canais periféricos (CPs) na área de expansão da cava Morro Agudo.

O controle do carreamento de sedimentos é necessário, sendo que medidas operacionais poderão atenuar a sua produção, devendo ser adotadas sempre que possível, como por exemplo a limpeza periódica dos *sumps* internos na área de cava.

É importante destacar que, caso haja a possibilidade de não aporte total do volume previsto em alguma estrutura de contenção interna (*sumps*), esse volume excedente deverá ser redistribuído internamente aos demais *sumps* da cava, garantindo o não-galgamento de qualquer uma dessas estruturas. Este controle deverá ser feito pela operação da Mina de Água Limpa.

Essa sistemática associada visa permitir uma flexibilidade quanto à localização dos *sumps* e às necessidades de recalque em função do desnível geométrico e distância dos pontos de descarte. O volume total dos *sumps* internos da cava, quando bombeado para estruturas externas, deverá ser direcionado para o canal do córrego Vale das Cobras e na sequência para a barragem do Diogo

Outras medidas de controle para evitar a formação de processos erosivos e carreamento de sedimentos serão a utilização de biomanta e semeadura manual.

Maior detalhamento dos sistemas de drenagem e de contenção de sedimentos será apresentado em programa específico do Plano de Controle Ambiental - PCA que acompanha este EIA.

8.8.1.2 Expansão da PDE Nova Cururu

Conforme mencionado no item 8.8.1.1, na etapa de implantação, a Mina de Água Limpa conta com estruturas projetadas para receber o escoamento de águas pluviais e de contenção de sedimentos da área de expansão da PDE Nova Cururu, visto que, atualmente toda a bacia de contribuição superficial dos talvegues no local destinado a esta expansão será direcionado para as estruturas de contenção existentes na Mina de Água Limpa.

Durante a implantação do Projeto está prevista a implementação de dispositivos de drenagem interna na pilha em expansão (drenos de fundo). Além disso, o projeto de expansão da PDE Nova Cururu contará, nas etapas de implantação e operação, com uma bacia de contenção de sedimentos (*sump),* que receberá a contribuição dos drenos de fundo e de toda a drenagem superficial oriunda do canal periférico desta pilha. O dimensionamento da bacia de contenção de sedimentos foi elaborado no projeto básico da Expansão da PDE Nova Cururu e obedece aos critérios e premissas relacionados aos estudos sedimentológicos e hidráulicos. Após esta estrutura de contenção (*sump)*, a vazão é direcionada para o canal periférico do Vale das Cobras, que conduz a drenagem para a barragem do Diogo, estrutura final de contenção de sedimentos.

Na operação, conforme descrito em detalhe no subitem 7.2.8.2 – Sistema de Drenagem Superficial – Expansão da PDE Nova Cururu desta caracterização do empreendimento, está prevista a implantação do sistema de drenagem superficial da PDE Nova Cururu, composto pelas seguintes estruturas: Canaletas dos Acessos (CA); Canais de drenagem (CD); Descidas de água (DA); Canais Periféricos (CP); Bacias de dissipação de energia; Caixas de transição ou passagem; e, Bueiros. Na operação do Projeto, como mencionado anteriormente, está prevista a utilização da referida bacia de contenção de sedimentos (*sump*) a jusante da pilha.

Maior detalhe desses sistemas será apresentado em programa do Plano de Controle Ambiental – PCA que acompanha este EIA.

8.8.1.3 Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa

O sistema de escoamento das águas pluviais do Posto da Mina de Água Limpa não será alterado, devido às modificações do *layout* do Posto em sua ampliação. As canaletas serão refeitas onde necessário, e adequadas às novas baias dos tanques, considerando a interligação destas a caixa separadora de água e óleo (SAO) existente, que atende à demanda exigida.

8.8.2 Sistema de Controle dos Resíduos Sólidos

Na implantação do Projeto em estudo serão gerados resíduos sólidos provenientes das atividades nas áreas dos canteiros e das frentes de obra, sendo constituídos basicamente por resíduos da construção civil e montagem eletromecânica, de escritórios, orgânicos, de almoxarifado, dentre outros.

A todos os trabalhadores envolvidos com a implantação e operação do Projeto será repassado o Treinamento Introdutório/ Ambientação voltado para o público interno, buscando a sensibilização dos mesmos para a questão da geração de resíduos durante as obras. Serão abordados tópicos sobre a utilização de utensílios convencionais em relação àqueles descartáveis, desperdício, aproveitamento completo no preparo de alimentos, cuidados no manuseio de embalagens retornáveis para insumos, bem como a segregação correta dos materiais.

Serão exigidas das empresas contratadas boas práticas ambientais no desenvolvimento das obras, visando ao aproveitamento otimizado dos recursos disponíveis, à organização do canteiro de obras e ao controle no desperdício de materiais e insumos.

Os resíduos recicláveis, gerados em áreas administrativas, serão dispostos em coletores pequenos nos escritórios e corredores, devidamente padronizados, conforme definição do Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS da Mina de Água Limpa da Vale. Os resíduos perigosos serão acondicionados em tambores metálicos certificados pelo INMETRO. Caso o resíduo seja líquido, o tambor deverá permanecer em local com piso impermeável e com a devida bacia de contenção.

Os resíduos serão segregados por meio da coleta seletiva e armazenados temporariamente em caçambas, e em seguida destinados à Central de Material Descartáveis (CMD) da Mina de Água Limpa, dotada de áreas específicas destinadas ao armazenamento temporário de resíduos conforme sua tipologia (Classe I - Perigoso, Classe II A - Não Inerte e Classe IIB - Inertes). Posteriormente, empresas devidamente licenciadas pelo órgão ambiental para exercer tal atividade deverão realizar a destinação final dos resíduos.

Nos canteiros de obras será instalado o Depósito Intermediário de Resíduos - DIR, a fim de realizar o armazenamento temporário dos resíduos, para seu posterior envio à Central de Materiais Descartados (CMD) do complexo da Mina de Água Limpa. O DIR contará com compartimento do tipo gaiola para o acondicionamento dos resíduos de menor volume e com caçambas estacionárias para aqueles de maior densidade volumétrica, obedecendo a padronização de cores e identificação.

Os resíduos gerados na operação do Projeto serão provenientes das atividades de perfuração, detonação nas frentes de lavra e operação de lavra na expansão da Cava Morro Agudo, e da disposição de material estéril de acordo com o projeto de desenvolvimento da expansão da PDE Nova Cururu, além das atividades auxiliares da Mina de Água Limpa, como, escritórios administrativos, vestiários, restaurantes, entre outros.

O detalhamento da gestão de resíduos será apresentado no Programa de Gestão de Resíduos do Plano de Controle Ambiental - PCA que acompanha este EIA.

8.8.3 Sistema de Controle das Emissões Atmosféricas

Na implantação as tarefas/atividades geradoras de aspectos ambientais relacionadas às emissões atmosféricas correspondem a supressão de vegetação, abertura de acessos, terraplanagem, tráfego em vias não pavimentadas e disposição dos materiais excedentes da terraplanagem.

Durante a implantação do Projeto em pauta, a supressão vegetal, abertura de acessos, terraplanagem e tráfego em vias não pavimentadas resultará na geração de poeira pela emissão de material particulado. O controle da geração de poeira será realizado por meio da aspersão das vias e áreas expostas. Na aspersão das vias será utilizada água proveniente das instalações existentes de coleta na Mina de Água Limpa. Essas operações deverão ser realizadas periodicamente, com maior frequência no período de seca, e em menor frequência e, somente quando necessário, no período chuvoso. A periodicidade da aspersão deverá ocorrer em função das condições meteorológicas, considerando-se o grau de insolação, ventos, umidade do ar e precipitação. Esse procedimento visa garantir o umedecimento permanente das vias de acesso utilizadas para execução das obras, e consequentemente a redução da emissão de material particulado.

Para as emissões geradas pela combustão dos motores de equipamentos e veículos, serão realizadas manutenções preventivas e, também, o monitoramento das emissões veiculares com a utilização da Escala *Ringelmann,* realizado rotineiramente na Mina de Água Limpa.

A emissão de material particulado na etapa de implantação também estará associada às obras de expansão da PDE Nova Cururu, gerado pela movimentação de máquinas e veículos necessárias para a execução da terraplanagem e obras civis para a implantação do sistema de drenagem de fundo e, também, pela disposição de material excedente da terraplanagem. Quanto ao material excedente das atividades da terraplenagem executadas na área de implantação de acessos para a expansão da PDE Nova Cururu, da ordem de 504.500 m^3, os mesmos serão dispostos de forma controlada nessa pilha. Para a garantia do controle na emissão de particulados será executada, sempre que necessário, aspersão para umidificação do material disposto na pilha.

Na etapa de operação do Projeto, as emissões atmosféricas serão provenientes das operações de desmonte e desenvolvimento das frentes de lavra da expansão da Cava Morro Agudo e da disposição de material estéril na conformação dos bancos da expansão da PDE Nova Cururu, além do tráfego de veículos e equipamentos em vias não pavimentadas e áreas expostas. Também haverá geração de gases de combustão na movimentação de veículos e equipamentos.

Para o controle da emissão de material particulado proveniente das ações necessárias para desmonte, carregamento e transporte das atividades de explotação mineral e disposição de material estéril serão realizadas ações como:

- Aspersão de água por meio de caminhões-pipa nos seguintes locais: vias de acesso e circulação interna do empreendimento onde haverá o tráfego de veículos, equipamentos e máquinas para a operação do projeto; frentes de lavra da expansão da cava Morro Agudo, no período que antecede às detonações programadas; e, na disposição de material estéril na PDE Nova Cururu. A umectação será realizada com maior frequência entre abril e setembro (período de seca), e em menor frequência e quando necessário entre outubro e março (período chuvoso);
- Introdução de vegetação protetora (gramíneas e leguminosas) nos taludes e aterros (cava e pilha de estéril) após sua conformação final, a fim de evitar o arraste eólico de matérias inconsolidados e consequentemente a suspensão de materiais particulados.

Poderá ser também ser utilizado um polímero, que consiste em um aglutinador de partículas usado para aumentar a eficiência das operações de aspersão. Esse produto é biodegradável e tem em sua composição ácido limoneico, e sua finalidade é reter as partículas no solo, retardando a evaporação da água, mantendo assim a umidade local, e, consequentemente, minimizando a geração de poeira. A aspersão do produto deverá ser executada com caminhão pipa dotado de sistema de aspersão regulável, para que se tenha uma aplicação uniforme e controlada da solução. A periodicidade da aspersão será em função das condições meteorológicas, considerando-se o grau de insolação, ventos, umidade do ar e precipitação.

Deverão ser realizadas inspeções visuais para verificar as condições de materiais particulados em suspensão e análise dos resultados dos pontos monitorados. Se for constatada a necessidade de melhoria no controle de emissão de particulados, deverão ser propostas ações de mitigação para o controle da qualidade do ar.

Para controle da geração de gases de combustão, na etapa de operação, prevê-se:

- Manutenção preventiva dos veículos e máquinas que serão utilizados na execução do projeto, mantendo a regulagem correta do motor, minimizando, dessa forma, a emissão de gases de combustão provenientes do funcionamento desses equipamentos; o monitoramento das emissões veiculares será realizado com a utilização de Escala *Ringelmann.*

Os detalhes das medidas de controle e de monitoramento das emissões atmosféricas encontram-se no Plano de Controle Ambiental - PCA que acompanha este EIA.

8.8.4 Sistema de Controle da Geração de Ruído e Vibração

Os veículos, máquinas e equipamentos previstos para serem utilizados na etapa de implantação do Projeto em estudo deverão ser submetidos à manutenção periódica para eliminação de problemas mecânicos operacionais, de forma a controlar a geração de ruído. Com relação à manutenção, deverá ser dada ênfase às questões de regulagem das máquinas, equipamentos e veículos que produzem ruídos excessivos.

Para o monitoramento de ruído na Mina de Água Limpa é utilizado o medidor de pressão sonora, calibrador, contendo os certificados de calibração, emitidos por laboratório pertencente à Rede Brasileira de Calibração (RBC), para o medidor de pressão sonora e o calibrador acústico. As medições dos níveis de ruído no entorno da Mina de Água Limpa são realizadas em pontos localizados no entorno deste complexo, de forma a verificar os níveis de pressão sonora que possam atingir comunidades locais, e comparar esses níveis com os limites legais aplicáveis. Atualmente, na Mina de Água Limpa, são realizadas medições diurnas e noturnas, adotando o método simplificado da Norma ABNT-NBR 10151:2019 para o monitoramento.

A geração de ruído e vibração na etapa de operação do Projeto decorrerá do tráfego de veículos, máquinas e equipamentos. Da mesma forma que para a implantação, como medida de controle, prevê-se a adoção de manutenção periódica e regulagem adequada e o cumprimento dos limites de velocidade máximos estabelecidos pela Vale no complexo da Mina de Água Limpa.

Para minimizar a emissão de ruído e vibração provenientes das operações de desmonte de rochas nas frentes de lavra da cava Morro Agudo, realizadas por meio do uso de explosivos, está prevista a cobertura das espoletas com material inerte e a utilização de acessórios denominados de “linha silenciosa”, sem o emprego de cordel detonante, o que reduz os níveis de vibração do terreno e de pressão acústica gerada no momento do desmonte.

Para o monitoramento sismográfico no entorno da Mina de Água Limpa, a Vale já utiliza sismógrafos de engenharia em pontos fixos estabelecidos, sendo substituídos e revezados quando necessário. Esses equipamentos possuem um canal triortogonal para registro de vibrações pelo terreno e um canal para medida de pressões acústicas provenientes de detonações. Os equipamentos são programados para registrar as vibrações provocadas pelos desmontes de rocha por explosivos, em horários pré-estabelecidos, e ficam aguardando seu acionamento automático por níveis de vibração pelo terreno de 0,500 mm/s, em função das características de ruídos locais, registrando então automaticamente essa ocorrência.

O Centro de Controle Ambiental, responsável pelo monitoramento sismográfico citado, possui acreditação da metodologia automatizada para medições sismográficas provenientes do desmonte de rochas por uso de explosivos, analisando quesitos ambientais e propagação de ondas relacionadas a edificações civis. Esse reconhecimento está atrelado as premissas da ABNT-NBR ISO/IEC 17025, é chancelada pela equipe de auditores filiados a RMMG – Rede Metrológica de Minas Gerais.

Os detalhes das medidas de controle e de monitoramento do ruído e vibração serão apresentados no Plano de Controle Ambiental - PCA que acompanha este EIA.

8.8.5 Sistema de Controle dos Efluentes Líquidos

Na etapa de implantação serão gerados efluentes líquidos sanitários nos canteiros de obras da Expansão da PDE Nova Cururu e da Ampliação da Tancagem do Posto. Serão implantados nos canteiros biodigestores e os efluentes gerados serão destinados para tratamento na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) existente na Mina de Água Limpa.

Na operação do projeto serão gerados efluentes oleosos nas atividades descarregamento de combustíveis no Posto da Mina de Água Limpa e de abastecimento de veículos e equipamentos neste posto.

8.8.5.1 Controle dos Efluentes Sanitários

Durante a implantação, para atender aos canteiros de obra da Expansão da PDE Nova Cururu e da Ampliação da Tancagem do Posto serão implantados biodigestores. A necessidade de limpeza dos mesmos é de 8 em 8 meses, para então fazer a destinação final para a ETE existente, que comporta o recebimento dos efluentes gerados.

O monitoramento ambiental torna-se um importante instrumento de gestão que permite acompanhar a efetividade dos controles ambientais realizados no empreendimento, visando à manutenção da qualidade das águas superficiais, de acordo com o seu enquadramento e o uso preponderante dos cursos d'água presentes na área de interesse. Essa ferramenta auxilia na tomada de decisão de adequação/aprimoramento dos referidos controles caso seja necessário. Os pontos de monitoramento realizados são apresentados no Quadro 60 a seguir.

Quadro 60 Descrição dos pontos de monitoramento da Estação de Tratamento de Efluentes – Etapa de Implantação

Ponto	Descrição	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23K)	
		X (Em)	Y (Nm)
ALP 01 - ETE Restaurante Industrial - Entrada	Recebe efluente bruto do prédio das contratadas e do restaurante da mina de Água Limpa, além de receber o efluente das fossas localizadas internamente	684.554	7.790.557
ALP 02 - ETE Restaurante Industrial – Saída	Efluente tratado direcionado ao Córrego Pêra, afluente do Rio Piracicaba	688.840	7.793.988

Maior detalhamento das medidas de controle e de monitoramento dos efluentes do ruído e vibração o apresentados no Plano de Controle Ambiental - PCA que acompanha este EIA.

Estação de Tratamento de Efluentes – ETE da Mina de Água Limpa

A ETE da Mina de Água Limpa é do tipo aeróbio, com o mesmo processo de tratamento, se diferenciando apenas no volume dos reatores. Logo na entrada desta ETE, o efluente alimentará a caixa de gordura e seguirá para a caixa de transferência passando por uma calha Parshall para medição de vazão. Da caixa de transferência ocorrerá o bombeamento por bomba submersível para dois reatores distintos.

Nos reatores acontecerão todas as etapas do tratamento de forma independente. Em cada reator, o esgoto será oxigenado por um aerador de alta rotação acoplado num flutuador especialmente desenvolvido para as suas dimensões. Após este procedimento o efluente descansará por um período pré-definido para que o lodo se sedimente leito de secagem, de onde o seu excesso será colocado em tambores para posterior descarte. Uma parte do lodo continuará no reator de maneira a reiniciar o tratamento do próximo volume de esgoto, dando continuidade ao sistema por bateladas. O efluente tratado, com qualidade de acordo com os padrões de lançamento definidos no Art.21 da Resolução CONAMA nº 430/2011, ficará na parte superior de onde será encaminhado para um geobag para retenção de qualquer resquício de lodo e em seguida para os sistemas de drenagem pluvial dos platôs dos canteiros. Haverá a dosagem de antiespumante para evitar a formação de espumas na parte superior do reator aeróbio.

Um controle da descarga do lodo em excesso, dos microrganismos e da qualidade da água tratada buscará uma eficiência mínima de 90% da estação. A Figura 62 mostra a ETE da Mina de Água Limpa.

Figura 62 Estação de Tratamento de Efluentes da Mina de Água Limpa

O processo de descarte do lodo é manual e, após a saturação do leito de secagem, o lodo seco deverá ser retirado e armazenado em tambores de descarte. Após o *start up* um período de crescimento bacteriológico de 90 a 120 dias deverá ser respeitado antes da retirada do lodo.

A caixa de gordura e sedimentos deverá ser limpa periodicamente, usualmente uma vez a cada mês, para manter a integridade do sistema. Uma vez por semana (no mínimo), o operador deverá remover toda a camada superficial de gordura acumulada e armazená-la em locais específicos para este tipo de resíduo. A remoção dos sólidos acumulados deverá ser feita através de um caminhão limpa fossa, ao menos a cada três meses.

A verificação do funcionamento das bombas submersíveis deve ser feita a cada três meses, assim como a limpeza nos sensores de nível do sistema.

8.8.5.2 Controle de Efluentes Oleosos

Os contribuintes de efluentes oleosos foram definidos para a condição crítica e em pico para operação do projeto em pauta. O óleo presente no efluente está em sua forma não emulsionada, dispensando assim a utilização de floculação, decantação e filtragem posterior em uma Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos - ETEO, sendo necessário apenas um Separador de Água e Óleo – SAO para atendimento aos padrões de lançamento.

O efluente contaminado com óleo livre chegará ao separador por gravidade através de canaletas e entrará em um primeiro compartimento, cuja finalidade é sedimentar eventuais sólidos, como areia, antes que estes cheguem às placas coalescentes, além de reduzir a energia do fluido e diminuir a necessidade de manutenção das placas coalescentes.

O efluente então chegará ao segundo compartimento sobre as placas coalescentes, por intermédio de uma calha distribuidora. Neste processo, o óleo será interceptado e as partículas separadas se juntarão nas cristas da ondulação das placas e em seguida, pela inclinação dessas placas, fluirão para cima e para a superfície do líquido, onde sua remoção será feita por intermédio de um vertedor e coletor de óleo. O vertedor regulará o nível interno do separador e o nível de saída do efluente, já sem óleo, conforme a legislação. O vertedor de óleo dará também vazão ao óleo, interligando-o com a parte externa do tanque, ponto onde deverá ser colocado um recipiente para sua coleta.

O efluente, isento de óleo e sólidos, será recirculado no processo. O óleo sobrenadante será coletado em reservatórios apropriados, de onde será retirado e acondicionado em tambores que serão armazenados temporariamente, antes de serem recolhidos por empresa especializada para refino. A borra oleosa será acondicionada em tambor para recolhimento por uma empresa homologada para coprocessamento.

9. REQUISITOS LEGAIS E OUTROS REQUISITOS APLICÁVEIS

O procedimento administrativo de licenciamento ambiental é previsto na Resolução CONAMA nº237/1997, sendo divido em três etapas de licenciamento: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Em cada uma destas etapas é realizado o acompanhamento das exigências e restrições impostas, por meio da inspeção e da verificação periódica realizada pelos órgãos ambientais.

Em Minas Gerais, as atribuições do licenciamento ambiental são exercidas, de acordo com as competências estabelecidas no Decreto Estadual nº 47.787, de 13 de dezembro de 2019, pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), por meio de suas unidades administrativas: as Superintendências Regionais de Meio Ambiente (SUPRAMs), distribuídas por nove regiões do Estado, e a Superintendência de Projetos Prioritários (SUPPRI).

O Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), por meio de suas Câmaras Técnicas (CTs), tem atribuição de deliberar sobre as licenças ambientais, de acordo com o disposto no Decreto Estadual nº46.953, de 23 de fevereiro de 2016.

A Deliberação Normativa COPAM nº 217 de 06 de dezembro de 2017 estabelece os critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

Em termos de legislação ambiental mais abrangente, ressalta-se a Lei Federal nº 9.605/1998, de crimes ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas relacionadas a condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Considerando que para a implantação e operação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, o processo de licenciamento ambiental foi orientado pela SUPRAM por meio das licenças LP+LI+LO Concomitantes - LAC1.

Este capítulo apresenta os principais aspectos da legislação aplicável e normas legais pertinentes de forma a avaliar a compatibilidade do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** com relação à utilização, proteção e conservação dos recursos ambientais, ao uso e ocupação do solo, à gestão de resíduos, às emissões atmosféricas e efluentes líquidos, considerando a legislação em vigor nos níveis Federal, Estadual e Municipal, conforme apresentado no Quadro 61.

Quadro 61 Legislação federal, estadual e municipal relacionadas direta ou indiretamente ao Projeto

Legislação Federal
Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961: dispõe sobre os Monumentos Arqueológicos e Pré-Históricos.
Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979: dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.
Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981: dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.
Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988.
Lei n° 7.805, de 18 de julho de 1989: altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula, e dá outras providências.
Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996: altera dispositivos do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.
Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o Inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999: dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000: institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.
Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000: institui a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental – TCFA junto ao IBAMA.
Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006: dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e dá outras providências.
Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009: dispõe sobre a Política Nacional sobre Mudança de Clima – PNMC e dá outras providências.
Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010: institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012: institui o Código Florestal. Regulamenta as áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal, regras de exploração florestal e prevenção dos incêndios florestais.
Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012: dispõe sobre a proteção de vegetação nativa.
Lei nº 13.295, de 14 de junho de 2016: altera a Lei n° 12.096, de 24 de novembro de 2009, a Lei n° 12.844, de 19 de julho de 2013, a Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012, e a Lei n° 10.177, de 12 de janeiro de 2001.
Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017: Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis n°s 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei n° 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei n° 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).

Legislação Federal - Decretos
Decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937:conceitua e organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.
Decreto-lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941: dispõe sobre desapropriações por utilidade pública. No artigo 5º, são considerados como de utilidade pública: o aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica.
Decreto-lei n° 227, de 28 de fevereiro de 1967: dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985 (Código de Minas), de 29 de janeiro de 1940.
Decreto nº. 97.632, de 10 de abril de 1989: dispõe sobre a regulamentação do art. 2º, inciso VIII, da Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.
Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990: regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990: dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional e dá outras providências.
Decreto n° 4.281, de 25 de junho de 2002: regulamenta a Lei n° 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências.
Decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996: dispõe sobre o reconhecimento das reservas particulares do patrimônio natural, e dá outras providências.
Decreto nº 4.340, de 22 de agosto 2002: regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza SNUC, e dá outras providências.
Decreto nº 5.746, de 5 de abril.de 2006: regulamenta o art. 21 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
Decreto nº 5.975, de 30 de novembro de 2006: regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nº 3.179, de 21 de setembro
Decreto n° 6.514, de 22 de julho de 2008: dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração dessas infrações, e dá outras providências
Decreto n° 6.640, de 7 de novembro de 2008: dá nova redação aos arts. 1°, 2°, 3°, 4° e 5° e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº. 99.556, de 1° de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.
Decreto-lei nº 6.660, de 21 de novembro de 2008: regulamenta os dispositivos da Lei 11.428/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação do Bioma Mata Atlântica.
Decreto-lei nº 6.848, de 14 de maio de 2009: altera o Decreto-lei nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.
Decreto-lei nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010: regulamenta a Lei Federal 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O decreto apenas repete grande parte do conteúdo já publicado na lei e não cria novas obrigações para o sistema de gestão da organização.
Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018: regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017.
Legislação Federal – Portarias
Portaria Ministério do Trabalho (MTE) N° 3.214, de 08 de junho de 1978: aprovam as Normas Regulamentadoras (NR) do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho.
Portaria Ministério de Estado do Interior (MINTER) nº 53, de 01 de março de 1979: dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos.
Portaria Ministério de Estado do Interior (MINTER) nº 100, de 14 de julho de 1980: dispõe sobre a emissão de fumaça por veículos movidos a óleo diesel.
Portaria SPHAN N° 7, de 1º de dezembro de 1988: regulamenta os pedidos de permissão e autorização e a comunicação prévia quando do desenvolvimento de pesquisas de campo e escavações arqueológicas no País, a fim de resguardar os objetos de valor científico e cultural.
Portaria IBAMA nº 887, de 15 de julho de 1990: dispõe sobre a realização de diagnóstico da situação do Patrimônio Espeleológico Nacional.

Legislação Federal – Portarias
Portaria DNPM Nº 237, de 18 de outubro de 2001: aprova as Normas Reguladoras de Mineração (NRM), de que trata o Art. 97 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.
Portaria Ministério da Saúde nº 5, de 12 de dezembro de 2017: consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Sáude.
Portaria nº148 de 08 de dezembro de 2012: regulamenta os procedimentos de captura, contenção, marcação e coleta de animais vertebrados previstos nos Artigos, 4º, 5º, 6º e 8º da Resolução CFBio nº 301/2012".
Portaria Conjunta MMA/IBAMA Nº 48, de 04 de março de 2013: revoga a Portaria Conjunta MMA/IBAMA nº 259/2009, que obriga o empreendedor a incluir, no Estudo de Impacto Ambiental e no respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, capítulo específico sobre as alternativas de tecnologias mais limpas para reduzir os impactos na saúde do trabalhador e no meio ambiente.
Portaria MMA nº 443 de 17 de dezembro de 2014: Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção.
Portaria MMA nº 444 de 17 de dezembro de 2014: Lista Oficial das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.
Portaria MMA nº 445 de 17 de dezembro de 2014: Lista Oficial das Espécies de Peixes e Invertebrados Aquáticos Brasileira Ameaçadas de Extinção.
Portaria MMA n° 463 de 21 de junho de 2018: áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira ou áreas prioritárias para a biodiversidade.
Portaria DNPM Nº 155, de 12 de maio de 2016. Aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados.
Portaria COLOG 147, de 21 de novembro de 2019: estabelece procedimentos administrativos para o exercício de atividades com explosivos e seus acessórios e produtos que contêm nitrato de amônio.
Legislação Federal - Resoluções
Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986: dispõe sobre a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.
Resolução CONAMA nº 06, de 24 de janeiro de 1986: aprova os modelos de publicação de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão e aprova os novos modelos para publicação.
Resolução CONAMA N° 9, de 3 de dezembro de 1987: disciplina a realização de audiências públicas.
Resolução CONAMA nº 01, de 08 de março de 1990: dispõe sobre a poluição sonora.
Resolução CONAMA Nº 9, de 6 de dezembro de 1990: determina que a realização da pesquisa mineral, quando envolver o emprego de guia de utilização, fica sujeita ao licenciamento ambiental pelo órgão competente - nos termos da Portaria DNPM 144/07.
Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: dispõe sobre o Licenciamento Ambiental.
Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril 2001: estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos e recomenda sua adoção na identificação de coletores e transportadores.
Resolução CONAMA N° 281, de 12 de julho de 2001: dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento.
Legislação Federal - Resoluções
Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002: dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente - APP.
Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.
Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento (alterada pela Resolução CONAMA nº 430/2011).
Resolução CONAMA Nº 358, de 29 de abril de 2005: dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CNRH nº 29, de 11 de dezembro de 2002: dispõe sobre o uso de recursos hídricos relacionados à atividade minerária e sujeitos à outorga.
Resolução CNRH Nº 55, de 28 de novembro de 2005: estabelece diretrizes para a elaboração do Plano de Utilização da Água na Mineração (PUA), conforme previsto na Resolução CNRH nº 29 de 11 de dezembro de 2002.

Legislação Federal - Resoluções
Resolução CONAMA Nº 369, de 28 de março de 2006: dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP).
Resolução CONAMA Nº 371, de 5 de abril de 2006: estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências.
Resolução CONAMA Nº 378, de 19 de outubro de 2006: define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1º, art. 19 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.
Resolução CONAMA Nº 392, de 25 de junho de 2007: estabelece a definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.
Resolução CONAMA nº 401 de 04 de novembro de 2008: dispõe sobre o descarte de pilhas e baterias e estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e determina, aos usuários, a devolução do produto, após o seu esgotamento energético, aos comerciantes, fabricantes, importadores ou distribuidores.
Resolução CNRH Nº 91, de 5 de novembro de 2008: dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Resolução CNRH Nº 92, de 5 de novembro de 2008: estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.
Resolução ANP 19, de 18 de junho de 2009: retificada em 31 de agosto de 2009, que estabelece requisitos para a atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado; obriga o rerrefinador a possuir autorização da ANP.
Resolução ANP 20, de 18 de junho de 2009: retificada em 31 de agosto de 2009, que estabelece requisitos para a atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado; obriga o coletor a possuir autorização da ANP.
Resolução CONFEA N° 1.025, de 30 de outubro de 2009: dispõe sobre a Anotação de Responsabilidade Técnica e o Acervo Técnico Profissional, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 417, de 23 de novembro de 2009: define os parâmetros básicos para análise e identificação da vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários nas distintas fitofisionomias de restinga na Mata Atlântica.
Resolução CONAMA Nº 420, de 28 de dezembro de 2009: dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.
Legislação Federal - Resoluções
Resolução CONAMA nº 422, 23 de março de 2010: que estabelece as diretrizes para conteúdos e procedimentos em ações, projetos, campanhas e programas de informação, comunicação e educação ambiental no âmbito da educação formal e não formal, realizadas por instituições públicas, privadas e da sociedade civil.
Resolução CONAMA nº 423 de 12 de abril de 2010: dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica.
Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010: dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação - UC, em caso de empreendimento que afete a unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento - ZA e sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos à EIA-RIMA (Alterada pela CONAMA nº 473/2015).
Resolução CONAMA Nº 429, de 28 de fevereiro de 2011: dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs).
Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011: dispõe sobre as condições e padrão de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de marco de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).
Resolução CONAMA nº 450, de 06 de março de 2012, que altera a Resolução CONAMA n.º 362, de 23 de junho de 2005: dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
Resolução Conselho Nacional de Controle Conselho Federal de Medicina Veterinária nº1000, de 11 de maio de 2012: dispõe sobre procedimento e métodos de eutanásia em animais e dá outras providencias.

Legislação Federal - Resoluções
Resolução do Conselho Federal de Biologia (CFBIO) nº 301 de 8 de dezembro de 2012: dispõe sobre os procedimentos de captura, contenção, marcação, soltura e coleta de animais vertebrados *in situ* e *ex situ*, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015, que altera a Resolução CONAMA 307, de 05 de julho de 2002: estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA Nº 481, de 03 de outubro de 2017: estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018, que estabelece padrões de qualidade do ar a serem observados pelo Estado, previstos no Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR. A resolução determina que os Padrões de Qualidade do Ar - definidos no anexo I - serão adotados em etapas definidas pelos órgãos ambientais estaduais e distrital, que também irão elaborar planos e relatórios relativos ao monitoramento da qualidade do ar.
Legislação Federal – Instruções Normativas
Instrução Normativa IBAMA nº 146, de 10 de janeiro de 2007: estabelece critérios e procedimentos para a realização de manejo de fauna silvestre em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna.
Instrução Normativa IBAMA nº 04, de 13 de abril de 2011: estabelece procedimentos para restauração e recuperação de áreas degradadas.
Instrução Normativa IBAMA nº 06, de 24 de março de 2014: regulamenta o Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais - RAPP.
Instrução Normativa IBAMA Nº 21, de 23 de dezembro de 2014: institui o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais - Sinaflor, sob responsabilidade do IBAMA, para controlar a origem da madeira, carvão e outros produtos e subprodutos florestais e integrar os respectivos dados dos diferentes entes federativos.
Legislação Federal – Instruções Normativas
Instrução Normativa IBAMA nº 09 de 25 de fevereiro de 2019: estabelecer critérios e procedimentos para solicitação, análise e concessão de anuência prévia à supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração no Bioma Mata Atlântica, nos termos do Art.19 do Decreto nº 6.660, de 2008.
Instrução Normativa IBAMA nº 20, de 04 de julho de 2019: altera a Instrução Normativa IBAMA 9/19 que estabelece critérios e procedimentos para anuência prévia à supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração na área do Bioma Mata Atlântica.
Instrução Normativa MMA nº 02, de 10 de julho de 2015: disciplina a supressão de vegetação e a captura, o transporte, o armazenamento, a guarda e manejo de espécimes da fauna, no âmbito do licenciamento ambiental, e a supressão de vegetação em caso de uso alternativo do solo, que envolvam espécies constantes das Listas Nacionais Oficiais de Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção.
Instrução Normativa MMA Nº 6, de 15 de dezembro de 2006: dispõe sobre a reposição florestal e o consumo de matéria-prima florestal, e dá outras providências.
Instrução Normativa MMA Nº 5, de 8 de setembro de 2009: dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanente e da Reserva Legal instituídas pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.
Instrução Normativa MMA Nº 1, de 9 de março de 2017: publica as listas das espécies incluídas nos anexos I, II e III da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES.
Instrução Normativa MMA Nº 2, de 30 de agosto de 2017: define a metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas.
Instrução Normativa ICMBio, Nº 3, de 1 de setembro de 2014: fixar normas para a utilização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBio, na forma das diretrizes e condições previstas nesta Instrução Normativa, e regulamentar a disponibilização, o acesso e o uso de dados e informações recebidos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade por meio do SISBio
Instrução Normativa IPHAN N° 1, de 25 de março de 2015: estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.

Normas da ABNT
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 17.505. Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis, 2013. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8.044. Projeto Geotécnico – Procedimentos, 2018. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9.897. Especifica as condições exigíveis para a elaboração de planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos de água receptadores, 1987. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9.898. Especifica as condições exigíveis para a coleta e a preservação de amostra e de efluentes líquidos domésticos e industriais e de amostra de água, sedimentos e organismo aquático dos corpos receptores interiores superficiais, 1987. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004. Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus potenciais em relação ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente, 2004. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.007. Amostragem de resíduos sólidos, 2004. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.151. Mineração - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando ao Conforto da Comunidade, 2019. Rio de Janeiro.
Normas da ABNT
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.029. Mineração - Especifica os requisitos mínimos para a elaboração e apresentação de projeto de pilha para disposição de estéril gerado por lavra de mina a céu aberto, 2017. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.030. Mineração - Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração, 1999. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9.547. Material particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume, 1997. Rio de Janeiro
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9.653. Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas, 2018. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11.682. Estabilidade de Encostas, 2009. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14.001. Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com orientações para uso, 2015. Rio de Janeiro.
ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9.001. Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos, 2015. Rio de Janeiro.
Legislação Estadual
Constituição do Estado de Minas Gerais, promulgada em 21 de setembro de 1989.
Lei nº 7.302, de 21 de julho de 1978: dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no estado de Minas Gerais (Alterada pela Lei nº 10.100/90).
Lei nº 7.772, de 08 de setembro de 1980: dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.
Lei nº 10.100, de 17 de fevereiro de 1990: dá nova redação ao artigo 2º da Lei nº 7.302, de 21 de julho de 1978, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais.
Lei nº 10.173, de 31 de maio de 1990: disciplina a comercialização, o porte e a utilização florestal de motosserras no estado de Minas Gerais.
Lei nº 10.793, de 2 de julho de 1992: dispõe sobre a proteção dos mananciais destinados ao abastecimento público em Minas Gerais.
Lei nº 11.726, de 30 de dezembro de 1994: dispõe sobre a política cultural do Estado de Minas Gerais.
Lei n° 13.199, de 29 de janeiro de 1999: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Lei n° 14.940, de 29 de dezembro de 2003: institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do Estado de Minas Gerais (TFAMG), e dá outras providências (Alterada pela Lei n.º 15.972/2006).

Legislação Estadual
Lei n° 18.024, de 9 de janeiro de 2009: altera a Lei nº 15.910, de 21 de Dezembro de 2005, que dispõe sobre o fundo de recuperação, proteção e desenvolvimento sustentável das bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (FHIDRO) e o art. 23 da Lei nº 14.309, de 19 de junho de 2002, que dispõe sobre as políticas florestais e de proteção à biodiversidade no Estado de Minas Gerais.
Lei nº 20.308, de 27 de julho de 2012: altera a Lei nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (Caryocar brasiliense), e a Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988, que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo.
Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013: institui a política florestal e a de proteção à biodiversidade no Estado de Minas Gerais. Normatiza a exploração florestal, o manejo e a reposição florestal, a proteção e a intervenção em Área de Preservação Permanente e Reserva Legal, as unidades de conservação estaduais.
Lei Estadual 21.972, de 231 de janeiro de 2016: disciplina o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), com a finalidade de conservar, preservar e recuperar os recursos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade ambiental do Estado de Minas Gerais.
Legislação Estadual - Decretos
Decreto nº 39.401, de 21.01.1998: dispõe sobre a instituição, no Estado de Minas Gerais, de Reservas Particulares do Patrimônio Natural RPPN, por destinação do proprietário.
Decreto-lei nº 45.175, de 17 de setembro de 2009: estabelece a metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental.
Decreto nº 45.181, de 25 de setembro de 2009: regulamenta a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, e dá outras providências.
Decreto nº 45.486, de 21 de outubro de 2010: altera o Decreto Estadual 44.045, de 13 de junho de 2005, que regulamenta a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do Estado de Minas Gerais (TFAMG), instituída pela Lei 14.940/2003.
Decreto Estadual nº 45.581, de 1º de abril de 2011: estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.
Decreto n° 45.629, de 06 de julho de 2011: altera o Decreto nº 45.175, de 17 de setembro de 2009, que estabelece metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental.
Decreto n° 46.953, de 23 de fevereiro de 2016. Dispõe sobre a organização do Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam, de que trata a Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016.
Decreto Estadual nº 22.073, de 29 de abril de 2016, que altera a Lei Estadual 21.972, de 21 de janeiro de 2016: disciplina o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), com a finalidade de conservar, preservar e recuperar os recursos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade ambiental do Estado de Minas Gerais; fixa a estrutura da administração pública e suas competências (SEMAD, FEAM, COPAM, IGAM, IEF, CERH); e regulamenta o procedimento de Licenciamento Ambiental.
Decreto Estadual nº 47.383, de 02 de março de 2018: estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades no Estado de Minas Gerais.
Decreto Estadual nº 47.580, de 28 de dezembro de 2018: estabelece o regulamento da taxa florestal, no Estado de Minas Gerais.
Decreto Estadual 47.633, de 12 de abril de 2019: altera o Decreto Estadual 41.578, de 08 de março de 2001, que regulamenta a Lei Estadual 13.199/99, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos.
Legislação Estadual – Deliberações Normativas
Deliberação Normativa COPAM Nº 1, de 26 de maio de 1981: fixa os padrões de qualidade do ar.
Deliberação Normativa COPAM nº 07, de 29 de setembro de 1981: fixa as normas para disposição de resíduos sólidos e proíbe a utilização do solo como destino final de resíduos.
Deliberação Normativa COPAM Nº 9, de 19 de abril de 1994: dispõe sobre o enquadramento da Bacia do Rio Piracicaba.
Deliberação Normativa COPAM nº 55, de 13 de junho de 2002: estabelece normas, diretrizes e critérios para nortear a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, com base no documento: "Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação".

Legislação Estadual – Deliberações Normativas
Deliberação Normativa CERH nº 06, de 06 de outubro de 2002: estabelece as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM Nº 62, de 17 de dezembro de 2002: dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais
Deliberação Normativa COPAM N° 94, de 12 de abril de 2006: estabelece diretrizes e procedimentos para aplicação da compensação ambiental de empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental, de que trata a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.
Legislação Estadual – Deliberações Normativas
Deliberação Normativa CERH nº 26, de 18 de dezembro de 2008: dispõe sobre os procedimentos gerais de natureza técnica e administrativa a serem observadas no exame de pedidos de outorga para lançamento de efluentes em corpos de água superficial no estado de Minas Gerais (Alterada pela CERH nº 47/2014).
Deliberação Normativa COPAM nº 129, de 27 de novembro de 2008: dispõe sobre o Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE como instrumento de apoio ao planejamento e à gestão das ações governamentais para a proteção do meio ambiente do Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01, de 5 de maio de 2008: estabelece normas e padrões para qualidade das águas e lançamento de efluentes nas coleções de águas e dá outras providências.
Deliberação Normativa COPAM Nº 116, de 27 de junho de 2008: dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas por substâncias químicas no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM Nº 124, de 9 de outubro de 2008: complementa a Deliberação Normativa COPAM nº 87, de 6 de setembro de 2005, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM Nº 145, de 18 de dezembro de 2009: dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação e classificação de áreas mineradas abandonadas no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM Nº 147, de 30 de abril de 2010: aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM nº 214 de 26 de abril de 2017: estabelece as diretrizes para a elaboração e a execução dos Programas de Educação Ambiental no âmbito dos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM nº 215, de 24 de maio de 2017 que altera a Deliberação Normativa COPAM 17, de 17 de dezembro de 1996: dispõe sobre o prazo de validade das Licenças Ambientais e sua Revalidação no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM Nº 216, de 27 de outubro de 2017, dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais.
Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017: estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, e os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM nº 220, de 21 de março de 2018: estabelece diretrizes e procedimentos para a paralisação temporária da atividade minerária e o fechamento de mina, no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM nº 223, de 23 de maio de 2018: regulamenta parcialmente a Lei Estadual 13.796, de 20 de dezembro de 2000: disciplina a geração, transporte, armazenamento e destinação final de resíduos perigosos, no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM nº 225, de 25 de julho de 2018, publicada 1º de agosto de 2018: disciplina a convocação e a realização de audiências públicas no âmbito dos processos de licenciamento ambiental do Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa COPAM Nº 228, de 28 de novembro de 2018: estabelece diretrizes específicas para licenciamento das atividades de disposição de estéril ou de rejeito inerte e não inerte da mineração (classe II-A e II-B, segundo a NBR 10.004) em cava de mina, em caráter temporário ou definitivo, sem necessidade de construção de barramento para contenção; reaproveitamento de bens minerais metálicos dispostos em pilha de estéril ou rejeito; e reaproveitamento de bens minerais dispostos em barragem, previstas na Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 6 de dezembro de 2017.

Legislação Estadual – Deliberações Normativas
Deliberação Normativa COPAM nº 232, de 27 de fevereiro de 2019: institui e disciplina o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos – Sistema MTR-MG –, para o controle do fluxo de resíduos sólidos e de rejeitos no Estado de Minas Gerais, desde a geração até a destinação final. Regulamenta o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), o Certificado de Destinação Final (CDF) e a Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR).
Deliberação Normativa COPAM N° 236, de 2 de dezembro de 2019: regulamenta o disposto na alínea "m" do inciso III do art. 3º da Lei nº 20.922/13, para estabelecer demais atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental para fins de intervenção em área de preservação permanente, no Estado de Minas Gerais.
Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 09/1994: regulamenta o enquadramento dos cursos d´água da bacia do rio Piracicaba.
Legislação Estadual - Portarias
Portaria IEF nº 140, de 13 de novembro de2003: dispõe sobre interferência em Áreas de Preservação Permanente estabelece em seu Art. 2º que "a autorização para interferência em áreas consideradas de preservação permanente está condicionada à abertura de processo próprio, aprovação de medidas mitigadoras e de medidas compensatórias, além do Projeto Técnico de Reconstituição da Flora - PTRF."
Portaria CBM nº 5, de 25 de outubro de 2005: aprova as Instruções Técnicas enumeradas de 01 a 36, disponíveis no endereço http://www.bombeiros.mg.gov.br/dat/instrucoestecnicas.htm, que complementam o Decreto 44.746/08, que institui o Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico em Edificações e Áreas de Risco.
Portaria IEF nº 65, de 11 de maio de 2009: institui a Guia de Controle Ambiental Eletrônica - GCA, licença obrigatória para o controle do transporte, armazenamento e consumo dos produtos e subprodutos florestais de origem nativa ou plantada no Estado de Minas Gerais, contendo as informações sobre sua procedência.
Portaria IEF Nº 55, de 23 de abril de 2012: estabelece procedimentos para a formalização de processos de compensação ambiental, a que se refere o Art. 7°, § 1° do Decreto Estadual n° 45.175/2009.
Portaria IEF N° 27, de 07 de abril de 2017: estabelece procedimentos para o cumprimento da medida compensatória a que se refere o§ 2º do Art. 75 da Lei Estadual n°. 20.922/2013 e dá outras providências.
Portaria IGAM N° 50, de 19 de julho de 2010: aprova a Nota Técnica GCFIS 03/2010: estabelece instruções para a caracterização das intervenções em recursos hídricos do Estado de Minas Gerais para fins de fiscalização.
Portaria IGAM N° 48, de 1º de julho de 2019: estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
Legislação Estadual - Resoluções
Resolução SEF N° 3.706, de 18 de outubro de 2005: dispõe sobre a forma e o prazo de pagamento da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do Estado de Minas Gerais (TFAMG).
Resolução SEMAD nº 1.140, de 01 de junho de 2010: estabelece normas para a integração dos processos de autorização ambiental de funcionamento, licenciamento ambiental, de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de autorização para exploração florestal - APEF no Estado de Minas Gerais.
Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.661, de 27 de julho de2012: dispõe sobre o cadastro e o registro obrigatório de pessoas físicas e jurídicas. São obrigadas ao cadastro, ao registro, e à sua renovação anual junto ao Instituto Estadual de Florestas – IEF, as pessoas físicas e jurídicas, os prestadores de serviço que envolva o uso de tratores de esteira e similares.
Resolução Conjunta SEMAD / FEAM / IEF / IGAM nº 2.684, de 03 de setembro de 2018, que estabelece os requisitos para encaminhamento de dados geoespaciais solicitados no âmbito dos procedimentos de regularização e fiscalização ambiental da SEMAD, da FEAM, do IEF e do IGAM, quando houver necessidade de sua disponibilização na IDE-SISEMA, no Estado de Minas Gerais.
Resolução Conjunta SEMAD / IEF nº 2.691, de 14 de setembro de 2018: altera a Resolução Conjunta SEMAD / IEF 2.248, de 30 de dezembro de 2014, que institui a Guia de Controle Ambiental Eletrônica (GCA-E), documento obrigatório para o controle do transporte, armazenamento, consumo e uso de produtos e subprodutos florestais, no Estado de Minas Gerais.

Legislação Estadual - Resoluções
Resolução Conjunta Estadual SEMAD/IEFN 2.749, de 15 de janeiro de 2019, que estabelece os procedimentos relativos às autorizações para manejo de fauna silvestre terrestre e aquática na área de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna, sujeitas ou não ao licenciamento ambiental, no Estado de Minas Gerais.
Resolução Conjunta SEMAD/IEF Nº 2.937, de 13 de fevereiro de 2020: revoga a Resolução Conjunta SEMAD/IEF 1.906/13, que estabelece os procedimentos e normas para regulamentação de colheita e comercialização de floresta plantada com essência exótica e a Resolução Conjunta SEMAD/IEF 1.933/13, que define os parâmetros de rendimentos volumétricos de tocos e raízes, os respectivos padrões de nomenclatura e os coeficientes de conversão de material lenhoso em carvão vegetal, no Estado de Minas de Gerais.
Legislação Municipal – Rio Piracicaba
Lei Orgânica do Município de Rio Piracicaba, de 10 de maio de 1990.
Lei n° 2.037, de 18 de setembro de 2006: dispõe sobre a política de desenvolvimento e de expansão urbana no município de Rio Piracicaba, institui o Plano Diretor e dá outras providências.
Lei nº 2.259, de 22 de setembro de 2014: cria a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura, alterando a lei complementar nº 2.141/2010
Legislação Municipal – Santa Bárbara
Lei Orgânica do Município de Santa Bárbara, de 07 de outubro de 2019.
Lei Complementar n° 1.436, de 27 de julho de 2007: institui o Plano Diretor do Município de Santa Bárbara, em conformidade com a Constituição Federal, com o Estatuto da Cidade e com a Lei Orgânica Municipal, e dá outras providências.

10. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

10.1 Introdução

A Área de Estudo é definida como a região onde serão realizados os estudos de diagnóstico ambiental que subsidiarão a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) com a inserção do empreendimento. Nas áreas de estudo são coletados dados primários ou secundários para caracterização da situação atual dos diferentes fatores e agentes ambientais em cada meio (SANCHEZ, 2013).

Atualmente, no Brasil, não existe uma padronização, seja na legislação seja em estudos técnico-científicos (SANTOS, 2004; SANCHEZ, 2013), para a definição de Áreas de Estudo ou mesmo de Áreas de Influência de empreendimentos, com exceção da Resolução CONAMA nº 001/1986, que estabelece a bacia hidrográfica como a unidade de análise para definição de Área de Influência.

Santos (2004) afirma que "*para definir a área de estudo, deve-se partir de considerações sobre a complexidade local, a abrangência e o núcleo dos principais problemas regionais, as escalas necessárias para avaliar as questões ambientais e o tamanho das unidades territoriais envolvidas. Porém, independentemente desses fatores de influência sobre o meio, é comum que a equipe planejadora defina a bacia hidrográfica – um espaço desenhado pela natureza – como unidade de trabalho*". Os tipos de áreas de estudo mais comumente usados em estudos ambientais são: bacia hidrográfica, limite territorial/administrativo, raio de ação, corredor e unidade homogênea (SANTOS, 2004; LELI *et al.*, 2012).

Neste contexto, são apresentadas a seguir as premissas e a delimitação das áreas de estudo estabelecidas para o projeto em tela. Ao final da avaliação de impactos ambientais, em função da identificação do alcance espacial dos impactos prognosticados para as diversas fases do empreendimento, serão definidas/delimitadas as Áreas de Influência do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa**.

10.1 Premissas

Um estudo de impactos ambientais realista e coerente precisa seguir diversas etapas no sentido de se aprofundar o conhecimento tanto do empreendimento quanto do território onde ele está inserido. Para se chegar até a etapa de análise e avaliação dos impactos ambientais, é imprescindível que antes se compreenda bem a dinâmica de implantação e operação das atividades do empreendimento e que se responda as seguintes questões:

- ***Quais as características do território onde se insere o empreendimento?*** Para tanto, é necessária a definição das áreas de estudo. Tais áreas têm um objetivo exploratório e visam contextualizar os atributos da área que será afetada pelo empreendimento em relação às características do entorno (Área de Estudo Local - AEL) e da região onde ele se insere (Área de Estudo Regional - AER). O recorte espacial e a extensão das áreas de estudo independem do porte do projeto em foco, podendo estar relacionado às características topográficas e/ou hidrográficas; à configuração e distribuição de ecossistemas; bem como à presença de núcleos populacionais.
- ***Quais os aspectos do empreendimento que poderão interagir com este território?*** A partir do conhecimento adquirido sobre o território, na etapa anterior, são analisados os aspectos ambientais envolvidos nas diversas etapas do empreendimento. Nesta etapa, o foco do estudo é o empreendimento sobre o território; torna-se então possível realizar a análise de impactos e a definição/delimitação das Áreas de Influência. Nessa fase será identificada a abrangência espacial dos impactos prognosticados no contexto das áreas estudadas nos níveis local e regional. A adoção de áreas de estudo mais extensas que as áreas efetivamente impactadas é necessária e esperada, já que sua função é possibilitar uma compreensão mais ampla da paisagem e posteriormente focar nas alterações que ali serão estabelecidas.

Os critérios adotados para definição das áreas de estudo do Projeto em pauta foram:

- Meio Físico: aspectos fisiográficos (hidrografia, solos, geologia/hidrogeologia, geomorfologia/aspectos morfodinâmicos, clima);
- Meio Biótico: prioritariamente corpos hídricos e morfologia do terreno, de forma a abranger o mosaico de ecossistemas naturais e antrópicos contidos na sub-bacia hidrográfica sob intervenção e Unidades de Conservação, total ou parcialmente inseridas nessa bacia;
- Meio Socioeconômico e Cultural: limites político-administrativo, núcleos urbanos e arranjo viário da região.

O enfoque e a escala de trabalho atribuídos à Área de Estudo Regional (AER) e à Área de Estudo Local (AEL) do Projeto em estudo são sintetizados no Quadro 62 a seguir.

Quadro 62 Parâmetros Definidores das Áreas de Estudo Regional e Local do Projeto

Área de Estudo	Enfoque/Objetivo	Escala de Trabalho
Área de Estudo Regional - AER	• Compreender o contexto regional onde está inserido o Projeto, do ponto de vista fisiográfico, biogeográfico e socioeconômico (municípios e comunidades envolvidos); • Obter dados secundários a partir de estudos já realizados neste contexto; • Analisar unidades de paisagem regionais, conectividade de ecossistemas, contínuos fluviais e potencial de migração populacional.	Para a definição da AER, a escala de trabalho é variável em função das características regionais, como por exemplo: • Compartimento geológico-geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero (QF); • Conjunto de elevações ou compartimentos de relevo (especialmente as porções mais elevadas) que delimitam espacialmente micro-bacias, sub-bacias ou bacias hidrográficas; • Uniformidade de características físicas e de uso do solo e cobertura vegetal; • Presença de Unidades de Conservação e de áreas alvo de estudos com potencial de utilização como dados secundários para o diagnóstico e como futura referência comparativa para estudos de monitoramento; • Limites político-administrativos e malha viária.
Área de Estudo Local - AEL	• Compreender o entorno da área onde será implantado o empreendimento (vizinhança); • Obter dados primários para diagnóstico a partir de levantamentos em campo, podendo, a critério técnico, ser utilizados dados secundários; • Compreender relações entre as características da área do Projeto e de seu entorno, que permitam o conhecimento das condições vigentes, desenhando o cenário atual do local em que o projeto está inserido.	A delimitação da AEL é variável em função das características locais, como por exemplo: • Morfologia do terreno (rupturas do relevo, cumeeiras, talvegues e divisores de cursos d'água) no entorno do projeto; • Contínuos fitofisionômicos no entorno da área do Projeto; • Sub-bacias hidrográficas no entorno da área do Projeto; • Núcleos populacionais próximos da área do Projeto e vias de ligação a estes núcleos.
Área do Projeto	• Reconhecer a área efetiva de implantação do Projeto	• Consiste na área onde serão implantadas as estruturas do projeto.

Os recortes espaciais adotados para as Áreas de Estudo Regional (AER) e Local (AEL) são conservadores, focados num contexto abrangente do conjunto de atributos dos meios físico, biótico e socioeconômico-cultural. Após a consolidação dos diagnósticos e da abordagem dos prognósticos com e sem o empreendimento e da avaliação de impactos ambientais, serão então estabelecidas as Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) do empreendimento.

Cabe ressaltar que a extensão das áreas de estudo deverá ser tal que abarque em seus limites a abrangência espacial dos impactos ambientais prognosticados para os meios físico, biótico e socioeconômico-cultural. Isto corrobora a importância da adoção de uma Área de Estudo mais extensa, que assegure que dentro de seus limites incidirão os impactos ambientais positivos e negativos do empreendimento.

10.2 Áreas de Estudo do Projeto

Seguindo os critérios apresentados nos itens anteriores, para o **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa**, as áreas de estudo foram delimitadas conforme Quadro 63 a seguir, e apresentado nas figuras seguintes (Figura 63 a Figura 67).

Quadro 63 Atributos de definição das Áreas de Estudo Regional e Local - Meios Físico, Biótico e Socioeconômico

Meio	Atributos de definição da Área de Estudo Regional – AER	Atributos de definição dos Limites da Área de Estudo Local – AEL
Meio Físico	- Em relação aos recursos hídricos abrange uma grande parte da bacia do rio Piracicaba, de suas cabeceiras até a confluência dos rios Piracicaba e Santa Bárbara. - Em relação aos atributos físicos abrange a porção do extremo nordeste do compartimento geológico-geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero. Os limites físicos estabelecidos para a AER do meio físico foram: - Leste-sudeste: divisor de águas das sub-bacias dos ribeirões do Turvo e Gomes de Melo, afluentes da margem direita do rio Piracicaba, de suas cabeceiras até confluência com este rio; - Sul: divisor de águas das bacias dos rios Piracicaba e Gualaxo do Norte; - Sudoeste: divisor de águas da bacia do rio Piracicaba com as sub-bacias do rio Conceição e do ribeirão Caraça, abarcando os terrenos mais elevados da bacia do Piracicaba, em suas cabeceiras, nas bordas das serras do Caraça e do Gandarela; - Oeste-noroeste: divisor de águas entre as sub-bacias do rio Maquiné e do ribeirão Vermelho, afluentes da margem esquerda do rio Piracicaba com as sub-bacias do rio Conceição e ribeirão Caraça, afluentes do rio Santa Bárbara; - Norte: divisor de águas das bacias dos rios Piracicaba e Santa Bárbara, na região de confluência desses dois cursos d'água próximo das cidades de João Monlevade e Bela Vista de Minas.	Polígono que abrange o entorno imediato às áreas alvo de intervenção do Projeto em pauta (atividades relacionadas à expansão da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e ampliação do Posto), tendo como principais limites físicos: divisores de águas ou leito de cursos d'água; estruturas da Mina Água Limpa; e, comunidades/bairros no entorno do empreendimento. Os limites estabelecidos para a AEL do meio físico foram: - Nordeste-leste-sudeste: divisor de águas das sub-bacias do córrego do Diogo e Talho Aberto (sendo esta sub-bacia, a nordeste, excluída da AEL), estendendo-se até o leito do rio Piracicaba a leste. Abrange o bairro Louis Ensch que está localizado próximo à portaria da Mina Água Limpa. - Sul: divisor de águas das sub-bacias dos córregos da Pêra e Mata do Fundão (sendo que essa sub-bacia, situada a sul, está fora do limite da AEL). - Sudoeste: divisor de águas das sub-bacias dos córregos do Elefante e Água Limpa (sendo que essa sub-bacia, situada a sudoeste, está fora do limite da AEL). - Oeste: divisor de águas das sub-bacias dos córregos das Cobras e Cururu (sendo que essa sub-bacia, situada a oeste, está fora do limite da AEL). - Noroeste: divisor de águas das sub-bacias dos córregos Pé-de-Serra e Cururu (sendo que essa sub-bacia, situada a oeste, está fora do limite da AEL); - Norte: leito do córrego Pé-de-Serra e drenagens tributárias deste curso d'água pela sua margem direita, abrangendo a comunidade de Morro Agudo, ao norte.

Meio	Atributos de definição da Área de Estudo Regional – AER	Atributos de definição dos Limites da Área de Estudo Local – AEL
Meio Biótico	- Compreende parte da bacia do rio Piracicaba, de suas cabeceiras até a confluência com o rio Santa Bárbara. - Este território abarca áreas mais preservadas e contínuas de vegetação nativa e áreas mais perturbadas (e.g. rodovias e estradas municipais; áreas de reflorestamento e pastagem; mineração – Mina de Água Limpa; áreas urbanas e rurais das cidades de Rio Piracicaba, João Monlevade e Bela Vista de Minas. - Este território inclui as seguintes Unidades de Conservação ou parcelas dessas áreas: • uma pequena parcela do PARNA Serra do Gandarela e da RPPN Santuário do Caraça, no extremo sudoeste; • as RPPNs Horto Alegria e Quebra Ossos, a sudoeste. • as RPPNs Belgo Mineira e Diogo, a norte-nordeste; • a APA Municipal Carvão de Pedra, a sul; - Cabe destacar que os limites físicos da AER do Meio Biótico são os mesmos estabelecidos para o Meio Físico, já descritos acima.	Polígono que abrange o entorno imediato à área alvo de intervenção do Projeto, onde foram realizados os levantamentos de campo em ambientes representativos daqueles que poderão ter alguma interferência relacionada ao mesmo (atividades relacionadas à expansão da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e ampliação do Posto), englobando fitofisionomias locais relevantes e contínuos de fragmentos florestais imediatos a área do Projeto. Os limites físicos estabelecidos para a AEL do meio biótico foram: - Sudeste: divisor de águas das sub-bacias dos córregos do Diogo e da Pêra (sendo que essa sub-bacia, situada a sul, está fora do limite da AEL); - Sul: divisor de águas da sub-bacia do córrego Elefante com as sub-bacias dos córregos Mata do Fundão e Água Limpa (ambas posicionadas fora dos limites da AEL); e, o limite norte da área da cava Água Limpa; - Oeste: confluência de duas drenagens sem denominação, ambas tributárias da margem esquerda do córrego Cururu; - Noroeste: leito do córrego Cururu e drenagens tributárias deste córrego pela sua margem esquerda; - Norte: leito do córrego Pé-de-Serra e drenagens tributárias deste córrego pela margem direita.
Meio Socioeconômico	- Compreende o limite político-administrativo dos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara, onde estão localizadas as áreas objeto de intervenção do Projeto em estudo.	- Compreende a sede da cidade de Rio Piracicaba, com foco nos bairros Louis Ensch e Santa Isabel, e a comunidade de Morro Agudo, todos situados no entorno e próximos ao Projeto em estudo.
Área do Projeto	- Áreas destinadas ao Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Lima.	

O principal parâmetro de recorte da Área de Estudo Regional foi baseado na configuração hidrográfica da região. Cabe ressaltar que bacias e sub-bacias de drenagem são adequadas como unidades de planejamento do território pelo fato de reunirem características físicas e biogeográficas que refletem nas características dos cursos d'água, dos aspectos fisiográficos e na biota associada.

As unidades de conservação, que têm parte de suas áreas inseridas na porção sul da AER do Meio Biótico compartilham com a AEL algumas fitofisionomias. Considera-se que esta configuração espacial da AER abarca as diversas fitofisionomias da paisagem regional, corpos hídricos, aspectos fisiográficos (solos, relevo, substrato rochoso, clima); áreas de uso do solo antropizadas e áreas que podem constituir vetores de pressão antrópica.

Figura 63 Área de Estudo Regional (AER) do Meio Físico

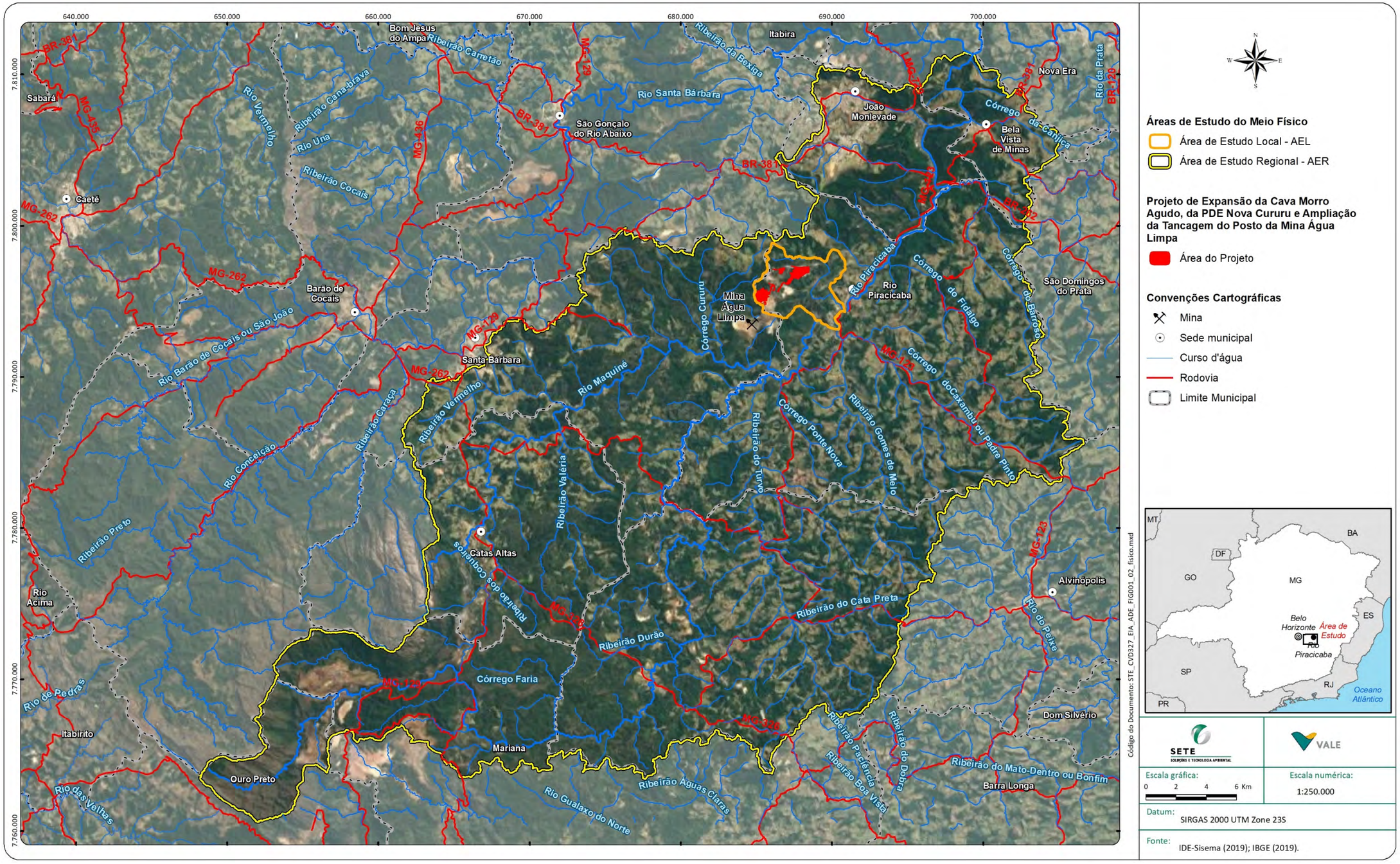


Figura 64 Área de Estudo Local (AEL) do Meio Físico

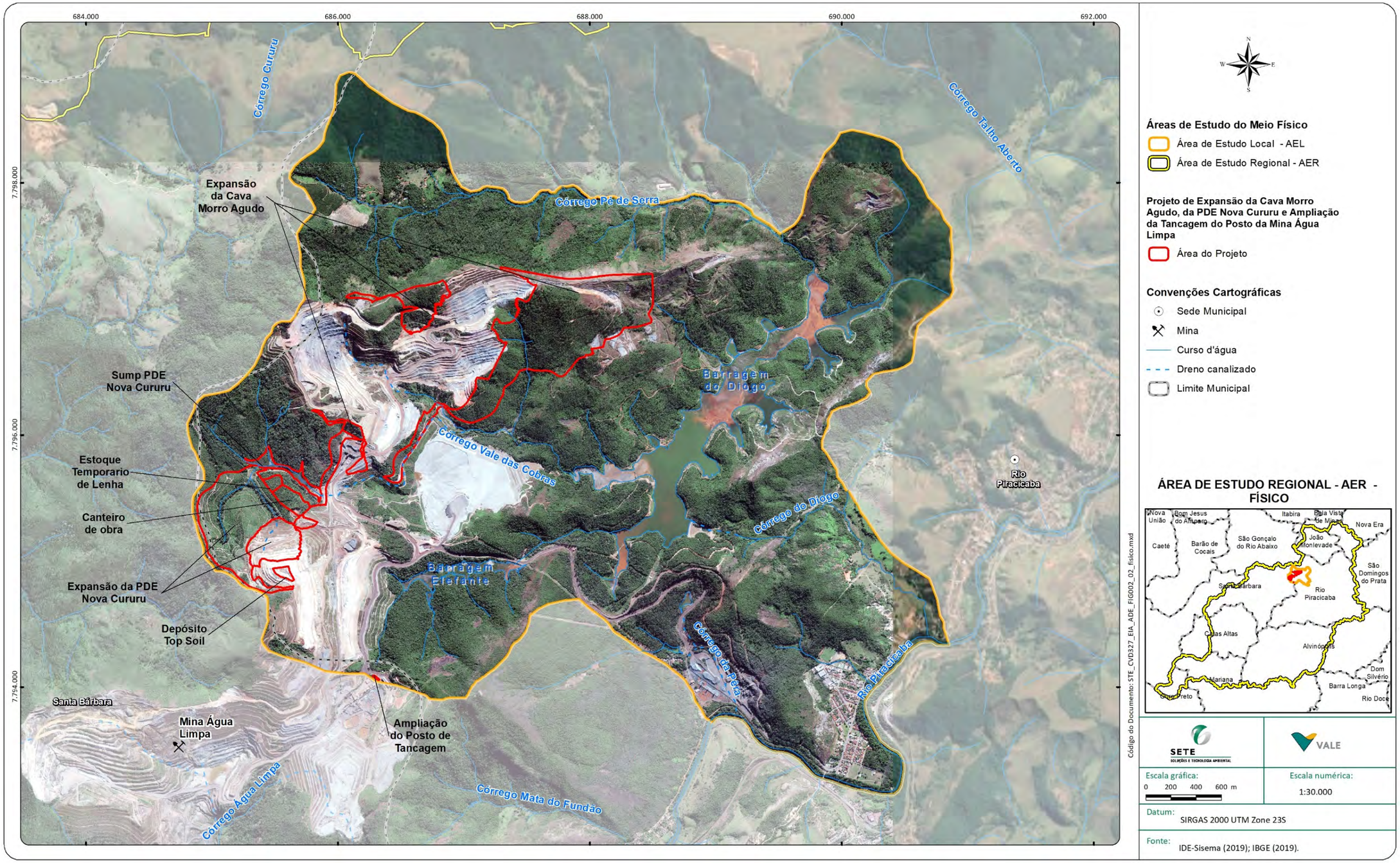


Figura 65 Área de Estudo Regional (AER) do Meio Biótico

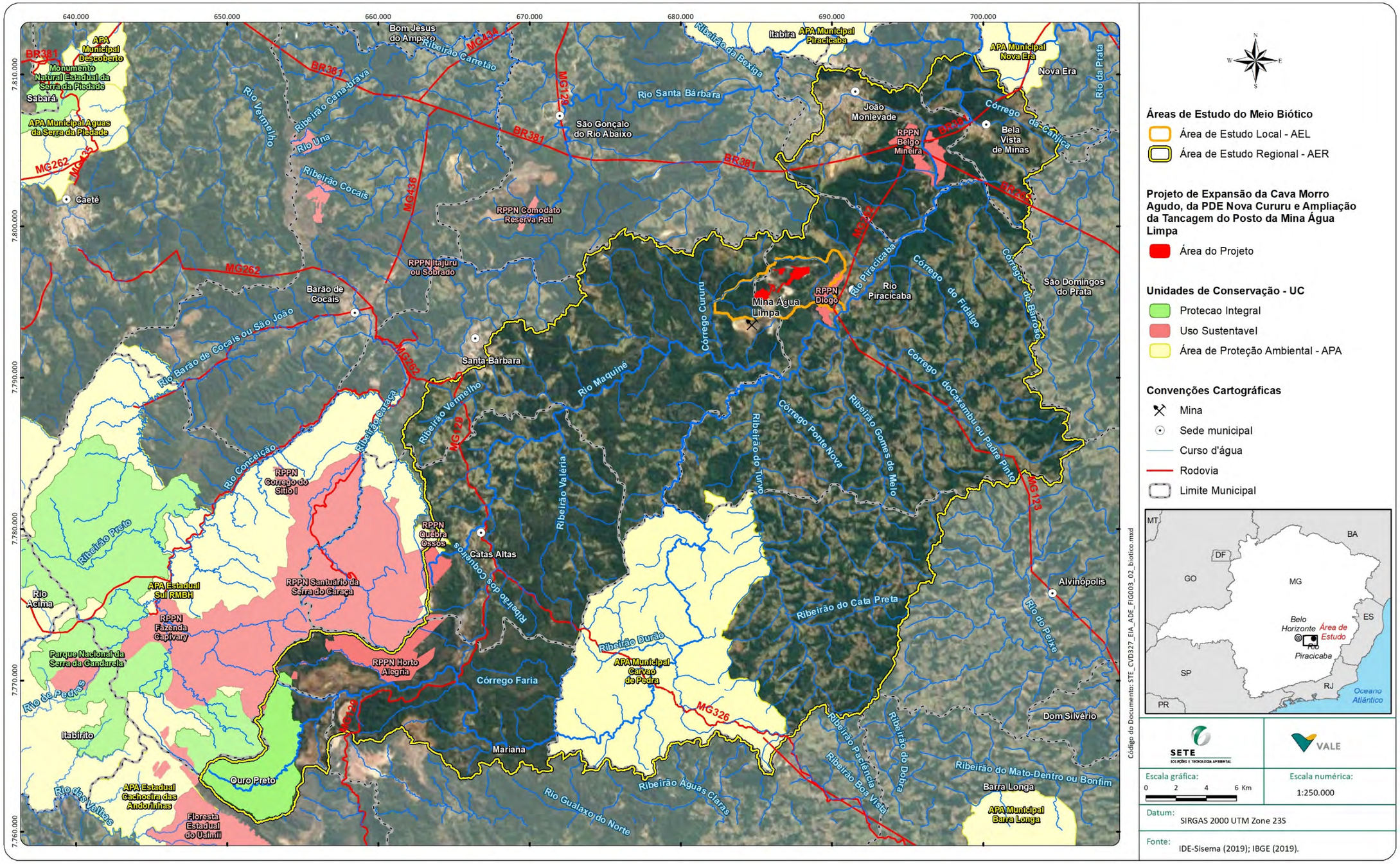


Figura 66 Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico

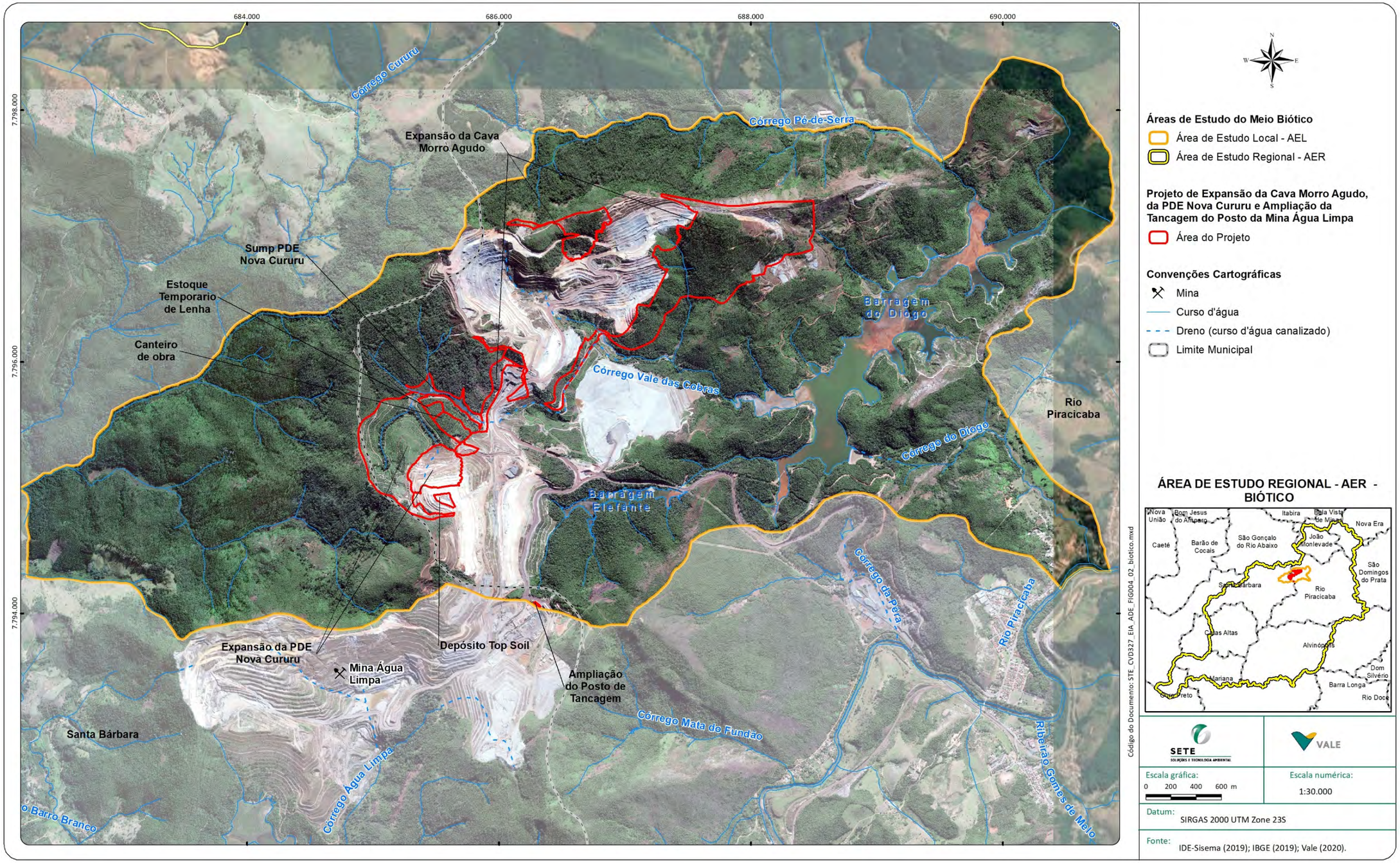
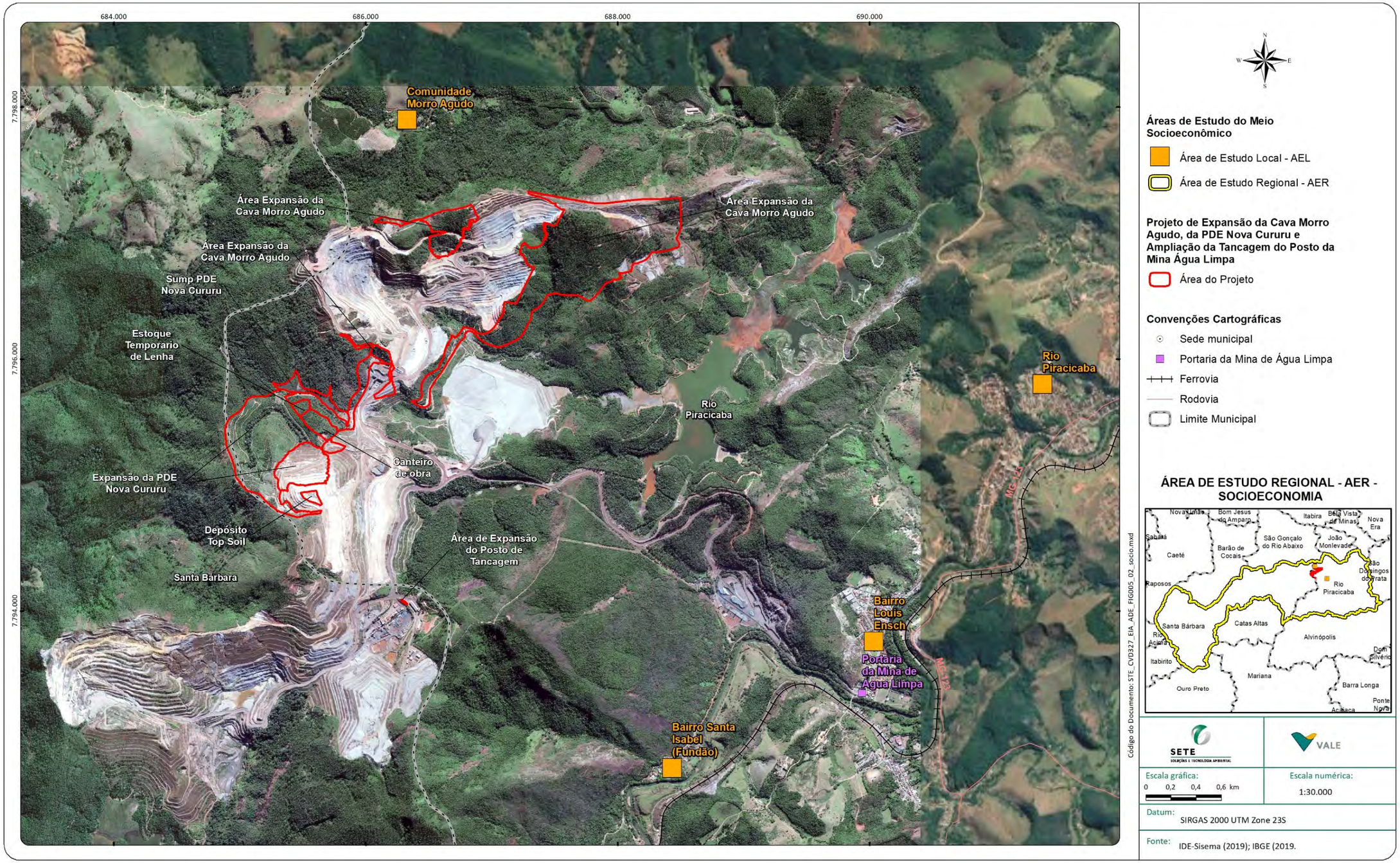


Figura 67 Áreas de Estudo Regional (AER) e Local (AEL) do Meio Socioeconômico



11. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

11.1 Contexto de Áreas Protegidas

11.1.1 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

As Áreas Prioritárias para a Conservação não devem ser confundidas com Áreas Protegidas ou com Unidades de Conservação, uma vez que visam a divulgação de áreas consideradas mais importantes para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade, não impondo restrições em relação a atividades econômicas sobre as mesmas. Tais áreas, assim definidas, buscam orientar propostas e diretrizes de planos de ação para a conservação do uso sustentável da biodiversidade, para a recuperação e para a proteção ambiental.

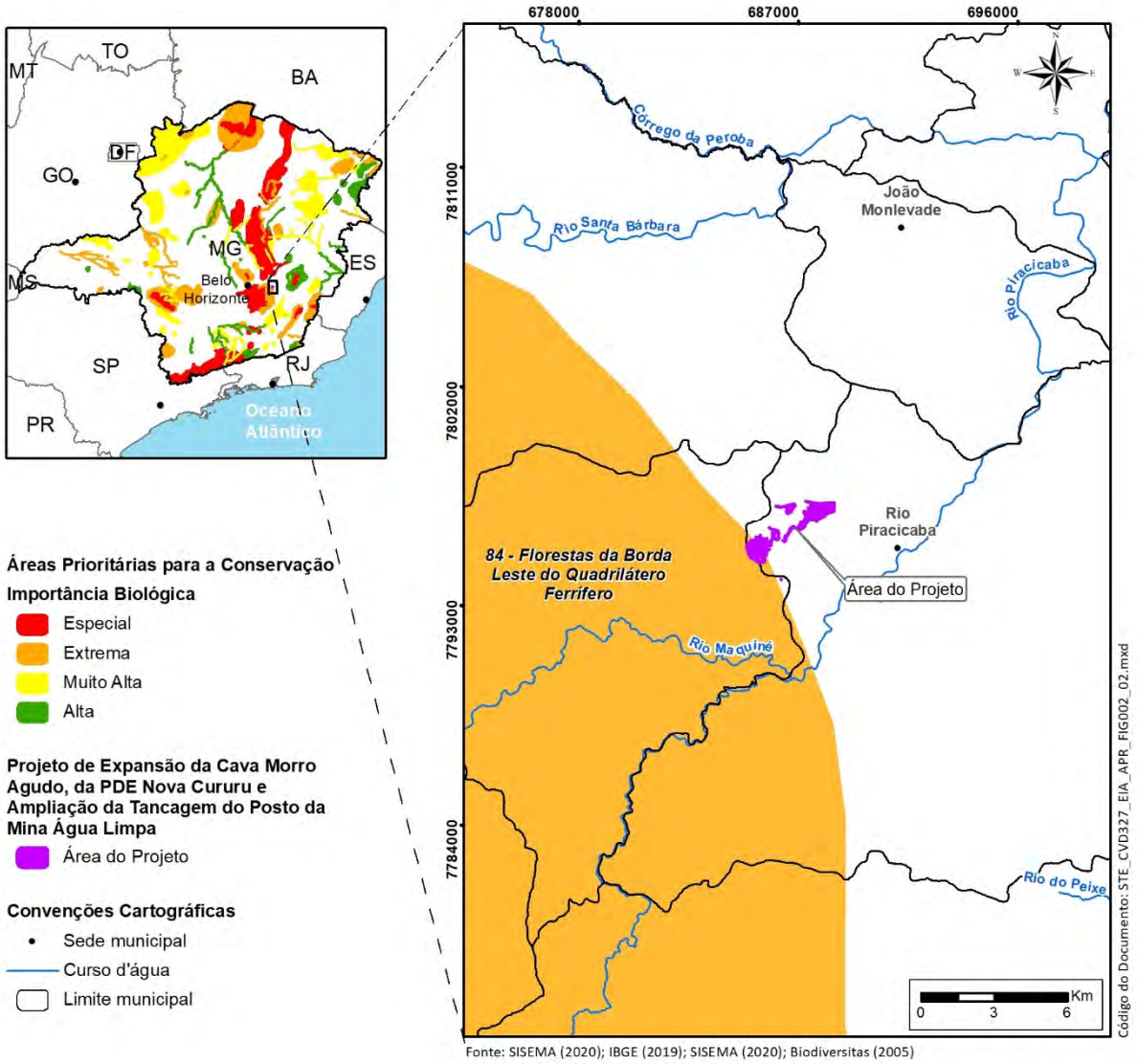
Em relação ao mapa síntese das áreas prioritárias definidas no documento 'Biodiversidade em Minas Gerais – Um atlas para sua conservação' (BIODIVERSITAS, 2005), apenas um pequeno trecho localizado no extremo oeste da área do Projeto está inserido na área '84 – Florestas da Borda Leste do Quadrilátero Ferrífero, classificada como de 'importância biológica extrema' (Figura 68). Essa área se destaca pela alta riqueza de espécies de aves raras, endêmicas e ameaçadas de extinção, e de espécies em geral, apresentando como principais pressões antrópicas a agricultura e pecuária, a expansão urbana e as queimadas. Destaca-se que para essa área há recomendações para a elaboração de um plano de manejo.

A inserção da área do Projeto em relação às áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade – fauna e flora (BIODIVERSITAS, 2005) é apresentada na Figura 69 .Verifica-se que a área do Projeto está inserida em áreas classificadas como "Extrema" prioridade para conservação de Aves e em "Especial" relevância para o grupo de Herpetofauna (réptéis e anfíbios). Para os grupos mastofauna, invertebrados, ictiofauna e flora, a área do projeto **não** se encontra inserida em áreas identificadas como prioritárias para conservação, como mostra a Figura 69 (BIODIVERSITAS, 2005).

Em relação à conservação das aves a área denominada '64 - Espinhaço Sul' é classificada como de 'Importância Biológica Extrema', apresentando como principal pressão antrópica o desmatamento. Em se tratando da conservação dos anfíbios e répteis a área '16 – Espinhaço Sul' é classificada como de 'Importância Biológica Especial' e apresenta como principais pressões a agropecuária e os barramentos. Para ambos os grupos há recomendações para realização de inventários biológicos.

Conforme apresentado na Figura 68 a área do Projeto não é classificada como Área Prioritária para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA, 2007).

Figura 68 Inserção do Projeto em relação às Áreas Prioritárias para Conservação – Mapa Síntese das Áreas Prioritárias (BIODIVERSITAS, 2005)



Fonte: SISEMA (2020); IBGE (2019); SISEMA (2020); Biodiversitas (2005)

Figura 69 Inserção do Projeto em relação às Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade – Fauna e Flora (BIODIVERSITAS, 2005)

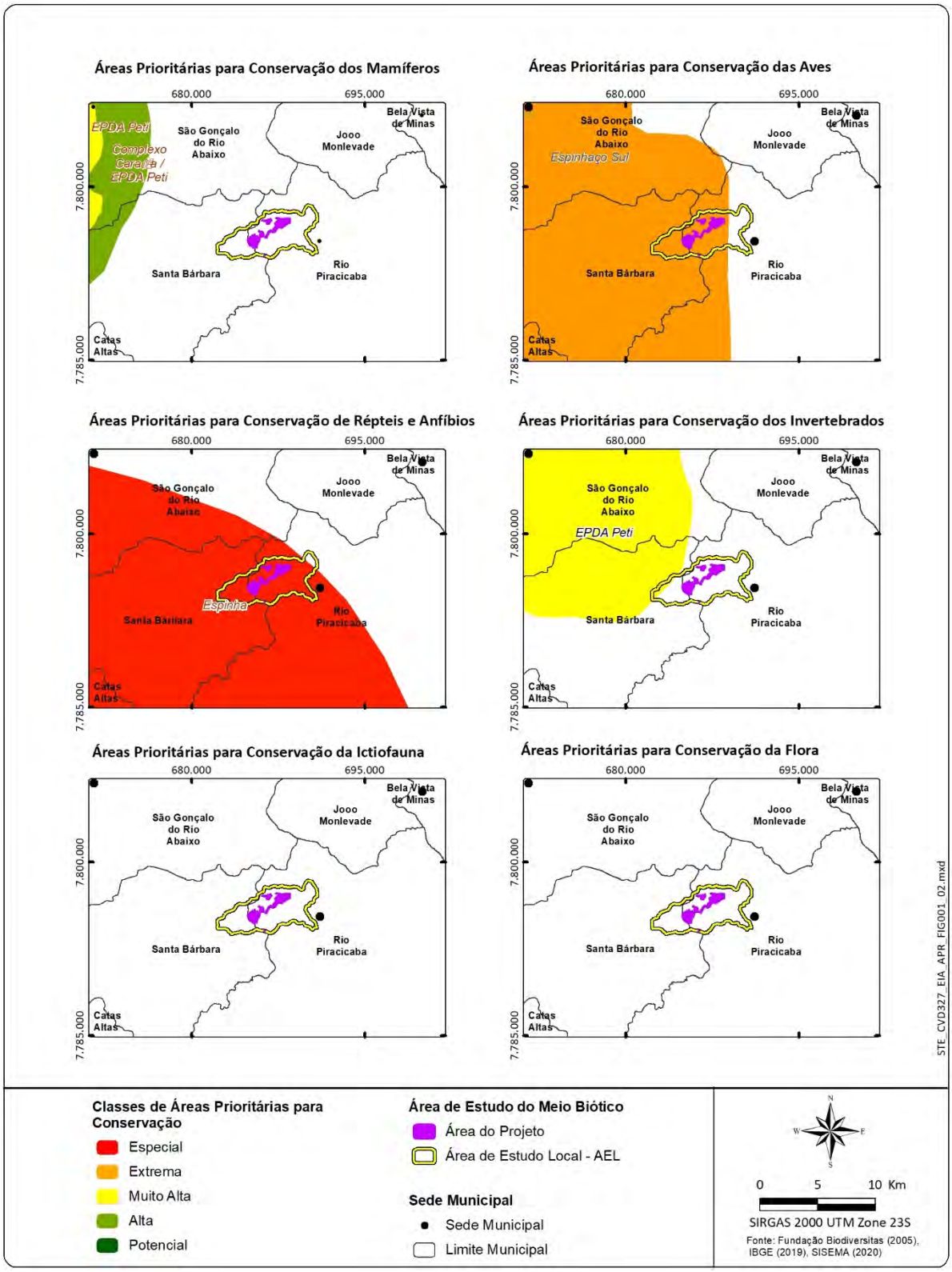
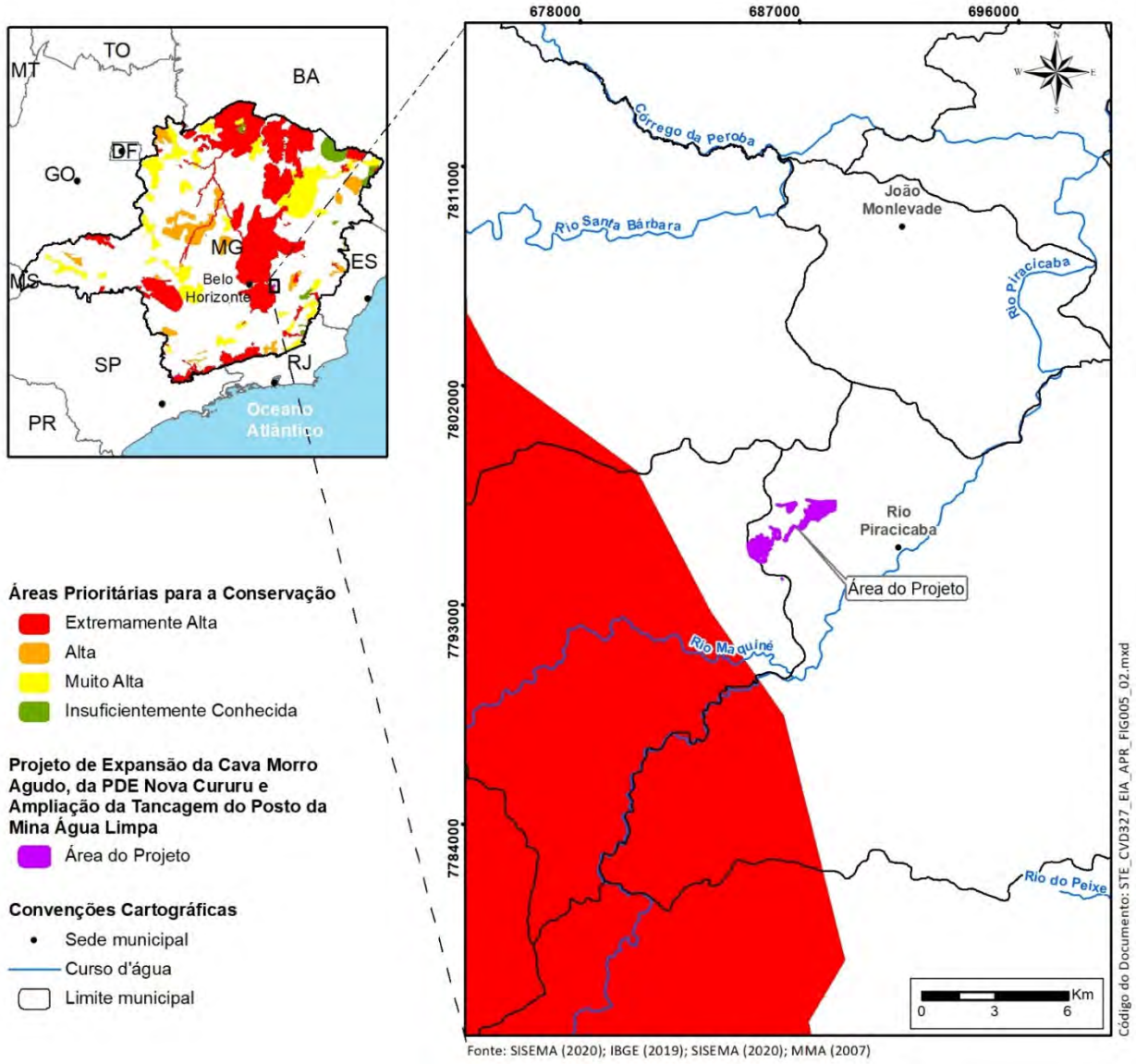


Figura 70 Inserção do Projeto em relação às Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA, 2007)



11.1.2 Reservas da Biosfera Serra do Espinhaço e Mata Atlântica

A Reserva da Biosfera é um modelo adotado internacionalmente de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais. São reconhecidas pelo programa "O Homem e a Biosfera" da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Tais áreas, que totalizam 669 em todo o mundo, devem ser locais destinados a trabalhos de pesquisa científica, experimentação e demonstração de enfoques para a conservação e o desenvolvimento sustentável em escala regional.

De acordo com o Artigo 41 do Decreto Federal nº 4.340/2002, que regulamenta artigos da Lei nº 9.985/2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, uma reserva dessa natureza objetiva, dentre outros, a preservação da biodiversidade, o desenvolvimento de pesquisa científica, o monitoramento e educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.

As Reservas da Biosfera são constituídas por três zonas:

- Uma ou mais áreas-núcleo, as quais são destinadas à proteção integral da natureza, podendo ser integradas por Unidades de Conservação já criadas;
- Uma ou mais zonas de amortecimento, onde somente são admitidas atividades que não resultem em danos para as áreas-núcleo dessas reservas;
- Uma ou mais zonas de transição, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis.

A área do Projeto está inserida na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (Figura 71) e fora dos limites da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (Figura 72). De acordo com a lei do SNUC (Lei nº 9.985/2000), que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a Reserva da Biosfera – REBIO - é um modelo adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, monitoramento ambiental, educação ambiental, desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.

Conforme mostra a Figura 71 , a seguir, em relação à Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, a porção central e a porção leste-nordeste da área do Projeto em estudo estão inseridas na Zona de Transição. Apenas um pequeno trecho, no extremo oeste-sudoeste da área do Projeto está inserido na Zona de Amortecimento da REBIO (Figura 71) .

Já por meio da Figura 72 em seguida verifica-se que a área do Projeto não está inserida em área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

É importante destacar que as Reservas da Biosfera não devem ser confundidas com áreas legalmente protegidas ou com Unidades de Conservação, uma vez que visam divulgar sobre as áreas geográficas importantes para a conservação e uso sustentável da biodiversidade e não impõem restrições em relação às atividades econômicas. Elas apenas buscam orientar propostas de criação de novas Unidades de Conservação pelo poder público, elaboração de novos projetos para a conservação, uso sustentável e recuperação da biodiversidade.

Figura 71 Localização da área do Projeto em relação à Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço

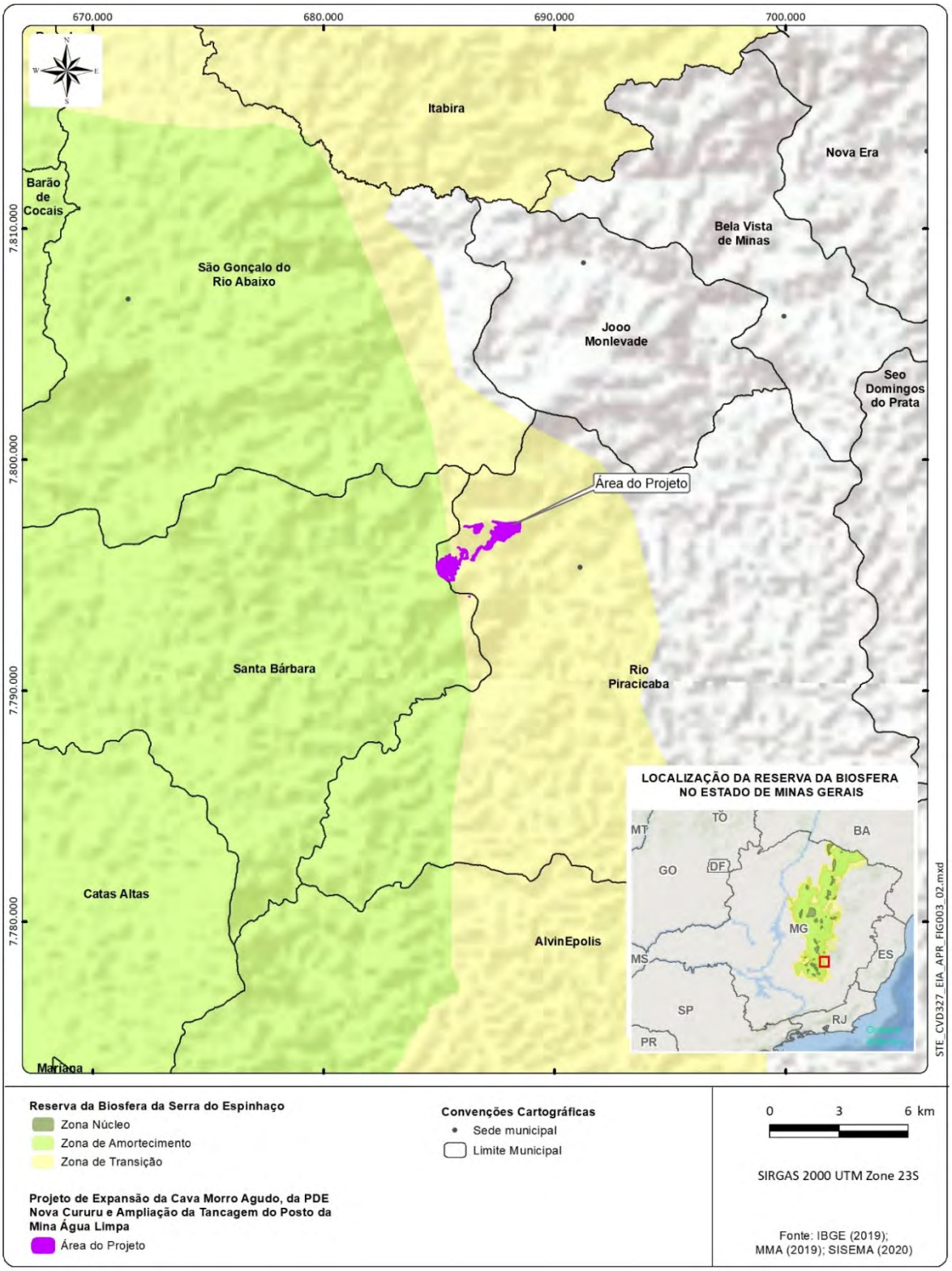
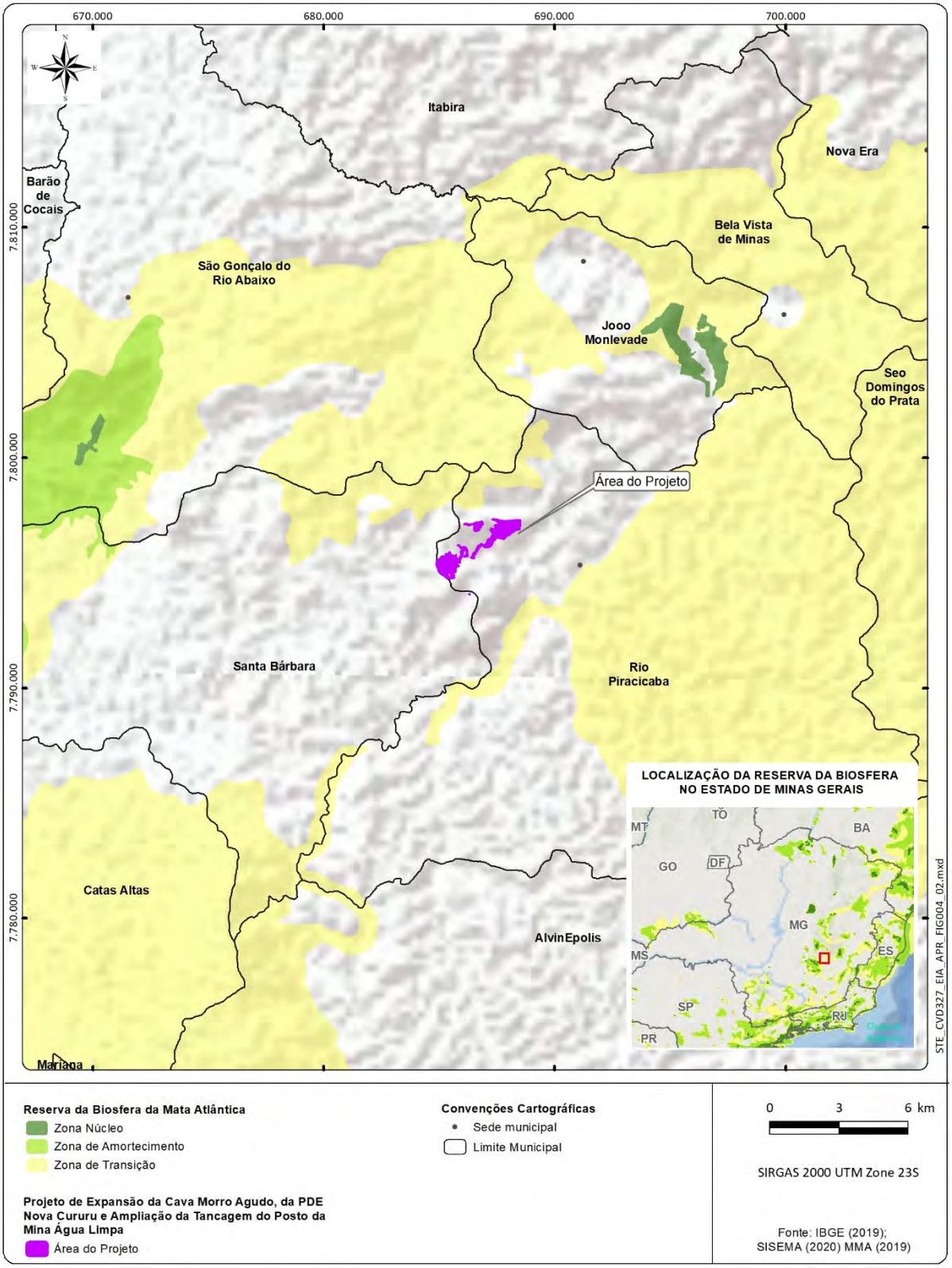


Figura 72 Localização da área do Projeto em relação à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica



11.1.3 Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação (UC) constituem áreas de especial relevância para a preservação e conservação ambiental e desempenham papel significante para a manutenção da diversidade biológica. No Brasil elas estão organizadas de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, instituído pela Lei Federal nº 9.985/2000 e pelo Decreto nº 4.340/2002.

No SNUC as UCs se organizam dentro de dois grandes grupos: Proteção Integral e Uso Sustentável, que abrigam diversas categorias com objetivos e restrições distintas. O objetivo básico das UC de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei nº 9.985/2000; o objetivo básico das UC de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

A partir da avaliação da Figura 73 verifica-se que a área do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa** não se encontra inserida nos limites de Unidades de Conservação. Considerando um raio de 3 Km a partir dos limites da área do Projeto foi identificada apenas uma Unidade de Conservação, enquadrada em categoria de Uso Sustentável conforme apresentado no Quadro 64 e na Figura 73 , seguinte. Ressalta-se que a Unidade e Conservação de proteção integral mais próxima está localizada a mais de 18 Km da área do Projeto.

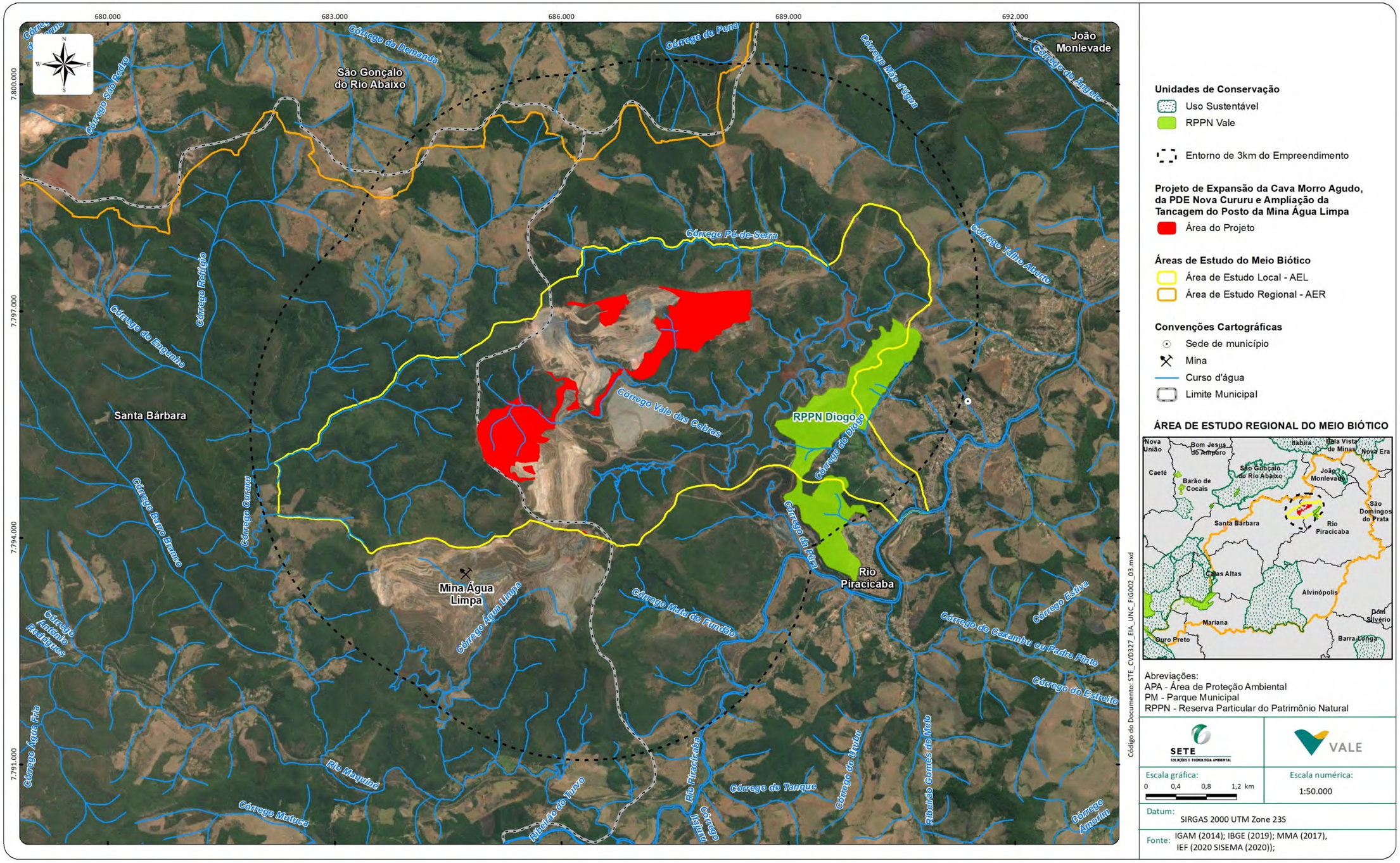
As UC´s de Uso Sustentável tem como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

A RPPN do Diogo está parcialmente inserida na Área de Estudo Local e é a UC mais próxima do Projeto, estando a uma distância de cerca de 1,2 km. A RPPN Diogo pertence à categoria de Uso Sustentável, é de propriedade da Vale S/A. e possui uma área de aproximadamente 195 hectares, tendo sido instituída pela Portaria IEF n° 1.302/2004 e retificada pela Portaria IEF n° 125/2006. Está totalmente inserida no município de Rio Piracicaba (MG), na porção sudeste da barragem do Diogo, que pertence à Mina de Água Limpa de propriedade da Vale S/A.

Quadro 64 Relação das Unidades de Conservação situadas num raio de 3 km de distância dos limites da Área do Projeto

Nome da UC	Esfera	Categoria	Ato de criação	Município	Área da UC (ha)	Distância em relação a Área do Projeto
RPPN Diogo	Particular (Vale S/A) Estadual	Uso sustentável	Portaria Estadual nº 13/2005	Rio Piracicaba	195,31	1,2 Km

Figura 73 Localização da Área do Projeto em relação às Unidades de Conservação



11.2 Planejamento Territorial

11.2.1 Inserção do Projeto no Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais

O Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais - ZEE-MG (SCOLFORO *et. al.*, 2008) foi instituído pela Deliberação Normativa do COPAM nº 129/2008 e faz parte do elenco de ações implementadas pelo Projeto Gestão Ambiental do Governo do Estado de Minas Gerais, cuja coordenação está sob a responsabilidade da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais- SEMAD.

O ZEE-MG se presta como um instrumento de apoio ao planejamento e à gestão das ações governamentais, para a proteção do meio ambiente no Estado, especialmente ao que se refere ao ordenamento territorial em observância às vocações e peculiaridades regionais, conservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos ambientais. Está focado na identificação de potencialidades e fragilidades ambientais, sociais e econômicas, de forma a subsidiar análises integradas do território, que permitam a definição de áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável de Minas Gerais e para a orientação dos investimentos do Governo e da sociedade civil segundo as peculiaridades regionais.

Ele é composto por diagnósticos geo-biofísicos (geologia, geomorfologia, pedologia, mineração, climatologia, hidrologia/hidrogeologia, cobertura vegetal, unidades de conservação e fauna) e diagnósticos do meio socioeconômico-jurídico-institucional (Potencial Produtivo do Território, Potencial Natural, Potencial Humano, Potencial Institucional), gerando respectivamente duas cartas principais, a carta de Vulnerabilidade Ambiental e a Carta de Potencialidade Social. Sobrepostas, essas cartas concebem áreas com características próprias, determinando o Zoneamento Ecológico-Econômico.

São também indicadas Áreas Prioritárias para Conservação, em função de parâmetros de Integridade Natural dos componentes Fauna e Flora. Há, ainda, a indicação das "vulnerabilidades" e "potencialidades" de todo o território, da sua qualidade ambiental, de riscos associados e disponibilidade de água superficial e subterrânea em todo o Estado.

Dessa maneira, o ZEE-MG tem como produto um mapa indicativo de áreas apropriadas para os diversos tipos de intervenção ou conservação, que visa direcionar e compatibilizar os diversos usos pretendidos pelo governo e pela sociedade civil. Isso significa dizer que o ZEE-MG se configura como um elemento condicionador/limitador do recurso terreno, sendo, portanto, fundamental que os empreendimentos, não só o leve em consideração, mas procure se compatibilizar com ele.

O Índice Ecológico-Econômico- IEE do ZEE-MG é o resultado da combinação lógico-intuitiva dos vários níveis de Potencialidade Social com os de Vulnerabilidade Natural. As possíveis combinações permitem agrupar áreas semelhantes, quanto à severidade dos problemas ambientais e dos potenciais sociais que nelas podem ser encontrados. Assim, o IEE fornece subsídios para que a proposta de zoneamento seja balizada por fatores determinantes do ambiente natural e social.

No Quadro 65 é apresentado o método de classificação das combinações dos níveis de vulnerabilidade natural e potencialidade social, onde as 25 combinações possíveis foram agrupadas em seis classes de IEE. Dessa forma, foram estabelecidas seis zonas de desenvolvimento, conforme discriminadas a seguir:

- AA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de alto potencial social;
- AB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de alto potencial social;
- BA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de médio potencial social;
- BB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de médio potencial social;
- CA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de baixo potencial social;
- CB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de baixo potencial social.

Quadro 65 Correspondência entre as Classes de IEE e as Combinações entre Vulnerabilidade Natural e Potencialidade Social

Potencialidade Social	Vulnerabilidade Natural	IEE	Zonas de Desenvolvimento
Muito favorável	Muito Baixa	AA	Zona de Desenvolvimento 1
Muito favorável	Baixa	AA	
Muito favorável	Média	AA	
Favorável	Muito Baixa	AA	
Favorável	Baixa	AA	
Muito favorável	Alta	AB	Zona de Desenvolvimento 2
Muito favorável	Muito Alta	AB	
Favorável	Média	AB	
Favorável	Alta	AB	
Favorável	Muito Alta	AB	
Pouco favorável	Muito Baixa	BA	Zona de Desenvolvimento 3
Pouco favorável	Baixa	BA	
Pouco favorável	Média	BA	
Pouco favorável	Alta	BB	Zona de Desenvolvimento 4
Pouco favorável	Muito Alta	BB	
Precária	Muito Baixa	CA	Zona de Desenvolvimento 5
Precária	Baixa	CA	
Precária	Média	CA	
Muito precária	Muito Baixa	CA	
Muito precária	Baixa	CA	

Potencialidade Social	Vulnerabilidade Natural	IEE	Zonas de Desenvolvimento
Precária	Alta	CB	Zona de Desenvolvimento 6
Precária	Muito Alta	CB	
Muito precária	Média	CB	
Muito precária	Alta	CB	
Muito precária	Muito Alta	CB	

Fonte: SCOLFORO, J.R.S. *et. al.* 2008

A ***Zona de Desenvolvimento 1*** compreende áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos socioambientais. São caracterizadas por possuírem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar o desenvolvimento sustentável local. Nessa zona, os locais são menos vulneráveis ambientalmente e os empreendedores têm melhores condições para implantar ações preventivas e mitigadoras de impactos.

A ***Zona de Desenvolvimento 2*** compreende áreas de elevado potencial social que pressupõem condições de gerenciar empreendimentos de maior porte e causadores de maiores impactos socioambientais. São caracterizadas por possuírem capacidades nos níveis estratégico, tático e operacional e de serem facilmente estimuladas para alavancar o desenvolvimento sustentável local. Nessa zona, os locais são mais vulneráveis ambientalmente e os empreendedores devem procurar estabelecer maior gama de ações preventivas e mitigadoras de impactos.

A ***Zona de Desenvolvimento 3*** compreende áreas de potencial social intermediário e baixa vulnerabilidade natural que demandam ações que incentivem o desenvolvimento, considerando que o meio ambiente tem maior poder de resiliência, aumentando a efetividade das ações mitigadoras.

Já a ***Zona de Desenvolvimento 4*** se caracteriza pela presença de áreas de baixo potencial social e baixa vulnerabilidade natural, dependentes de assistência direta e constante do governo do estado ou do governo federal em áreas básicas de desenvolvimento, levando em conta que o meio natural fornece condições propícias para este desenvolvimento.

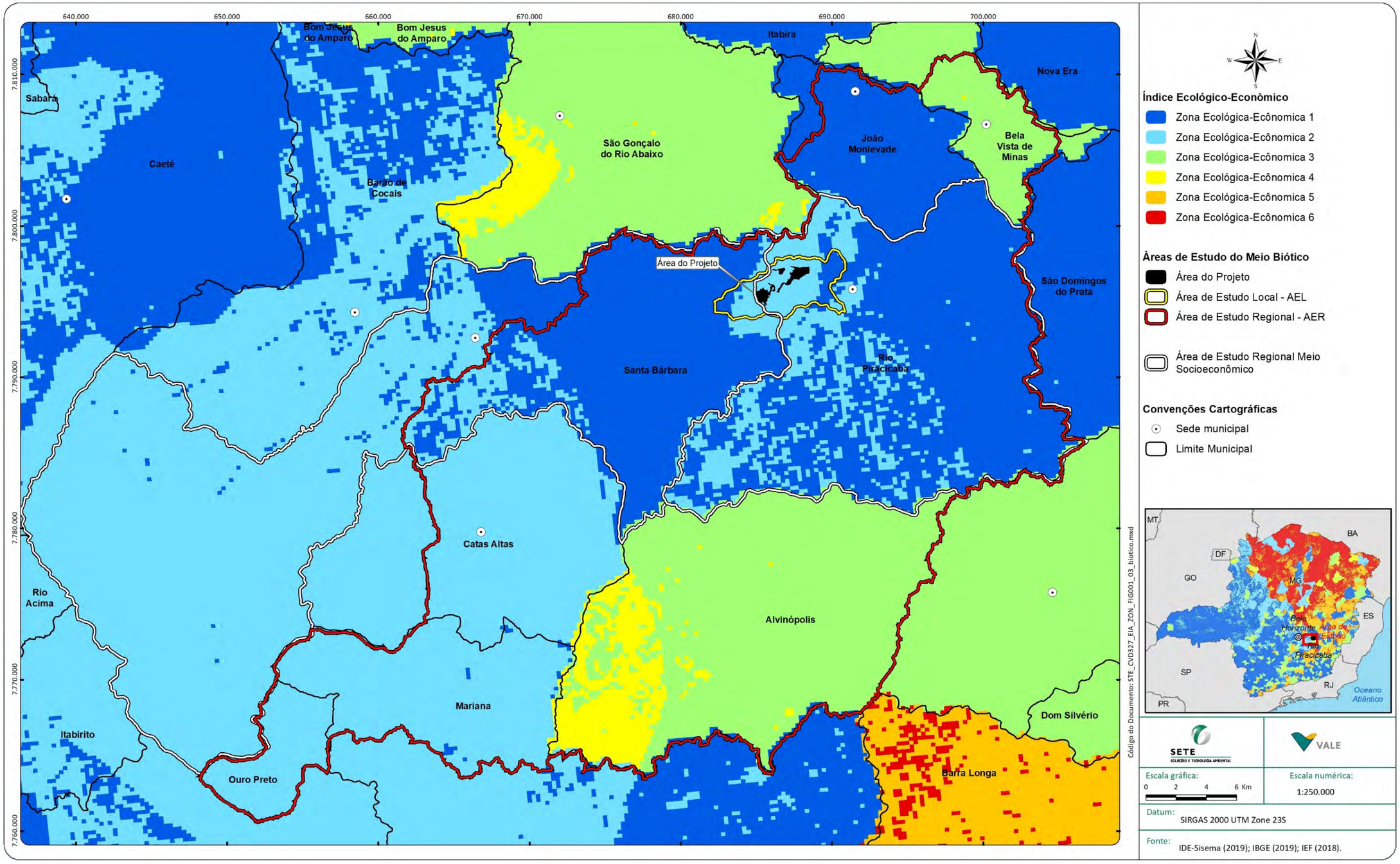
11.2.2 O Projeto em relação ao ZEE do Estado de Minas Gerais

O **Projeto Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da de Água Limpa** está inserido majoritariamente no município de Rio Piracicaba e uma pequena parcela (ampliação da tancagem do posto de abastecimento; parcela pequena da expansão da PDE Nova Cururu) no município de Santa Bárbara, estado de Minas Gerais.

Conforme apresentado na Figura 74 , o município de Rio Piracicaba tem seu território classificado nas Zonas de Desenvolvimento 1 e 2. Nas porções nordeste e sudeste predomina a Zona de Desenvolvimento 1; na porção sudoeste há uma mescla de áreas nas Zonas de Desenvolvimento 1 e 2; e na porção noroeste predomina a Zona de Desenvolvimento 2. No município de Santa Bárbara, na porção nordeste, região em que se insere o projeto em estudo, a maior parte do território está na Zona de Desenvolvimento 1 e uma parcela menor na Zona de Desenvolvimento 2.

Em relação à área do Projeto em estudo, verifica-se que encontra-se integralmente inserida na Zona de Desenvolvimento 2, como mostra a Figura 74 , portanto, em área classificada no ZEE como de elevado potencial social, na qual se pressupõe boas condições de gerenciamento de empreendimentos de maior porte e que possam acarretar maiores impactos socioambientais, destacando-se, entretanto, que tal zona apresenta uma maior vulnerabilidade ambiental devendo, assim, os empreendedores buscarem estabelecer ações mais amplas de prevenção e mitigação de impactos. Corresponde, segundo o ZEE, a uma zona com boa capacidade nos níveis estratégico, tático e operacional, e com isso, que pode ser estimulada a alavancar o desenvolvimento sustentável local.

Figura 74 Inserção do Projeto no Contexto do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais



Fonte: SCOLFORO, J.R.S. *et. al*. 2008

11.3 Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área do Projeto e na Área de Estudo Local

11.3.1 Introdução

O levantamento do uso e cobertura da terra pode ser compreendido como o conjunto de operações necessárias à elaboração de um estudo temático que pode ser sintetizado por meio da representação em mapas (IBGE, 2013). O levantamento indica a distribuição geográfica da tipologia de uso e cobertura identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve etapas em escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meio do mapeamento.

O levantamento de uso do solo e cobertura vegetal comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão nos estudos ambientais.

O uso do solo está geralmente associado às atividades conduzidas pelo homem, considerando uma extensão no sistema terrestre, com a intenção de obter produtos e benefícios por meio do uso dos recursos da terra. A cobertura pode ser definida como os elementos naturais e construções artificiais criadas pelo homem que recobrem a superfície terrestre.

Neste item será apresentado o cenário atual da região de inserção do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** com foco na Área de Estudo Local (AEL) do Meio Biótico, a partir do mapeamento dos elementos que compõe a paisagem, visando compreender a distribuição geográfica dos diversos tipos de usos e cobertura do solo. Este mapeamento é utilizado como base de informações quali-quantitativas para o desenvolvimento e considerações dos diversos temas tratados no estudo ambiental, a serem apresentados nos diagnósticos dos meios físico, biótico e socioeconômico e cultural.

O mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Área do Projeto e na AEL tem como intenção a representação e simplificação da realidade local, indicando um cenário resultante de uma dinâmica integrada dos processos que se instalaram na paisagem ao longo do tempo, integrando fatores bióticos e abióticos, que propiciam a relação dos ecossistemas naturais com atividades antrópicas que se instalaram na região ao longo da história, como a ocupação humana e as atividades econômicas.

11.3.2 Metodologia

As diferentes classes de uso do solo e cobertura vegetal, presentes na Área do Projeto e na AEL, foram delimitadas segundo critérios ecológicos, fisionômicos e estruturais das comunidades vegetais existentes. A seguir são detalhadas as etapas adotadas como procedimentos metodológicos para elaboração do mapeamento.

11.3.2.1 Levantamento e análise de dados secundários

Foram realizadas consultas aos principais trabalhos de mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal realizados na região de inserção do Projeto em estudo, como os Estudos de Impacto Ambiental elaborados para o Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2 (SETE, 2020) e para o Projeto Ampliação de Morro Agudo (TOTAL, 2018). A classificação do uso do solo e das fitofisionomias foi conduzida baseando-se na classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012; 2013).

11.3.2.2 Preparação de base cartográfica

O sistema de coordenadas planas utilizado nos trabalhos cartográficos foi o Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum Sirgas 2000, fuso 23S. A base espacial utilizada foi elaborada a partir da compatibilização das bases cartográficas do IBGE, Folha Itabira (SE-23-Z-D-IV), em escala 1:100.000. A delimitação espacial do Projeto foi fornecida pela Vale. A delimitação espacial da área do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa foi fornecida pela Vale.

O mapeamento das áreas do Projeto (AP) e de Estudo Local (AEL) foi elaborado sobre a imagem de satélite *WorldView*, do ano 2019, com 50 centímetros de resolução espacial. O método de segmentação da imagem foi realizado por vetorização manual por meio das ferramentas do software *ArcGis* 10.5. O mapeamento foi realizado em escala de 1:5000 para apresentação como mapa temático na escala de 1:30.000. Antes do levantamento de campo foi realizado um mapeamento preliminar delimitando de previamente as classes de uso e cobertura.

O processo de interpretação visual baseou-se na fotoleitura e na fotoanálise dos elementos de interpretação registrados nas imagens de satélite por meio de padrões homogêneos (cor, forma, textura, sombra, tamanho e relação de contexto) para uma posterior conferência em campo.

11.3.2.3 Verificação do mapeamento em campo

O levantamento de campo para subsidiar os estudos ambientais e verificação das categorias do mapeamento de uso e cobertura foi realizado no período de 18 a 21 de agosto de 2020, por uma equipe composta por bióloga especialista em geoprocessamento, um biólogo botânico e um auxiliar de campo.

Foi realizado o sobrevoo de drone em áreas de acessos mais restritivos, possibilitando melhor compreensão das fisionomias de cobertura vegetal que ocorrem na Área do Projeto (AP) e na Área de Estudo Local (AEL). A verificação em campo possibilitou o registro fotográfico da área e agregou informações para a compreensão da distribuição espacial das distintas categorias de uso e cobertura na região e para entendimento da variabilidade ambiental, definida de acordo com a diversidade de ambientes naturais e antrópicos ocorrentes na paisagem.

Durante levantamentos de campo posteriores, realizados para a caracterização da vegetação e da flora da Área do Projeto e da AEL, realizados por botânicos e engenheiros florestais ao longo dos meses se setembro, outubro e novembro de 2020, foram realizadas observações sobre as fitofisionomias nativas e seu estado de conservação, a partir de critérios de densidade, estratificação e presença de espécies indicadoras; além dos tipos de usos antrópicos do solo. A Área do Projeto foi totalmente percorrida, assim como os principais fragmentos de vegetação nativa presentes na Área de Estudo Local.

11.3.2.4 Elaboração do produto final

Os produtos cartográficos e os dados quali-quantitativos das categorias mapeadas foram analisados e integrados às informações coletadas em campo. O processamento espacial das informações levantadas em campo foi realizado em escritório por profissional geógrafo.

De posse das anotações das observações de campo, efetivou-se a revisão final da interpretação realizada previamente elaborada.

Por fim, produziu-se então um mapa temático (Uso do Solo e Cobertura Vegetal) para as áreas passíveis de intervenção: Área do Projeto (AP) e Área de Estudo Local (AEL).

Posteriormente, as classes temáticas foram quantificadas, destacando-se a ocorrência das áreas de preservação permanente (APP). A opção pela geração desse produto deu-se em função do caráter didático do material e pela necessidade de uma base cartográfica que facilitasse a compreensão e a distribuição espacial dos ambientes mapeados.

11.3.3 Caracterização do uso e cobertura do solo na Área do Projeto e na Área de Estudo Local

O padrão de distribuição espacial das fitofisionomias nativas observadas na região de inserção do Projeto está relacionado a fatores geomorfológicos, geológicos e pedológicos. Variações de aspectos topográficos, profundidade dos solos, umidade e disponibilidade de nutrientes observadas na região do empreendimento influenciam diretamente na configuração atual da paisagem.

A distribuição natural de diversas fitofisionomias em uma paisagem está diretamente associada aos processos ecossistêmicos inerentes, resultando muitas vezes em uma configuração do tipo “mosaico vegetacional”. No entanto, processos antrópicos influenciam direta ou indiretamente nos processos ecológicos, produzindo novas configurações a partir da atuação sobre a dinâmica natural dos ecossistemas. Desta forma, ações antrópicas recriam não somente a paisagem, como também a dinâmica ecossistêmica de determinada região.

Neste contexto os limites da AEL e da Área do Projeto se encontram imersos em um mosaico formado por cobertura vegetal de origem antrópica e formações nativas com evidentes alterações. Tais características geram uma complexa tarefa de mapeamento, já que em vários trechos as diferentes formações se misturam dificultando uma delimitação precisa de seus limites.

As principais classes de uso e cobertura do solo identificadas na Área do Projeto e na Área de Estudo Local podem ser verificadas no mapa da Figura 75 a seguir. O Quadro 66, em seguida, apresenta a composição do uso do solo e da cobertura vegetal na Área do Projeto (AP) e de Estudo Local (AEL), com o percentual de cada uso em relação ao total dessas áreas.

Apesar da presença de fragmentos de vegetação nativa tanto na AP e quanto na AEL, o elemento mais expressivo nessas áreas é caracterizado pelo plantio de eucalipto não manejado. Essa predominância se justifica pela supressão de grandes porções de florestas nativas nas antigas fazendas instaladas na região, visando abastecer as siderúrgicas no vale do rio Piracicaba (em especial a antiga Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, localizada em João Monlevade). A madeira de lei gerada na supressão era transportada pela ferrovia (Estrada de Ferro Vitória-Minas). Após supressão da floresta nativa as áreas eram em geral utilizadas para o plantio de eucalipto.

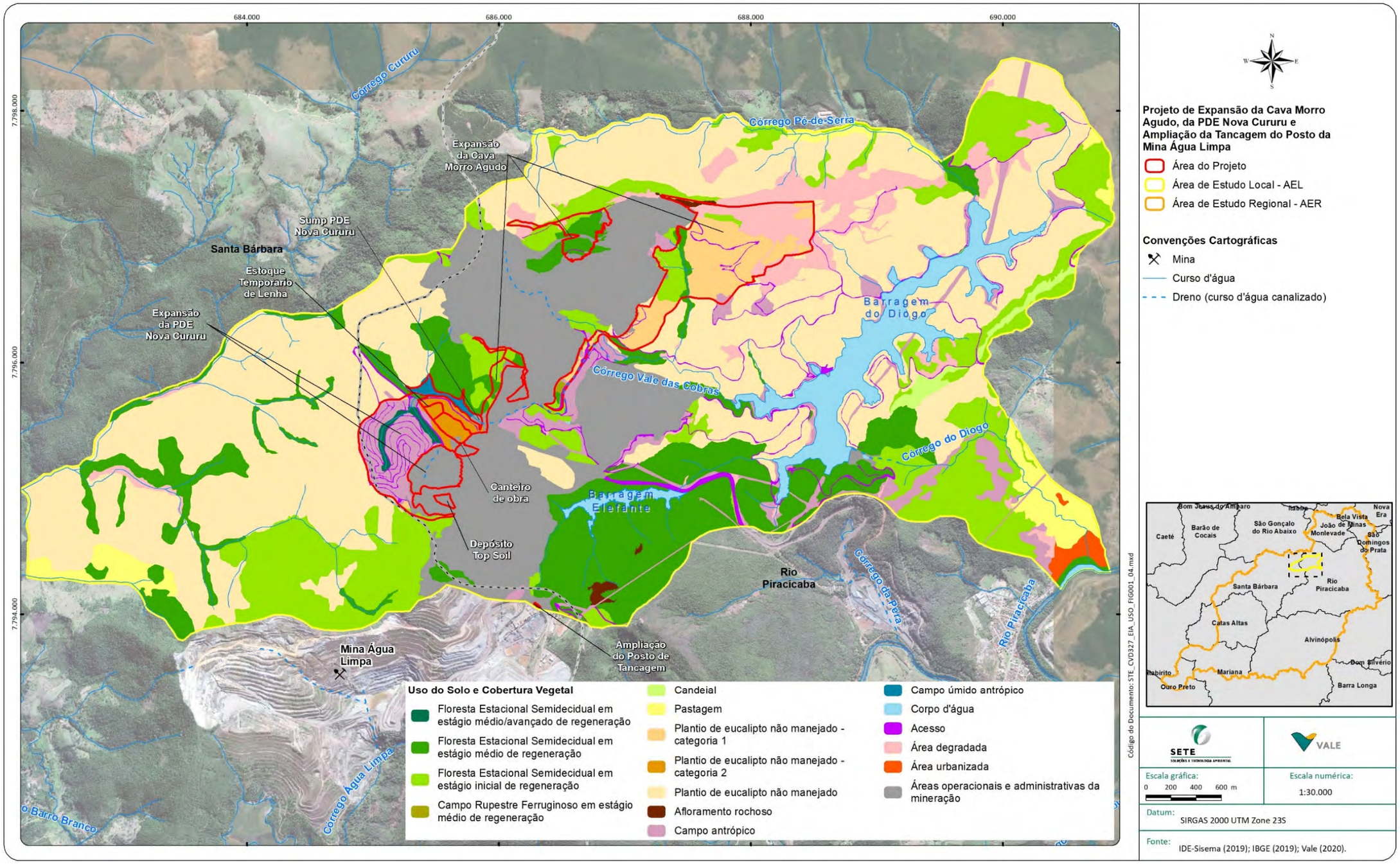
Além dos extensos plantios de eucalipto destacam-se na paisagem da AEL as estruturas do complexo da Mina de Água Limpa, tais como cavas, barragens e demais estruturas administrativas e operacionais. Nesse sentido foi evidenciado que na Área do Projeto e na Área de Estudo Local predominam as categorias do sistema antrópico, sendo representadas por 80,57% e 71,56% respectivamente.

Na AP as áreas antropizadas são representadas principalmente por: plantios de eucalipto não manejados (33,45%); campos antrópicos (17,34%); áreas operacionais e administrativas da mineração (13,33%); e áreas degradadas (11,87%). Já na AEL predominam as áreas de plantio de eucalipto não manejado (41,16%) e áreas operacionais e administrativas da Mina de Água Limpa (14,86%).

Em relação ao sistema natural, tanto na AP quanto na AEL, predomina a Floresta Estacional Semidecidual secundária em diferentes estágios de regeneração natural. Na AP as áreas de floresta nativa representam 18,53% e na AEL 27,76%. A representação gráfica do percentuais das categorias de uso do solo e cobertura vegetal são apresentados na Figura 76 (Área do Projeto) e na Figura 77 (Área de Estudo Local).

A seguir são apresentadas as descrições das categorias mapeadas assim como o registro fotográfico.

Figura 75 Mapa do Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área do Projeto e na Área de Estudo Local



Quadro 66 Distribuição do uso do solo e cobertura vegetal na Área do Projeto e na Área de Estudo Local

Observação: (**) Na Área do Projeto os plantios de eucalipto não manejados foram divididos em duas categorias em função de diferenças observadas em relação ao volume de material lenhoso; já na Área de Estudo Local não houve essa divisão.

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal		Área do Projeto		Área de Estudo Local		Total Geral	
		ha	%	ha	%	ha	%
Sistema Natural							
Afloramento rochoso		1,03	0,61	3,14	0,14	4,16	0,18
Candeial		-	-	11,65	0,54	11,65	0,5
Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração		0,48	0,28	-	-	0,48	0,02
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração		14,44	8,49	313,67	14,41	328,12	13,98
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração		12,67	7,45	290,62	13,35	303,29	12,92
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração		4,41	2,59	-		4,41	0,19
Total Sistema Natural		**33,03**	**19,43**	**619,08**	**28,44**	**652,12**	**27,79**
Sistema Antrópico							
Acesso		7,77	4,57	27,00	1,24	34,78	1,48
Área degradada		20,18	11,87	83,38	3,83	103,56	4,41
Área urbanizada		-		8,49	0,39	8,49	0,36
Áreas operacionais e administrativas da mineração		22,66	13,33	323,38	14,86	346,06	14,75
Campo antrópico		26,19	15,41	72,73	3,34	98,92	4,22
Campo úmido antrópico		3,28	1,93	0,38	0,02	3,66	0,16
Corpo d'água		-	-	87,70	4,03	87,7	3,74
Pastagem		-	-	58,38	2,68	58,38	2,49
Plantio de Eucalipto não manejado	(**)	(**)	(**)	896,07	41,16	896,07	38,19
	categoria 1	46,94	27,61	***	***	46,94	2
	categoria 2	9,94	5,85	***	***	9,93	0,42
Total Sistema Antrópico		**136,96**	**80,57**	**1557,51**	**71,56**	**1694,48**	**72,21**
Total Geral		**169,99**	**100**	**2176,59**	**100**	**2346,59**	**100**

Figura 76 Distribuição dos percentuais das categorias de uso do solo e cobertura vegetal na Área do Projeto

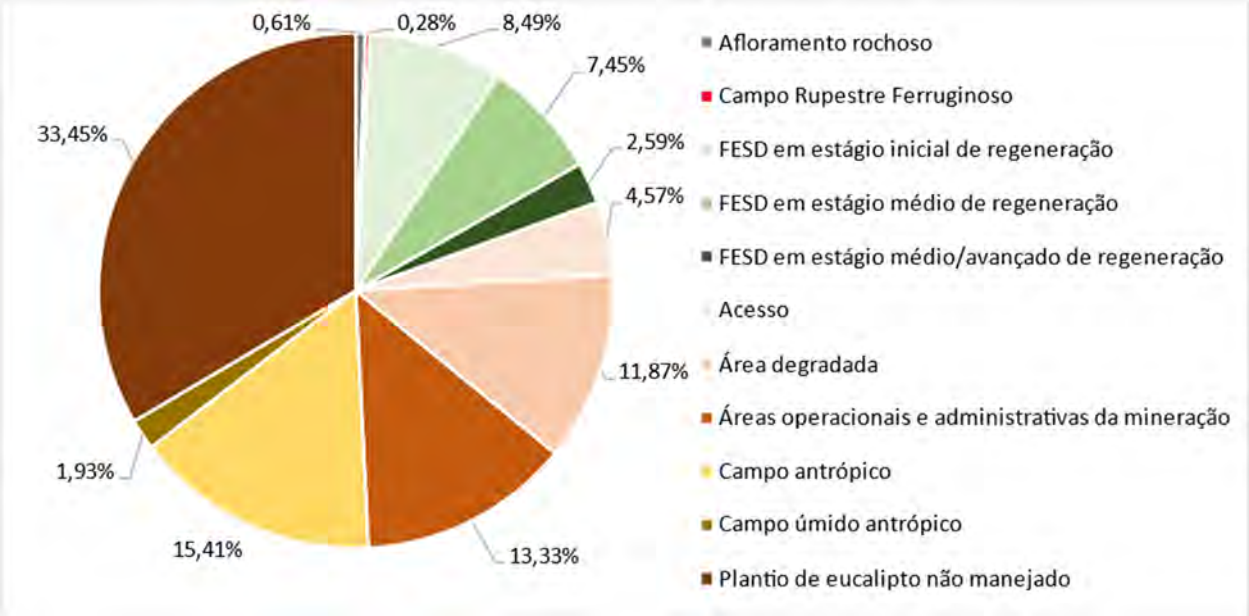
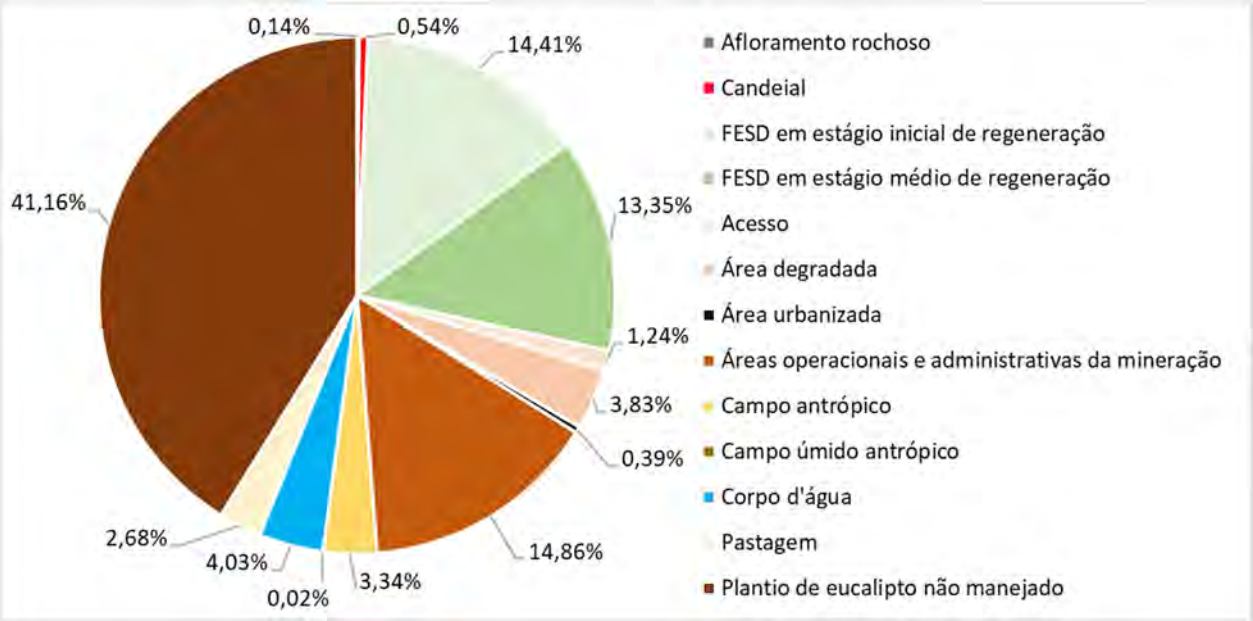


Figura 77 Distribuição dos percentuais das categorias de uso do solo e cobertura vegetal na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto



11.3.3.1 Principais características das categorias de uso do solo e cobertura vegetal mapeadas na Área do Projeto (AP) e na Área de Estudo Local (AEL)

11.3.3.1.1 Sistema Natural

Na Área do Projeto em estudo o sistema natural é representado pelas seguintes tipologias: um pequeno trecho de afloramento rochoso (1,03 ha); uma pequena área de Campo Rupestre Ferruginoso (0,48 ha); e, fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual secundária nos estágios inicial (14,45 ha), médio (12,67 ha) e médio/avançado de regeneração natural (4,41 ha).

Na Área de Estudo Local o sistema natural é representado por: candeial (11,65 ha); e por fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual secundária nos estágios inicial (313,67 ha) e médio de regeneração natural (290,62 ha).

Afloramento Rochoso

Na porção norte da área destinada à expansão da cava de Morro Agudo e na porção sul da Área de Estudo Local (AEL) foram observados afloramentos de rocha sã ou pouco alterada e desnuda, sem a cobertura de solo e o desenvolvimento de uma cobertura vegetal. Na AP o afloramento rochoso é representado por 1,03 ha e na AEL por 3,14 ha.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 01 Afloramento rochoso na vertente norte da área de expansão da cava de Morro Agudo (Área do Projeto).

Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração

Os campos rupestres ferruginosos são formações herbáceo-arbustivas associadas a afloramentos rochosos ricos em ferro ou em solos geralmente rasos, formados pela decomposição das rochas hematíticas. A vegetação é constituída basicamente por um estrato herbáceo mais ou menos contínuo, entremeado por pequenos arbustos perenifólios e esclerofilos.

Esse ambiente foi observado apenas na área do Projeto, ocupando um pequeno trecho de 0,48 ha (0,28% da AP), localizado entre a cava de Morro Agudo e a área destinada à expansão da PDE Nova Cururu.

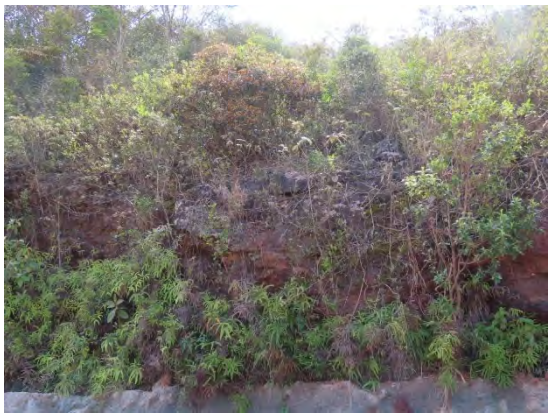


Foto: Lais Jales, 2020

Foto 02 Campo Rupestre Ferruginoso da Área do Projeto.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 03 Campo Rupestre Ferruginoso da Área do Projeto.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 04 Estrada na borda da mancha de Campo Rupestre Ferruginoso identificado da Área do Projeto.

Candeial

Os candeiais são áreas com cobertura vegetal caracterizada pela predominância das espécies do gênero *Eremanthus* (candeias). Essa fitofisionomia foi observada apenas na Área de Estudo Local (AEL), ocupando 11,65 ha, sendo verificada em topos de morros localizados na porção leste desta área, em território situado na margem direita da barragem do Diogo.

Foto: Laís Jales, 2020

Foto 05 Candeial no alinhamento serrano na margem da barragem do Diogo, porção leste da AEL.

Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração natural

As áreas de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração são representadas por 14,45 ha na área do Projeto e 313,67 ha na Área de Estudo Local, em trechos onde a cobertura vegetal foi alvo de corte raso ou de queimadas.

Caracteriza-se pelo grau incipiente de regeneração da floresta nativa, onde há predominância de vegetação arbustivo-arbórea de pequeno porte, ausência de estratificação definida e dominância de espécies arbóreas pioneiras.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 06 Aspecto geral da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial em áreas mais elevadas na AEL.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 07 Aspecto geral da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial na Área do Projeto – Expansão da Cava de Morro Agudo.

Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração natural

As áreas de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração são representadas por 12,67 ha na área do Projeto em pauta e 290,62 ha na Área de Estudo Local, distribuídas ao longo das encostas e fundos de vales.

Esses remanescentes florestais são caracterizados pela presença de uma estratificação bem definida, onde há diferenciação entre o dossel, com uma média de 8 metros de altura, e o sub-bosque. Na área do Projeto está representada por fragmentos dispersos em meio aos plantios de eucalipto. Na AEL ocorre na forma de fragmentos dispersos em meio aos plantios de eucalipto e em um fragmento de maior extensão localizado na porção sul.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 08 Contínuos de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na área de expansão da Cava Morro Agudo.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 09 Vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio em áreas próximas à expansão da Cava Morro Agudo.

Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração natural

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração é representada por 4,41 ha na Área do Projeto e está localizada em Área de Preservação Permanente (APP) de cursos d'água perenes inseridos na área destinada à expansão da PDE Nova Cururu.

Essa fitofisionomia é caracterizada pela presença de uma estratificação bem definida, onde há diferenciação entre o dossel, com uma média de 13 metros de altura, e o sub-bosque. Representa um fragmento florestal isolado sendo circundado por campo antrópico originado após a recente supressão dos plantios de eucalipto presentes na área.

Foto: Laís Jales, 2020

Foto 10 Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração natural em área de preservação permanente - APP de cursos d'água presentes na área do projeto (área destinada à expansão da PDE Nova Cururu).

11.3.3.1.2 Sistemas antrópicos

As alterações antrópicas presentes na paisagem da Área do Projeto e da AEL são relacionadas à retirada da cobertura vegetal e nas alterações no solo e conformação da morfologia do terreno, estando distribuídas em vários pontos das áreas do projeto e de estudo local. Neste sistema são tratadas as classes de uso do solo onde a cobertura vegetal natural foi totalmente retirada.

Na Área do Projeto o sistema antrópico é representado por acessos, áreas degradadas, áreas operacionais e administrativas da mineração, campos antrópicos e, principalmente, por plantios de eucalipto não manejados. Em conjunto essas classes representam 80,57% da AP em estudo.

Na AEL o sistema antrópico é representado pelos acessos, áreas degradadas, campos antrópicos, pastagens, corpos d'água e, principalmente, por áreas operacionais da mineração e plantio de eucalipto não manejado. Em conjunto essas classes representam 71,56% desta área.

Acesso

Nas áreas mapeadas (AP e AEL) os acessos são representados por estradas não pavimentadas, que acessos ocupam 7,77 ha na Área do Projeto em pauta e 27,00 ha na Área de Estudo Local.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 11 Estrada municipal não pavimentada localizada na Área de Estudo Local.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 12 Estrada não pavimentada localizada no interior do complexo minerário de Água Limpa – área de expansão da PDE Nova Cururu.

Área degradada

Foram incluídas nessa categoria as áreas que sofreram alterações/perturbações, em determinado grau, que impossibilitaram a reabilitação natural do ambiente. Ou seja, são áreas que sofreram intervenções no solo e/ou na conformação da morfologia do terreno e que necessitam de algum tipo de intervenção para sua reabilitação. Também foram incluídos nessa classe os processos erosivos.

Nas áreas mapeadas essa categoria abrange 20,18 ha na Área do Projeto e 83,38 ha na Área de Estudo Local. Na AP as áreas degradadas estão concentradas na porção nordeste da área destinada à expansão da cava de Morro Agudo. Na AEL as áreas degradadas ocorrem principalmente em sua porção nordeste, no alinhamento serrano de Morro Agudo.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 13 Áreas degradadas na área de expansão da Cava Morro Agudo.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 14 Áreas degradadas na porção nordeste da Área de Estudo Local, ao longo do Morro Agudo (porção norte).

Áreas operacionais e administrativas da mineração

Foram incluídas nessa categoria as estruturas operacionais e administrativas da Mina de Água Limpa, tais como: cavas, pilhas de estéril, escritórios, oficinas, pátio de carregamento de minério, áreas de britagem, usina de beneficiamento, dentre estruturas voltadas as atividades minerárias. Esta classe abrange 22,66 ha na Área do Projeto e 323,38 ha na Área de Estudo Local.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 15 Área de extração do minério na Cava Morro Agudo.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 16 Pilha de estéril na Área de Estudo Local.

Área urbanizada

A área urbanizada está localizada na Área de Estudo Local, ocupando 8,49 ha. É representada por parte do bairro Louis Ensch, localizado na sede do município de Rio Piracicaba.

Campo antrópico

O campo antrópico é caracterizado pela ocorrência de vegetação de porte herbáceo em áreas originalmente cobertas por floresta, em decorrência de intervenção antrópica. Abrange 26,19 ha na Área do Projeto e 72,73 ha na Área de Estudo Local, sendo a cobertura vegetal caracterizada pela predominância de espécies herbáceas e arbustivas exóticas e/ou ruderais.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 17 Campo antrópico na área de expansão da PDE Nova Cururu.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 18 Campo antrópico na Área Estudo Local.

Campo úmido antrópico

O campo úmido antrópico é caracterizado pela ocorrência de vegetação de porte herbáceo em área originalmente coberta por floresta ciliar, em decorrência de intervenção antrópica.

Essa classe foi identificada na área de uma bacia de contenção de sedimentos (*sump)* localizada na porção nordeste da área destinada à expansão da PDE Nova Cururu. O campo úmido antrópico verificado nesta área abrange 3,28 ha da Área do Projeto e 0,38 ha da Área de Estudo Local.

Esse ambiente se formou com a escavação de uma bacia e barramento do curso d´água, com a supressão da vegetação ciliar à montante do trecho barrado. Nessa área foi criado um *sump* para a contenção de sedimentos provenientes da PDE Nova Cururu existente e situada a sudeste. Além do acúmulo de sedimentos neste trecho do curso d'água ocorre o acúmulo de água favorecendo o desenvolvimento de uma vegetação herbáceo-arbustiva com predominância de espécies higrófilas.

Cabe ressaltar que esta estrutura receberá também o aporte de sedimentos da expansão da pilha (PDE Nova Cururu).

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 19 Campo úmido antrópico na área do *sump* da PDE Nova Cururu.

Foto: Lais Jales, 2020

Foto 20 Campo úmido antrópico na área do *sump* da PDE Nova Cururu.

Corpo d'água

Os corpos d'água foram identificados apenas na Área de Estudo Local, ocupando 87,70 ha. São representados pelos espelhos d'água das barragens do Elefante e do Diogo.

Foto: Laís Jales, 2020

Foto 21 Espelho d'água do reservatório da barragem do Diogo, localizado na AEL.

Pastagem

As áreas de pastagem são caracterizadas pelo predomínio de gramíneas exóticas plantadas para o pastoreio de gado e estão presentes na Área de Estudo Local ocupando 58,38 ha. São identificados dois trechos de pastagem, um localizado na porção oeste e o outro na porção leste da AEL.

Plantio de eucalipto não manejado

Na região do presente estudo grande parte das áreas ocupadas pela Floresta Estacional Semidecidual foram convertidas em extensas plantações de eucalipto com a finalidade de produzir carvão vegetal para o abastecimento siderurgias existentes na região do Vale do Aço na bacia do Rio Piracicaba (*e.g.* siderurgias em João Monlevade e Ipatinga). Ao longo dos anos, principalmente na última década, muitas áreas ocupadas por estas monoculturas foram abandonadas.

Os plantios de eucalipto representam o ambiente predominante tanto na Área de Estudo Local quanto na Área do Projeto. Na AEL ocupam 896,07 ha, o que representa 41,16%, e na área do Projeto ocupam 56,87 ha, o que representa 33,45%. Na AP essa categoria foi subdividida em duas (denominadas Categoria 1 e 2) em função das diferenças observadas para os volumes de material lenhoso dos eucaliptos.

As monoculturas de eucalipto na AP e AEL não são manejadas, o que permitiu o desenvolvimento de um estrato herbáceo-arbustivo em seus sub-bosques. Esse sub-bosque é caracterizado pela predominância de gramíneas exóticas e/ou ruderais, com a presença de espécies arbustivas menos exigentes em relação à qualidade ambiental, típicas de ambientes alterados, e espécies arbóreas nativas ocorrendo de forma bastante espaçada. Nesse sentido, a cobertura vegetal observada sob as plantações de eucalipto não se caracteriza como um estágio incipiente de regeneração natural da Floresta Estacional Semidecidual.

Destaca-se ainda que, no final do mês de setembro e início do mês de outubro de 2020, durante os levantamentos de campo de flora, ocorreram vários focos de incêndio florestal de grandes proporções nas áreas em estudo e no entorno das mesmas, na região de Rio Piracicaba. Os focos de incêndio atingiram grande parte dos plantios de eucalipto localizados na AEL e na área do Projeto. Nas partes atingidas pelo fogo houve a completa devastação do sub-bosque, assim como a mortalidade de parte dos indivíduos de eucalipto e de espécies arbóreas nativas.

Foto: SETE, 2020

Foto 22 - Eucaliptal próximo à PDE Nova Cururu.

Foto: SETE, 2020

Foto 23 - Eucaliptal não manejado na Área de Estudo Local.

Foto: SETE, 2020

Foto 24 - Eucaliptal não manejado na Área de Estudo Local.

Foto: SETE, 2020

Foto 25 - Eucaliptal não manejado na área do Projeto destinada à expansão da Cava Morro Agudo.

Foto: SETE, 2020

Foto 26 - Predominância de gramíneas no interior dos plantios de eucalipto da área do Projeto.

Foto: SETE, 2020

Foto 27 - Interior dos plantios de eucalipto na área do Projeto.

Foto: SETE, 2020

Foto 28 - Incêndio florestal registrado em setembro/outubro de 2020 que atingiu a área do Projeto e a Área de Estudo Local (AEL).

Foto: SETE, 2020

Foto 29 - Sub-bosque nos plantios de eucalipto após incêndio florestal que atingiu a área do Projeto e a Área de Estudo Local (AEL).

11.4 Áreas de Preservação Permanente

Conforme definição do Artigo 2º da Lei nº 12.727/2012, que institui o Código Florestal Brasileiro, as Áreas de Preservação Permanente – APP constituem:

> "... áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade do substrato geológico e a biodiversidade, com objetivo de facilitar o fluxo gênico da flora e fauna, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas".

De acordo com o seu Artigo 4º são consideradas Áreas de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas:

> "I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
>
> a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
>
> b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
>
> c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
>
> d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
>
> e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
>
> II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
>
> a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
>
> b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
>
> III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
>
> IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
>
> V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
>
> VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
>
> VII - os manguezais, em toda a sua extensão;
>
> VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
>
> IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
>
> X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
>
> XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.".

Considerando que a Resolução CONAMA nº 369/2006 dispõe sobre os casos que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP e determina que devam ser estabelecidas medidas mitigadoras e compensatórias pelo órgão ambiental licenciador, para as avaliações ambientais relativas ao Projeto em pauta serão identificadas e quantificadas as APPs presentes, conforme procedimentos metodológicos descritos a seguir.

As áreas de preservação permanente foram delimitadas conforme a Lei Federal nº 12.651/2012, utilizando-se *software* de geoprocessamento (ESRI *ArcGIS* 10).

Cabe ressaltar que o levantamento/mapeamento de APP foi realizado no âmbito das áreas destinadas ao **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa.**

11.4.1 Metodologia

11.4.1.1 APP de nascentes e cursos d'água

Segundo o Artigo 4º da referida legislação, considera-se Áreas de Preservação Permanente – APP as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular.

Conforme Artigo 4º, inciso IV, da Lei nº 12.651/2012 são consideradas APPs áreas situadas no entorno de nascentes ou olhos d'água perenes, assim como faixas marginais de qualquer curso d'água, perene ou intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha de seu leito regular, com largura mínima estabelecida de acordo com o inciso I deste Artigo.

A Lei Federal nº 12.727/2012 alterou dispositivos da Lei nº 12.651/2012 e em seu Artigo 3º, estabeleceu o seguinte entendimento acerca dos termos citados anteriormente pelo Código Florestal:

> "XVII – nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a curso d'água;
>
> XVIII – olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;
>
> XIX – leito regular: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano."

Na AEL e na área do Projeto as APPs de nascentes perenes foram delimitadas traçando-se um raio de 50 metros no entorno das mesmas, conforme disposto na Lei Federal nº 12.651/2012:

> "Áreas no entorno das nascentes e/ou olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, com raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.".

Cabe destacar que nascente é definida como um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água; e, olho d´água é definido como um afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente. No entanto, somente são consideradas como APPs as áreas no entorno de nascentes ou olhos d'água perenes.

De acordo com a definição estabelecida pela Lei Federal nº 12.651/2012, não há área de preservação permanente (APP) em cursos d'água ou nascentes/olhos d'água efêmeros, ou seja, aqueles formados somente durante ou imediatamente após o período de chuvas e que são alimentados, exclusivamente, por água proveniente de escoamento superficial ou por exsudação do lençol freático (elevação temporária do nível d'água do freático durante as chuvas) ou por exsudação do lençol freático (elevação temporária do nível d'água do freático durante as chuvas), caracterizando escoamentos ou afloramentos sazonais em período chuvoso.

Com relação às APPs de curso d'água, na abrangência do Projeto, foram consideradas as faixas marginais aos cursos d'água mapeados, excluídos aqueles considerados efêmeros e os talvegues de escoamento superficial de águas de chuva, que não caracterizam corpos d'água e, portanto, não caracterizam em seu entorno áreas de preservação permanente. Ressalta-se que foi considerada APP marginal no canal de desvio do curso d'água do córrego Vale das Cobras.

As APPs de corpos d'água compreendem as faixas marginais, desde a borda da calha do leito regular, com largura de 30 (trinta) metros, tendo em vista se tratar de cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.

11.4.1.2 APP de Declividade

Ainda de acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012, conforme disposto no inciso V de seu Artigo 4º, considera-se também como APPs:

> "... as encostas ou partes das encostas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% (cem por centro) na linha de maior declive."

Neste caso, para delimitação de APPs de declividade, foi gerado o mapa de declividade da área do Projeto em pauta a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), evidenciando e demarcando as áreas com declividade superior a 45°. Utilizou-se curvas de nível com uma equidistância de 10 metros.

11.4.1.3 APP de Topo de Morro

Ainda em acordo com o Artigo 4º da Lei nº12.651/2012, em seu inciso IX, considera-se APP:

> "... topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação."

Seguindo-se esta definição, para delimitação de APPs de topo de morro na área do Projeto foi selecionada a curva de nível próxima ao curso d'água considerado como nível de base (rio Piracicaba) e a curva do ponto mais alto do relevo dentro dos limites desta área.

11.4.2 Resultados

Seguindo-se os procedimentos metodológicos e as premissas da legislação vigente referente a Áreas de Preservação Permanentes, **não foram** encontradas APPs de declividade e de topo de morro na área destinada ao Projeto em estudo.

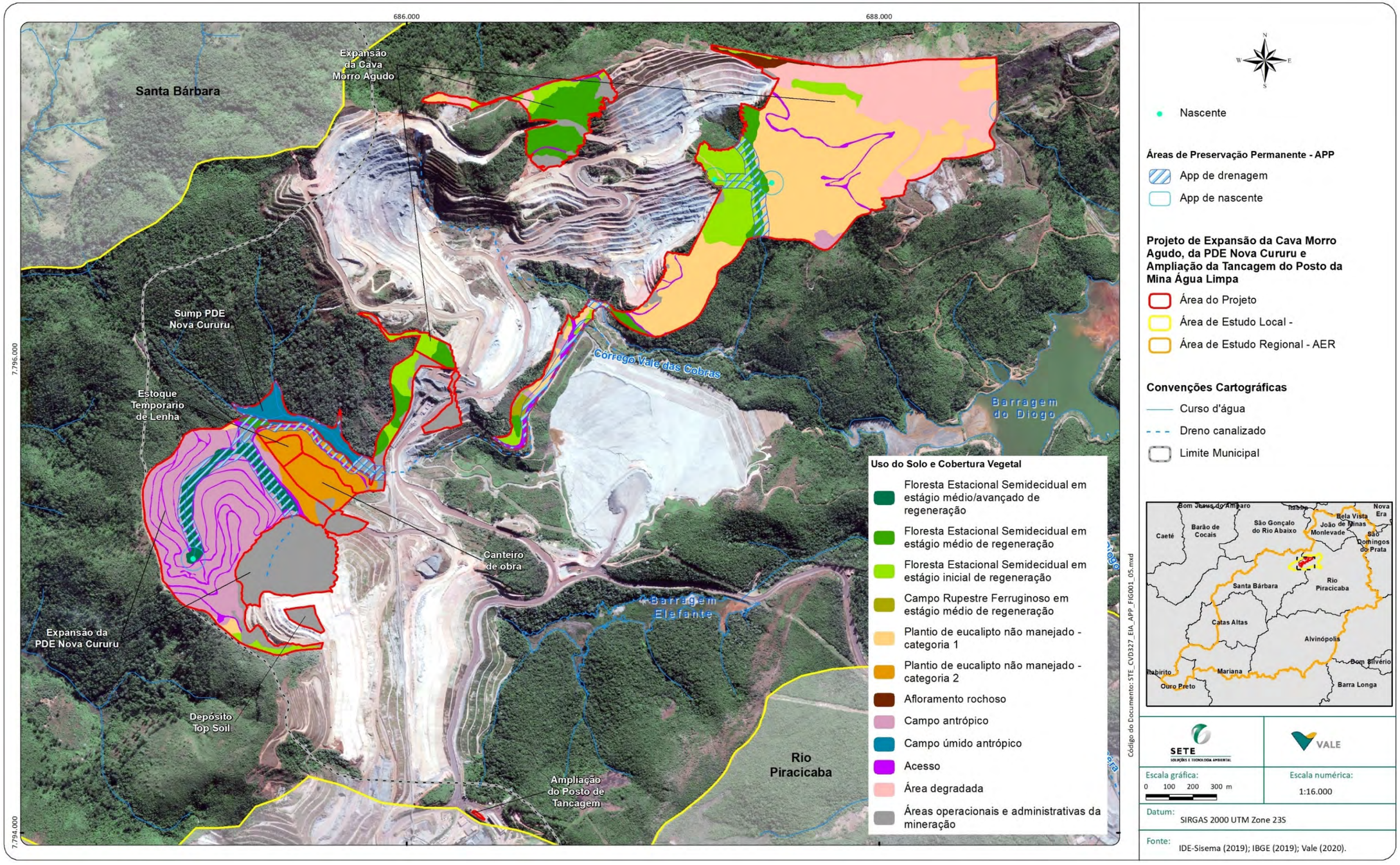
As Áreas de Preservação Permanentes (APPs) de corpos hídricos (nascentes e cursos d'água) verificadas na área do Projeto em estudo compreendem um **total de 16,32 ha**, sendo 8,45 ha de APP em sistema natural (vegetação nativa – Campo Rupestre Ferruginoso e Floresta Estacional Semidecidual em estágios inicial, médio e médio/avançado de regeneração) e 7,87 ha de APP em sistema antrópico (acessos; área degradada, área operacionais e administrativas da mineração; campo antrópico e plantio de eucalipto não manejado). O Quadro 67 e a Figura 78 apresentam a distribuição das Áreas de Preservação Permanente (APP's) em relação à composição do uso do solo e da cobertura vegetal na área do Projeto.

Quadro 67 Distribuição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) na área do Projeto

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Fora de APP	Em APP de curso d'água	Em APP de nascente	Total em APP	Total geral
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
Sistema Natural					
Afloramento rochoso	1,03	-	-	-	1,03
Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração	0,31	0,17	-	0,17	0,48
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	12,56	1,4	0,48	1,88	14,44
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	10,48	1,98	0,21	2,19	12,67
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	0,2	3,88	0,33	4,21	4,41
Total Sistema Natural	24,58	7,43	1,03	8,45	33,03

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal		Fora de APP	Em APP de curso d'água	Em APP de nascente	Total em APP	Total geral
		(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
Sistema Antrópico						
Acesso		5,93	1,76	0,09	1,85	7,77
Área degradada		19,9	0,13	0,15	0,28	20,18
Áreas operacionais e administrativas da mineração		21,42	1,19	-	1,19	22,61
Campo antrópico		24,49	1,39	0,36	1,75	26,19
Campo úmido antrópico		3,28	-	-	-	3,28
Plantio de eucalipto não manejado	categoria 1	45,16	1,11	0,67	1,78	46,94
	categoria 2	8,92	1,02	-	1,02	9,93
Total Sistema Antrópico		129,09	6,59	1,27	7,87	136,96
Total Geral		**153,67**	**14,02**	**2,3**	**16,32**	**169,99**

Figura 78 Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Projeto de Expansão Cava Morro Agudo e PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa



11.5 Meio Físico

11.5.1 Introdução e metodologia geral

O diagnóstico ambiental do Meio Físico, ora apresentado, abarca os seguintes temas: clima e meteorologia; geologia; hidrogeologia; geomorfologia; pedologia, aptidão agrícola e suscetibilidade erosiva; recursos hídricos; espeleologia; e qualidade ambiental (qualidade das águas superficiais, qualidade do ar e ruído ambiental e vibração).

Em agosto de 2020 foi realizada pela equipe da empresa Sete soluções e Tecnologia Ambiental de Meio Físico uma visita de campo para reconhecimento em maior detalhe e registro fotográfico das áreas do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa** e seu entorno (Área de Estudo Local - AEL). Esta visita a campo foi realizada conjuntamente com a equipe da Sete responsável pelo mapeamento de Uso do Solo e Cobertura Vegetal e pelo imageamento da área com uso de drone.

Foram utilizados para desenvolvimento dos diagnósticos do meio físico nos âmbitos regional, local e da área efetivamente destinada ao **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa,** os seguintes estudos ambientais elaborados para a Mina de Água Limpa e disponibilizados pela Vale S/A:

- Estudo de Impacto Ambiental – EIA – do Projeto de Sondagem Geológica da Área Rio Piracicaba 2, elaborado pela SETE SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA, entre 2018 e 2020;
- Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Projeto de Ampliação Morro Agudo – Complexo Minas Centrais – Mina de Água Limpa, elaborado pela TOTAL MEIO AMBIENTE. Dezembro de 2018;
- Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Projeto de Expansão Oeste da Mina de Água Limpa – Complexo Minas Centrais – Mina de Água Limpa, elaborado pela TOTAL MEIO AMBIENTE. Julho de 2015;
- Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Ampliação das Cavas Operacionais da Mina de Água Limpa – Complexo Minas Centrais – Mina de Água Limpa, elaborado pela DELPHI. Dezembro de 2009.

As bases cartográficas e mapas utilizados serão apresentadas no âmbito de cada diagnóstico temático. Estudos específicos (Modelo Hidrogeológico; Estudos Espeleológicos) realizados para a Mina de Água Limpa e disponibilizados pela Vale, serão devidamente referenciados nos itens específicos e apresentados em Anexo deste estudo ambiental.

Para complementar as análises dos diagnósticos foram utilizadas referências bibliográficas específicas de cada tema (*e.g*. livros, artigos, dentre outros), disponíveis no acervo da Sete Soluções e Tecnologia Ambiental ou em sites específicos de órgãos e instituições, conforme citações mencionadas ao longo do relatório e apresentadas no item Referências Bibliográficas, apresentado ao final deste EIA.

Utilizou-se como base para avaliação de todos os temas do meio físico a imagem de satélite *Wordview-2* 2020, disponibilizada pela Vale.

Considerando que na Mina de Água Limpa são realizados monitoramentos periódicos de qualidade das águas, ar, ruído e vibração, que alcançam o território e os corpos hídricos da Área do Projeto e seu entorno (pontos da rede amostral na área de estudo regional ou local), foram utilizados os resultados das campanhas abarcando o período de amostragem entre 2018 e 2020, sendo estes dados considerados como primários, não se fazendo necessárias amostragens adicionais para este diagnóstico.

11.5.2 Contextualização Física Regional

Conforme apresentado no item 10 – Definição das Áreas de Estudo, a Área de Estudo Regional (AER) estabelecida para o Meio Físico compreende o território da porção oeste da bacia do rio Piracicaba, de suas cabeceiras situadas no extremo sudoeste, em terrenos de altitudes elevadas (entre 1200 a mais de 2000 m) que formam as serras do Batatal e do Caraça, até a confluência desse curso d'água com o rio Santa Bárbara no extremo nordeste da área, onde as altitudes são menos elevadas (entre 600 e 900 m) e onde estão localizadas as maiores áreas urbanas deste território, compreendendo as cidades de Rio Piracicaba, João Monlevade e Bela Vista de Minas.

Para melhor ilustrar o contexto regional em termos do Meio Físico, a Figura 79 mostra os limites da AER, a hipsometria (altitudes) de seu território e o conjunto de microbacias e sub-bacias que compõem esta parcela da bacia do rio Piracicaba. O território da Área de Estudo Regional apresenta unidades de paisagens distintas, com diferenças no substrato litológico, no solo, na altimetria (relevo) e, também, em relação ao avanço da antropização e no uso e ocupação do solo, sendo duas unidades principais: uma representada pela porção central-norte-nordeste e a outra pela porção sudoeste-sul-sudeste.

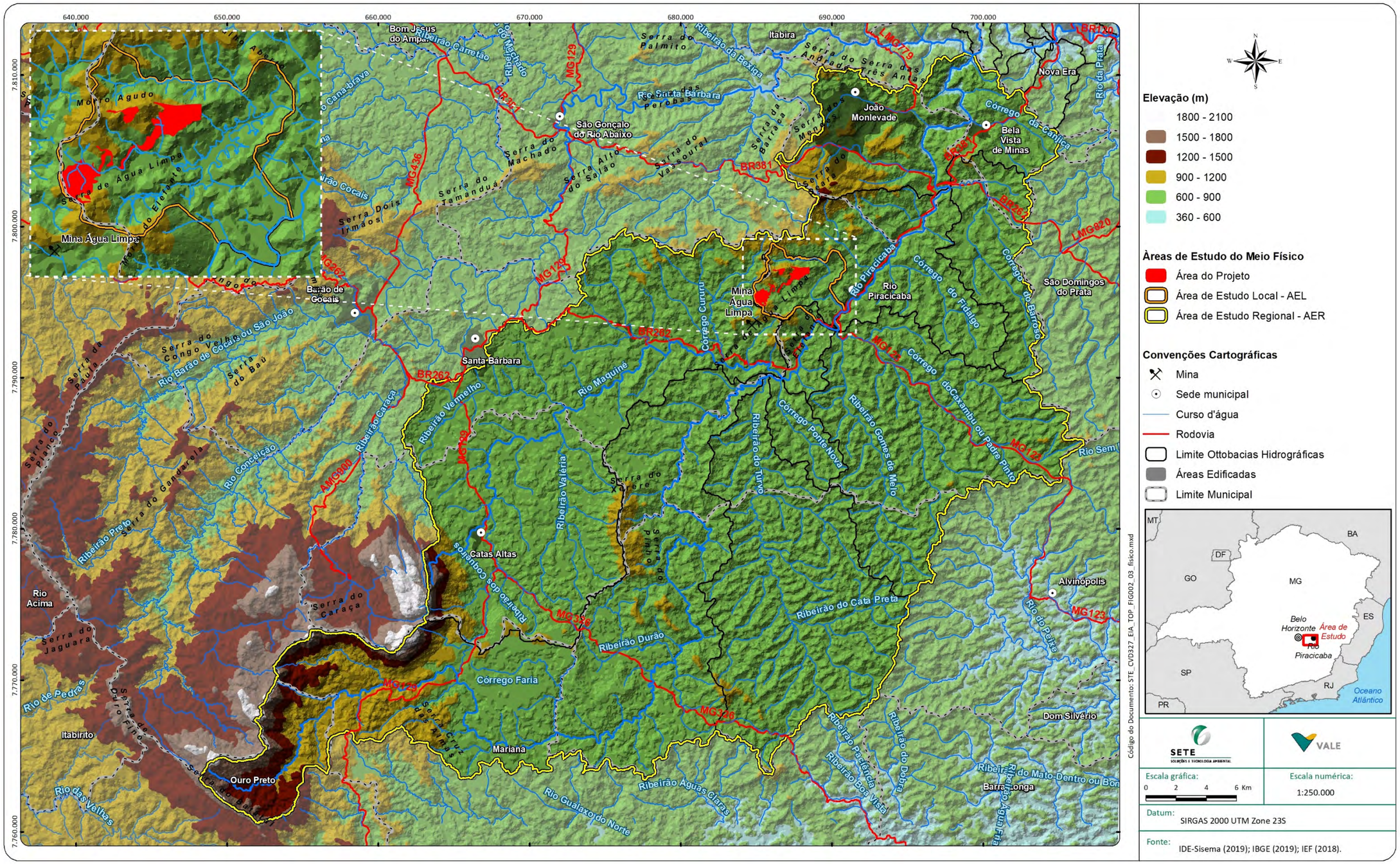
A porção centro-norte-nordeste da Área de Estudo Regional apresenta as seguintes características: substrato geológico formado por litologias variadas (xistos, gnaisses, granitóides, filitos, itabiritos etc.); solos são evoluídos e profundos (predomínio de Latossolo Vermelho-Amarelo) com maior ocorrência de solos expostos; cobertura vegetal natural mais fragmentada e alterada e com avanço das áreas antropizadas; maior pressão de expansão urbana no entorno das cidades de Rio Piracicaba, João Monlevade e Bela Vista de Minas; presença expressiva de áreas de pastagem em zonas rurais; ocorrência de áreas destinadas ao reflorestamento de eucalipto (plantios de eucalipto não manejado) que pertenceram à Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara – CAF; presença de uma rede viária mais densa (BR-381, BR-262, MG-123 e vias de acesso locais que interligam núcleos urbanos e rurais); e, expansão de atividades da indústria siderúrgica e mineração, esta última relacionada à operação e ampliações da Mina de Água Limpa, na divisa dos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara e à Mina do Andrade, em João Monlevade. Todos esses fatores responsáveis pelas alterações na paisagem nesta porção da AER.

Já a porção sudoeste-sul-sudeste da Área de Estudo Regional apresenta as seguintes características: substrato formado por litologias mais resistentes ao intemperismo que ocorrem no maciço da serra do Caraça (quartzitos) e na serra do Batatal (quartzitos e itabiritos); ocorrência de solos rasos (Cambissolo associado a Neossolo Litótico) e afloramentos rochosos; manutenção da vegetação natural em terras sem aptidão agrícola, formando uma cobertura mais expressiva e menos fragmentada; ocorrência de áreas urbanas isoladas; rede viária menos densa; e, pouca expressividade de áreas de pastagem, de plantio de eucalipto e ausência ou pouca expressividade de atividades minerárias e industriais. Tais aspectos, em conjunto, induzem a um uso mais preservacionista (DEODORO; FONSECA, 2016) nessa porção do território da AER, haja vista a presença de importantes Unidades de Conservação no estremo sudoeste (RPPNs Caraça, Horto-Alegria, Quebra Ossos) e no extremo sul, a APA Municipal Carvão de Pedra no município de Alvinópolis.

Em relação ao relevo, a porção centro-norte-nordeste da Área de Estudo Regional apresenta menor rugosidade (baixa e muito baixa), relacionada à ocorrência de substrato predominante granito-gnáissico e relevo ondulado a forte- ondulado e predomínio das menores declividades entre 8 a 45%), propiciando uma rede de drenagem densa, de padrão dendrítico e talvegues menos encaixados. No extremo norte-nordeste da AER, onde estão assentadas as cidades de Rio Piracicaba e João Monlevade, o relevo apresenta trechos de maior altitude (900 a 1200 m) e de relevo montanhoso (declividade entre 45 e 75%), relacionado às litologias do Supergrupo Minas (quartzitos e itabiritos) envoltas por rochas granito-gnáissicas de relevo mais arrasado. Já a porção sudoeste-sul-sudeste da AER, por sua vez, apresenta relevo de rugosidade elevada (ressaltando-se cristas e maciços de elevada altitude, como o Caraça), relacionado ao substrato litológico mais resistente, propiciando o desenvolvimento de talvegues de drenagem em vales muito encaixados e profundos e de elevada energia.

De modo geral e pelas próprias diferenças nas características naturais e nos aspectos antrópicos, as porções centro-norte-nordeste e sudoeste-sul-sudeste da AER mostram diferenças marcantes em relação a paisagem atual, à propensão ao desenvolvimento de processos erosivos, ao assoreamento dos leitos dos cursos d'água e, possivelmente, às alterações na qualidade de suas águas.

Figura 79 Mapa hipsométrico de parte da bacia hidrográfica do rio Piracicaba onde se delimita a Área de Estudo Regional do Meio Físico



11.5.3 Aspectos Climáticos e Meteorológicos

11.5.3.1 Metodologia

O diagnóstico dos aspectos climáticos e meteorológicos relativos às áreas de estudo local (AEL) do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e do Posto de Tancagem da Mina Água Limpa** foi elaborado com base na análise dos dados da Estação Meteorológica da Mina Água Limpa localizada na área operacional da Mina, dentro do limite estabelecido como AEL no item 10 – Definição das Áreas de Estudo deste EIA. Os dados meteorológicos abordados para esta estação foram: temperatura, precipitação, direção e velocidades dos ventos, registrados num período de dois anos, entre junho/2018 e junho/2020.

Em âmbito regional, foram utilizados os dados secundários da Estação Pluviométrica de Rio Piracicaba (1943001), operada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que está posicionada próxima à área urbana da cidade de Rio Piracicaba. Cabe ressaltar que somente o parâmetro de precipitação é monitorado nesta estação. Para complementação da avaliação climática regional foram utilizados dados da Estação Meteorológica de João Monlevade (83591), situada em município homônimo e operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Essa estação está localizada na divisa dos municípios de João Monlevade e Bela Vista de Minas e monitora os seguintes parâmetros: evaporação, precipitação e temperatura. As normais climatológicas desta estação utilizadas neste diagnóstico se referem ao período de 1981 a 2010.

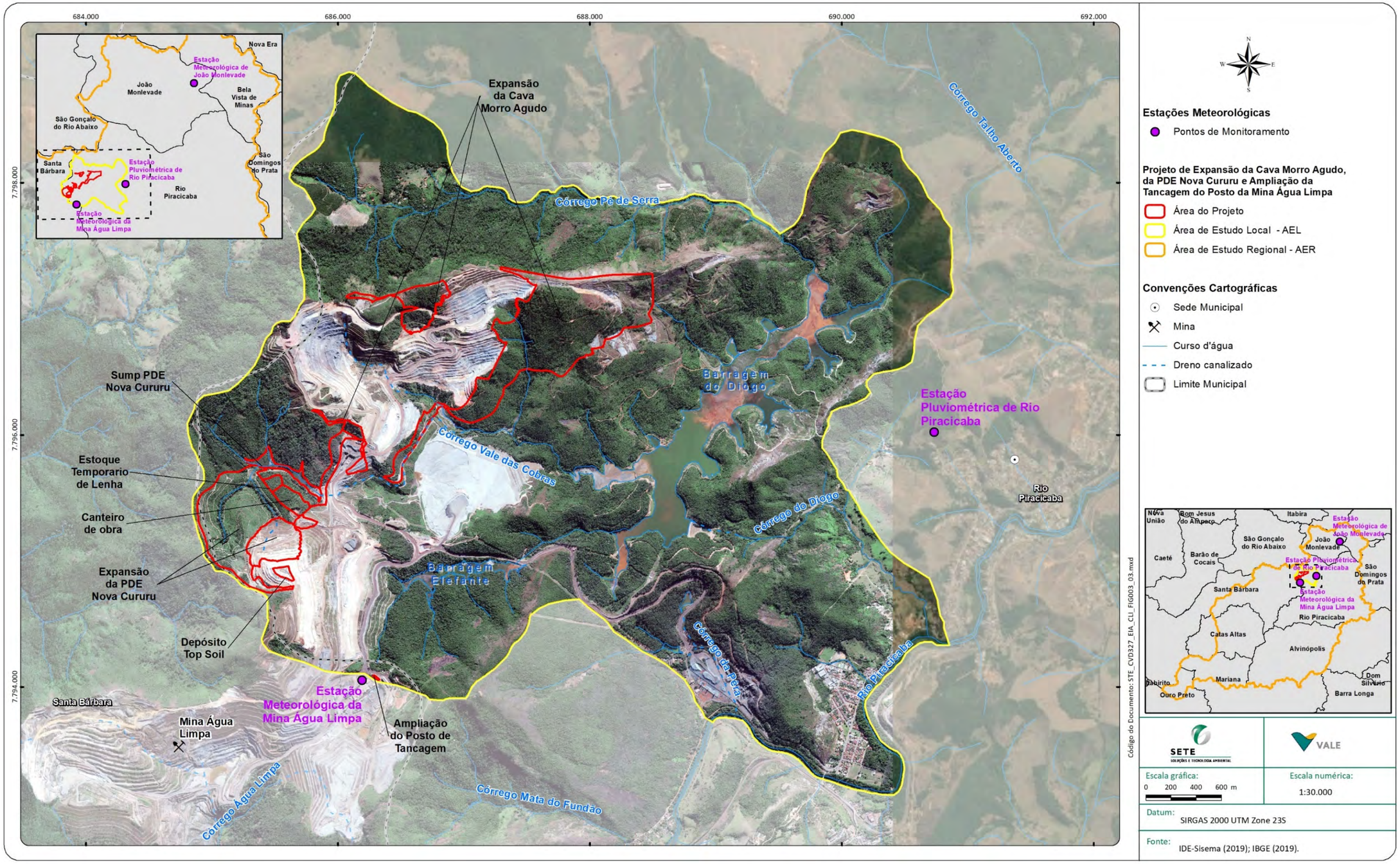
A distribuição espacial das estações em relação às Áreas de Estudo Local e Regional e do Projeto é apresentada na Figura 80. No Quadro 68 apresenta-se a caracterização destas estações meteorológicas, bem como os parâmetros avaliados, de forma a compilar as informações anteriormente mencionadas.

Quadro 68 Caracterização das estações meteorológicas, pluviométricas e climáticas e série histórica utilizada

Estação	Responsável	Operador	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Parâmetros analisados	Série histórica utilizada
			X (mE)	Y (mS)		
Estação Meteorológica da Mina Água Limpa	Vale	Vale	686189	7794052	Número de dias chuvosos	2016 - 2018
					Precipitação mensal	
					Temperatura média mínima	
					Temperatura média máxima	
					Temperatura média	
					Direção dos ventos	
					Velocidade dos ventos	

Estação	Responsável	Operador	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Parâmetros analisados	Série histórica utilizada
			X (mE)	Y (mS)		
Estação Pluviométrica de Rio Piracicaba (1943001)	ANA – Agência Nacional das Águas	Serviço Geológico do Brasil - CPRM	690732	7796022	Precipitação média mensal	1981 - 2010
Estação Meteorológica de João Monlevade (83591)	INMET – Instituto Nacional de Meteorologia	INMET	697196	7805809	Evaporação	1981 - 2010
					Número de dias chuvosos	
					Precipitação média mensal	
					Temperatura média mínima	
					Temperatura média máxima	
					Precipitação média mensal	
					Temperatura média compensada	

Figura 80 Estações meteorológicas, pluviométricas e climáticas e Áreas de Estudo Regional e Local do Projeto



11.5.3.2 Aspectos Climatológicos Regionais e a Classificação de Koppen

O clima e as condições meteorológicas de uma região são fortemente condicionados por sua localização geográfica (latitude e longitude) e relevo que, em ação conjunta com os grandes sistemas atmosféricos, determinam a distribuição pluviométrica, a evaporação, a temperatura, a umidade do ar e o regime de ventos desta região.

Segundo Nimer (1989), durante todo o ano, nas regiões tropicais do Brasil, à exceção do oeste da Amazônia, sopram frequentemente ventos do quadrante Norte-Leste oriundos das altas pressões subtropicais, ou seja, do anticiclone semifixo do Atlântico Sul. Essa massa de ar tropical possui temperaturas geralmente elevadas, fornecidas pela intensa radiação solar e telúrica das latitudes tropicais e forte umidade específica, fornecida pela intensa evaporação marítima. Em virtude de sua constante subsidência superior e inversão de temperatura, sua umidade é limitada à camada superficial, o que lhe dá um caráter homogêneo e estável.

De acordo com Reboita *et al.* (2015), o clima do estado de Minas Gerais é influenciado por ser relevo com variações altimétricas e caracterizado pela presença de extensos alinhamentos serranos como as serras da Mantiqueira, da Canastra, do Caraça e do Espinhaço, que constituem barreiras físicas que interferem na direção e velocidade dos ventos, nas condições de umidade (quanto maior as altitudes maior umidade a barlavento - origem do vento, e menor umidade a sotavento - destino do vento); nas precipitações e temperaturas. Outro fator de influência climática é a distância da fronteira estadual com o oceano, que atribui ao estado maior amplitude térmica no ciclo diurno. Além disso, o uso e ocupação do solo tem relação com o processo de evapotranspiração, influenciando o clima local com a variação diurna térmica do ar.

O clima do estado de Minas Gerais é classificado como de monção, que se refere à ocorrência da "reversão sazonal na circulação atmosférica devido ao aquecimento diferencial entre os continentes e os oceanos" (REBOITA *et al.*, 2015, p.207). A diferença de pressão no verão se relaciona ao rápido aquecimento do continente em relação ao oceano. De modo geral, o transporte de umidade ocorre a partir do sistema de alta pressão do oceano, para o sistema de baixa pressão atuante no continente (BUARQUE, 2019).

Dentre os sistemas atmosféricos que atinge o sudeste brasileiro e atuam na formação da precipitação está a Zona de Convergência da América do Sul (ZCAS) e a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). A ZCAS consiste na semi-permanência de uma banda de nebulosidade desde o sul da região Amazônica até a região central do Atlântico Sul, e geralmente acontece um episódio por mês, de dezembro a fevereiro. Já a ASAS caracteriza-se como um sistema de anticiclone, que atua sobre o oceano transportando vapor d'água em direção ao sudeste, com predominância no inverno. A partir das influências dos sistemas atmosféricos no estado de Minas Gerais, o período chuvoso é registrado entre outubro e março, com os maiores índices pluviométricos no verão; enquanto o período de seca compreende os meses de abril a setembro (REBOITA *et al.*, 2015; LIMA & CUPOLILLO, 2018).

A classificação climática de Köppen leva em consideração a influência da vegetação e das características sazonais de temperatura do ar e precipitação, na classificação do clima de determinada região. De acordo com esta classificação (Köppen), as áreas de estudo regional (AER) e local (AEL) do Projeto em estudo encontram-se na zona de transição entre os tipos climáticos Subtropical de Altitude com inverno seco (Cwa) e Subtropical de Altitude com inverno seco e verão ameno (Cwb), conforme apresentado na Figura 81 , a seguir.

Em relação ao tipo climático Cwa, a precipitação média da AER é superior a 200 mm nos meses de novembro a janeiro, relativo a primavera-verão; e inferiores a 46 mm nos meses de maio a setembro, correspondente ao outono e inverno (SÁ JÚNIOR, 2009). Segundo a Embrapa (2019), o tipo climático Cwa apresenta inverno com temperaturas inferiores a 18°C e verão quente, com temperaturas superiores a 22°C.

O tipo climático Cwb é caracterizado por temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C (EMBRAPA, 2019). De acordo com Sá Júnior (2009), a precipitação média também ultrapassa a 200 mm nos meses de novembro a fevereiro, com registro de menores índices pluviométricos no outono e inverno, variando de 31,4 mm em julho a 92 mm em abril.

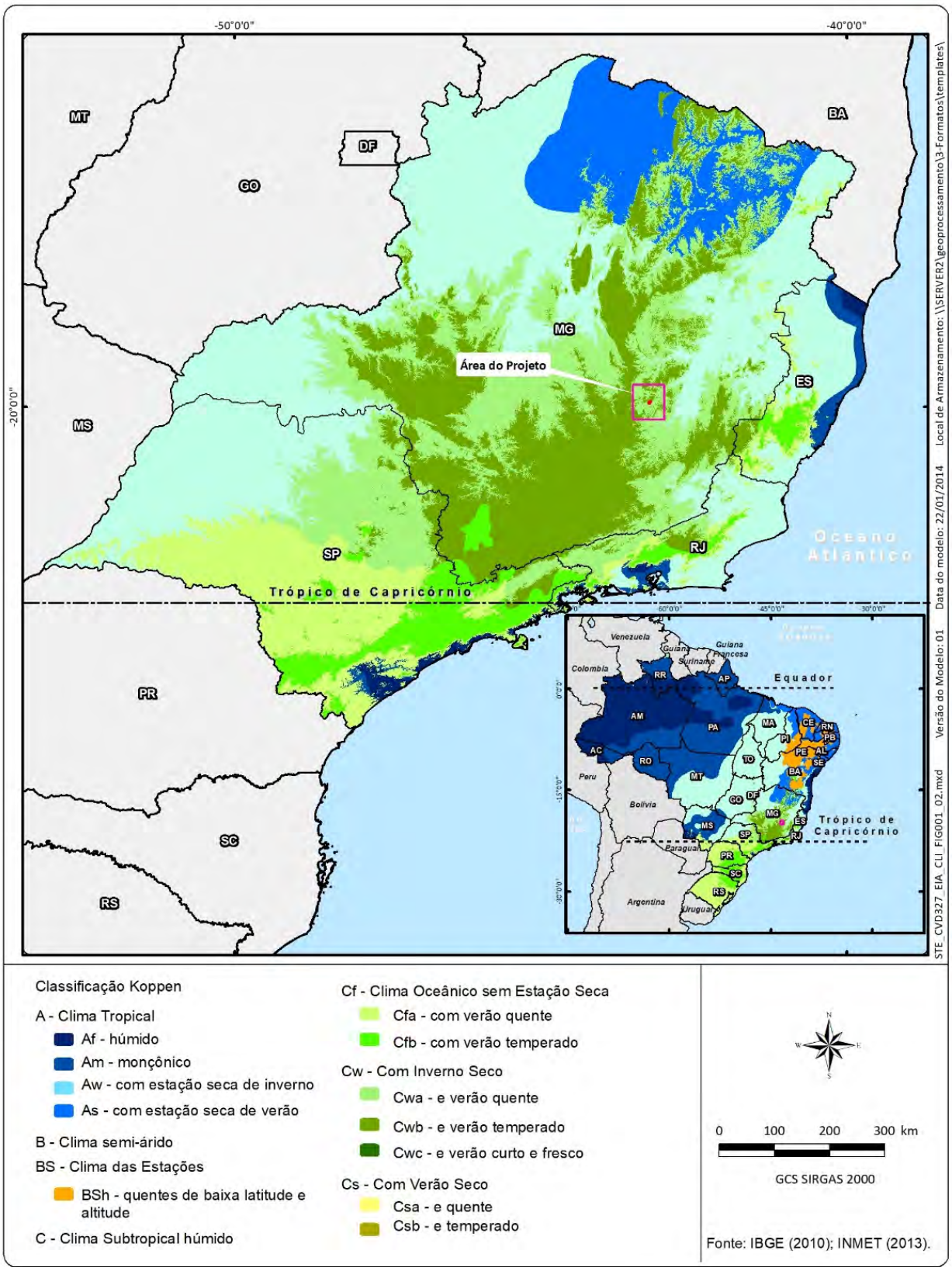
Conforme mencionado e apresentado na Figura 80 a Estação Pluviométrica de Rio Piracicaba (1943001) e a Estação Meteorológica de João Monlevade (83591 – INMET) estão situadas na Área de Estudo Regional.

A média anual de precipitação segundo as normais climatológicas da Estação Pluviométrica de Rio Piracicaba, período entre 1981 e 2010, equivale a 1.487 mm. Os meses de novembro, dezembro e janeiro se apresentaram como os mais chuvosos, com precipitações médias de 233,2 mm, 310,5 mm e 237,0 mm, respectivamente. Os meses junho, julho e agosto compõem o trimestre mais seco, com precipitações médias mensais inferiores a 21 mm para a referida estação. O total de número de dias chuvosos apresentados por esta estação foi de 135 dias.

De acordo com as normais climatológicas da Estação Meteorológica de João Monlevade, período de 1981 a 2010, os meses de outubro a março correspondem aos mais chuvosos, e os meses entre abril e os de menor índice pluviométrico. No ano hidrológico a precipitação mensal varia de 6,3 mm, em julho, a 326,7 mm, em dezembro, com média anual de precipitação igual a 1401 mm, num total anual médio de 93 dias chuvosos. As temperaturas médias anuais variam de 16,7°C a 26,5°C, com média equivalente a 20,7°C, em consonância com a classificação climática Cwa anteriormente caracterizada.

A umidade relativa do ar, conforme dados monitorados na Estação de João Monlevade, apresenta comportamento similar ao da precipitação ao longo do ano, com maior umidade no período chuvoso. A média anual de umidade relativa do ar equivaleu a 76,9%, com maior média em dezembro, mês mais chuvoso, equivalente a 81,5%. A evaporação apresenta uma relação inversa com a umidade relativa do ar, sendo que no período avaliado na Estação de João Monlevade os maiores valores de evaporação ocorrem entre os meses de julho e outubro, período coincidente a baixos volumes de precipitação. A evaporação anual total da referida estação equivaleu a 705 mm.

Figura 81 Classificação climática de Köppen das Áreas de Estudo Regional e Local



11.5.3.3 Aspectos Climatológicos e Meteorológicos na Área de Estudo Local

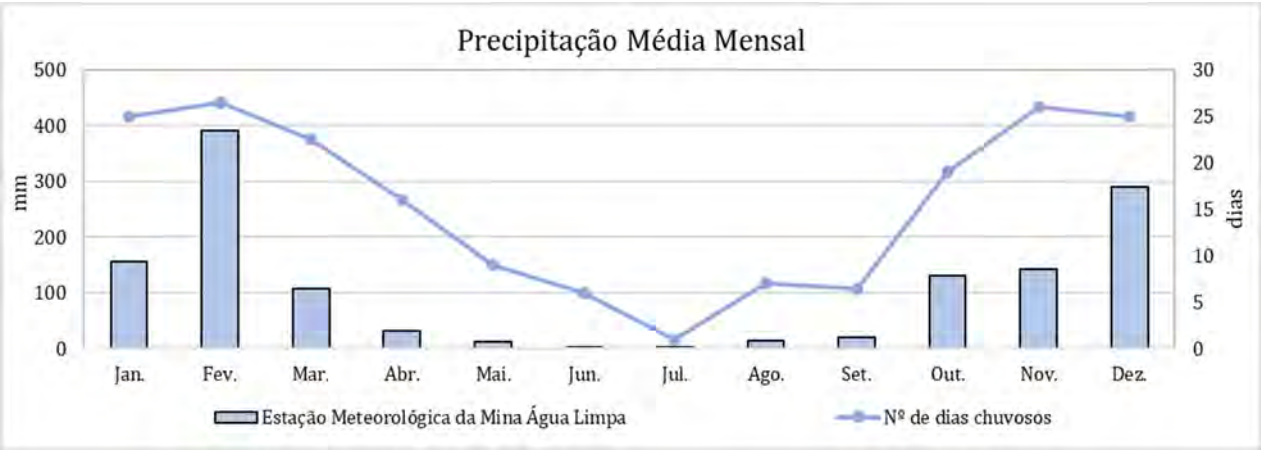
Conforme mencionado, a caracterização climática e meteorológica da AEL foi realizada considerando-se os dados primários coletados na Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa.

Precipitação

Na estação da Mina de Água Limpa, período avaliado entre 2016 a 2018, a precipitação média acumulada anual foi de 1.298,8 mm. Conforme observado na Figura 82 , a precipitação mensal acumulada registrada em fevereiro equivaleu a 391,2 mm, correspondendo ao mês mais chuvoso. De acordo com a mesma figura o número de dias chuvosos foi de 190 dias, consideravelmente maior do que aquele apresentado pelas normais climatológicas das estações de Rio Piracicaba (135 dias) e João Monlevade (93 dias). Uma justificativa para o maior registro de número de dias chuvosos pela estação da Mina Água Limpa deve-se a ocorrência de um período de chuvas intensas entre janeiro e fevereiro de 2020 no estado de Minas Gerais de modo geral. Estas originaram devido à ocorrência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), favorecida pela configuração de ventos e convergência de umidade ocorrida no período (INMET, 2020).

Conforme apresentado no Quadro 69 e na Figura 82 , as estações seca (junho, julho e agosto) e chuvosa (novembro, dezembro e janeiro) são bem definidas, segundo os dados da estação em pauta.

Figura 82 Precipitação média mensais e dias chuvosos de acordo com a Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa (2018-2020)



Quadro 69 Dados de precipitação média mensal de acordo com a Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa (2018 - 2020)

Fonte: Vale (2020)

Mês	Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa	
	Precipitação mensal (mm)	Nº de dias chuvosos
Jan.	156,2	25
Fev.	391,2	27
Mar.	108,4	23
Abr.	31,5	16
Mai.	13,1	9
Jun.	2,5	6
Jul.	0,1	1
Ago.	13,5	7
Set.	20,1	7
Out.	130,9	19
Nov.	142,2	26
Dez.	289,1	25
Total Anual	1298,8	190

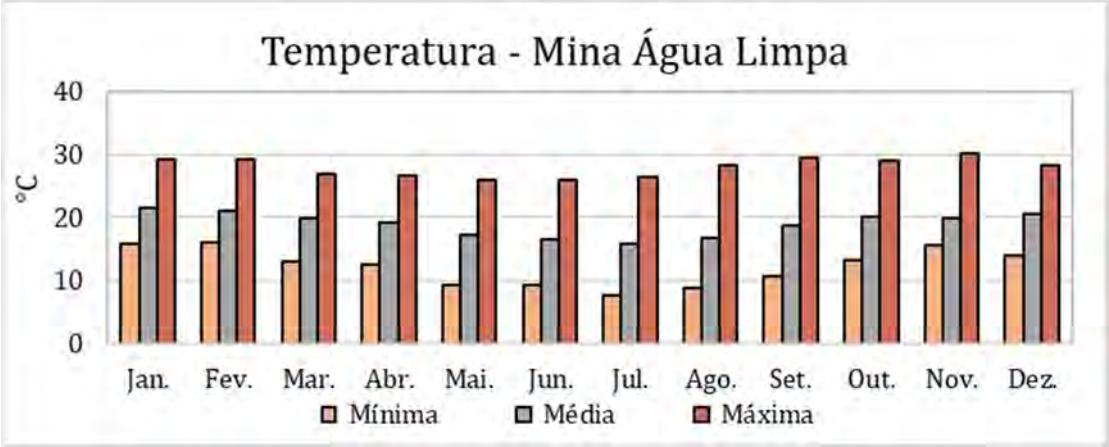
Temperatura

A estação da Mina de Água Limpa apresentou amplitude térmica média anual de 6,7°C, sendo o mês de janeiro o mais quente, com temperatura média de 21,4°C; o mês de julho foi o mais frio, com temperatura média de 15,8°C, conforme Figura 83 e no Quadro 70. A temperatura mínima média registrada foi de 7,8°C, em julho, e a máxima média equivalente a 30,3°C, em novembro.

Esta estação está alocada em área operacional, com uso do solo predominantemente antrópico. Essa localização pode ocasionar interferência local nos registros de temperatura medidos, apresentando maiores amplitudes térmicas, por exemplo. Isto porque, áreas com vegetação tendem a apresentar maiores índices de umidade relativa do ar, e, portanto, menores amplitudes térmicas, haja visa que as partículas de água contidas na atmosfera promovem a maior conservação da temperatura que no ar mais seco.

Ao se analisar a tendência temporal das temperaturas e das precipitações, observa-se que o trimestre entre junho e agosto se apresenta como o mais seco e o mais frio, enquanto novembro, dezembro e janeiro compõem o período mais quente e chuvoso.

Figura 83 Temperaturas médias de acordo com Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa (2018-2020)



Quadro 70 Dados de temperatura de acordo com a Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa (2018 - 2020)

Fonte: Vale (2020)

Mês	Temperatura Mínima Média (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima Média (°C)
Jan.	15,9	21,4	29,2
Fev.	16,0	21,0	29,2
Mar.	13,2	19,9	26,9
Abr.	12,7	19,3	26,8
Mai.	9,4	17,2	26,0
Jun.	9,4	16,6	25,9
Jul.	7,8	15,8	26,5
Ago.	8,8	16,8	28,4
Set.	10,7	18,7	29,4
Out.	13,2	20,0	29,0
Nov.	15,6	19,9	30,3
Dez.	14,1	20,5	28,3
Média anual	12,2	18,9	28,0

Direção e Velocidade dos Ventos

Para a caracterização do regime dos ventos foram utilizados dados horários de direção e velocidade dos ventos para a estação da Mina Água Limpa, entre 01 de junho de 2018 a 17 de junho de 2020, de modo a representar o comportamento eólico durante num período de 2 anos consecutivos. Para essa caracterização foi utilizado o *software WRPlot View*.

A Figura 84 apresenta a rosa dos ventos obtida. Ao se analisar esta figura nota-se a predominância de ventos provenientes da região entre nordeste, sendo direcionados para a região sudoeste. Na Figura 85 é possível verificar a distribuição de ocorrência das velocidades dos ventos, sendo registrados ventos calmos (velocidade inferior a 0,5 m/s) em 3,4%. A velocidade dos ventos mais frequente, com 71,5% dos registros, encontra-se no intervalo entre 0,5 m/s e 2,1 m/s, sendo a média da velocidade dos ventos equivalente a 1,6 m/s.

Figura 84 Rosa dos ventos – Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa

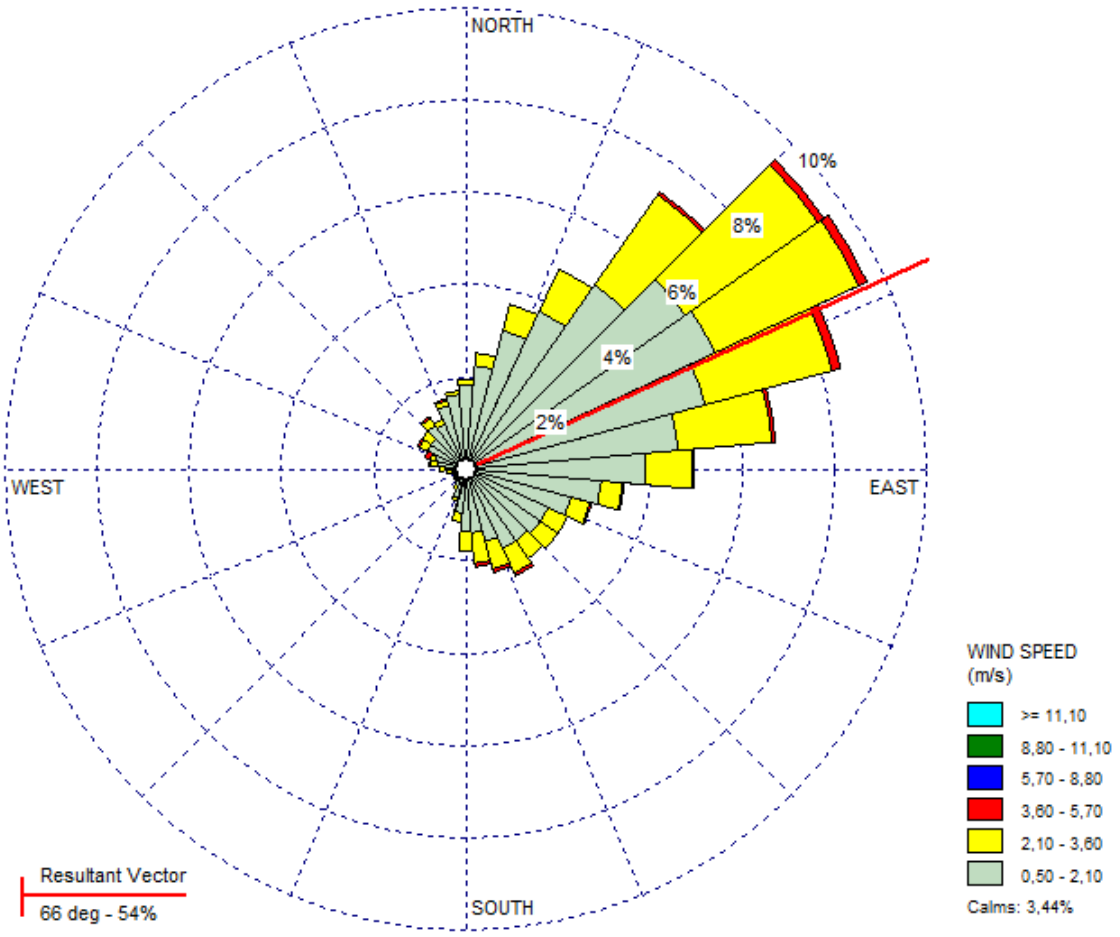
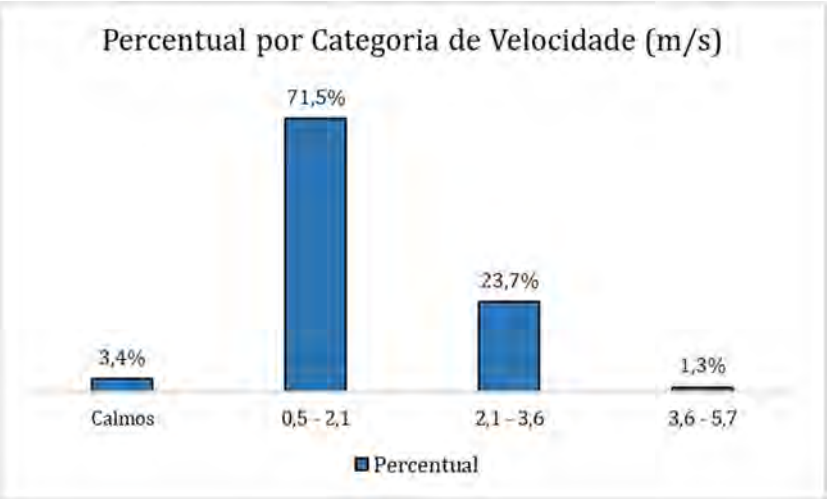


Figura 85 Distribuição percentual das velocidades dos ventos – Estação Meteorológica da Mina de Água Limpa



11.5.4 Geologia

11.5.4.1 Metodologia

O diagnóstico geológico da área do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto de Água Limpa** foi elaborado a partir dos dados secundários referenciados no 11.5.1- Introdução e metodologia geral; e, mais especificamente, com base em dados de estudos ambientais realizados para a Mina de Água Limpa e informações obtidas no levantamento do campo da equipe de Meio Físico da Sete em agosto de 2020. Os estudos utilizados, tanto aqueles da Mina de Água Limpa elaborados para a Vale, quanto estudos geológicos específicos do Quadrilátero Ferrífero, são referenciados ao longo do texto.

As principais bases cartográficas e referências utilizadas na elaboração dos mapas e textos geológicos foram:

- Mapa Geológico de João Monlevade (Folha Parcial da carta SE.23-Z-D-IV-4), em escala 1:50.000, elaborada para o Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa em convênio da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com a Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMIG), no âmbito do Projeto Integração Quadrilátero Ferrífero (BALTAZAR et. al, 2005);
- Carta Geológica ao Milionésimo – Folha Belo Horizonte SE.23, Programa Geologia do Brasil (CPRM, 2004).

11.5.4.2 Contextualização Geológica da Área de Estudo Regional

A Área de Estudo Regional (AER) do Projeto situa-se na borda oeste do Cráton São Francisco, tendo, a leste, o sistema brasiliano Mantiqueira e, a oeste, o compartimento geológico do Quadrilátero Ferrífero. A área estudada abrange as porções oeste e extremo nordeste do Quadrilátero Ferrífero (QF), conforme mostra a Figura 86 , que representa as principais unidades geológicas deste compartimento, incluindo os distritos isolados de João Monlevade-Rio Piracicaba e de Itabira, ambos no extremo nordeste.

O QF compreende uma província metalogenética que abriga, dentre outros recursos minerais, importantes depósitos de minério de ferro do estado de Minas Gerais. Sua compartimentação abrange uma área de aproximadamente 7.000 km^2 e é definida por serras alinhadas segundo um formato quadrandular, formadas por extensas dobras em sinclinais e anticlinais (Serra do Curral, Moeda, Dom Bosco, Ouro Fino, Gandarela) (Figura 86 , que são compostas por litologias dos Supergrupos Minas (itabiritos, quartzitos e filitos), assentadas em litologias do Supergrupo Rio das Velhas (xistos variados e rochas de origem vulcânica) e do embasamento cristalino (complexos granito-gnáissicos). As unidades geológicas do QF são truncadas por falhas de empurrão de direção geral norte-sul, com vergência para oeste ou segundo a direção leste-oeste e vergência para norte ou sul.

O território da Área de Estudo Regional extrapola os limites do compartimento do Quadrilátero Ferrífero, conforme mostra o mapa geológico em escala mais abrangente (base CPRM, 2005, 1:260.000), apresentado na Figura 87 , sendo assim compartimentado geologicamente:

- Porção sul-sudoeste da AER, onde domina um relevo mais movimentado de altitudes elevadas (1200 a 1500 m, podendo ultrapassar os 2000 m), na região das serras do Caraça, Ouro Fino e Batatal, em domínio de unidades geológicas da borda oeste do Quadrilátero Ferrífero (QF), correspondentes às rochas do Grupo Itacolomi (quartzitos) e do Supergrupo Minas (xistos, filitos, quartzitos, dolomitos e itabiritos);
- Porções noroeste-norte-nordeste da AER, com altitudes um pouco menos elevadas (entre 900 – 1200 m), na região das serras da Água Lima, Seara e Três Antas/ do Andrade, onde estão presentes unidades geológicas do Distrito Ferrífero de João Monlevade-Rio Piracicaba, que compreende um compartimento isolado no extremo nordeste do QF, constituído por unidades litológicas dos Supergrupos Minas (xistos, filitos, quartzitos, dolomitos e itabiritos) e Rio das Velhas (associação de rochas metessedimentares, metamáficas e metaultramáficas do tipo *greenstone belt)*;
- Porções centro-oeste e leste, com altitudes mais baixas (600 até 900 m) e caracterizado por "mares de morros", em domínio dos complexos cristalinos ortognáissicos que recebem denominações variadas e constituem o embasamento das demais unidades do QF. Na AER, são representados por rochas granito-gnáissicas dos Complexos Santa Bárbara, Belo Horizonte e Guanhães (porções central e oeste do território) e por rochas granitóides, ortognáissicas, migmatíticas e granulíticas dos Complexos Mantiqueira e Acaiaca (porções leste e sudeste do território).

Figura 86 Contexto regional do projeto em relação ao arcabouço do Quadrilátero Ferrífero

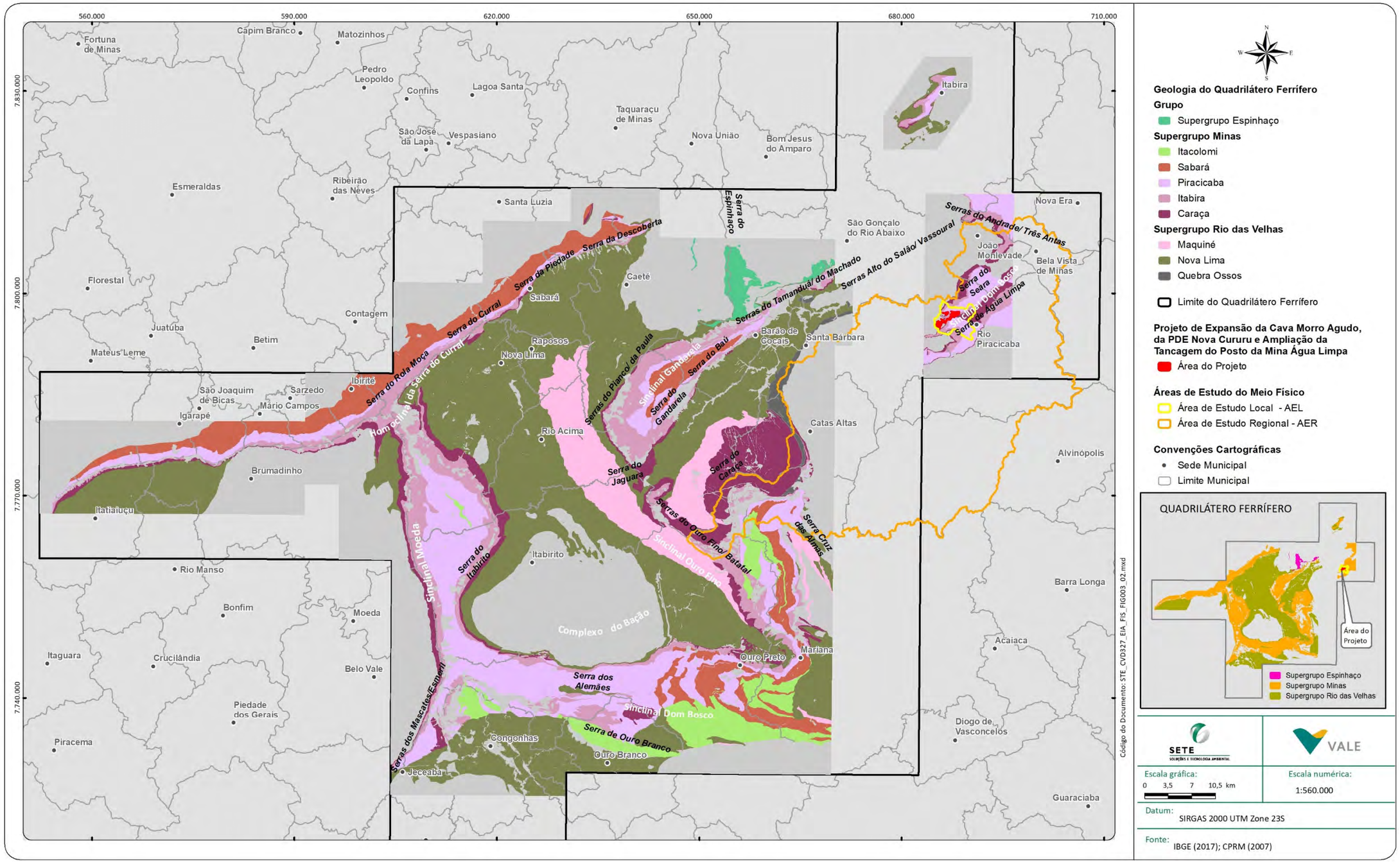
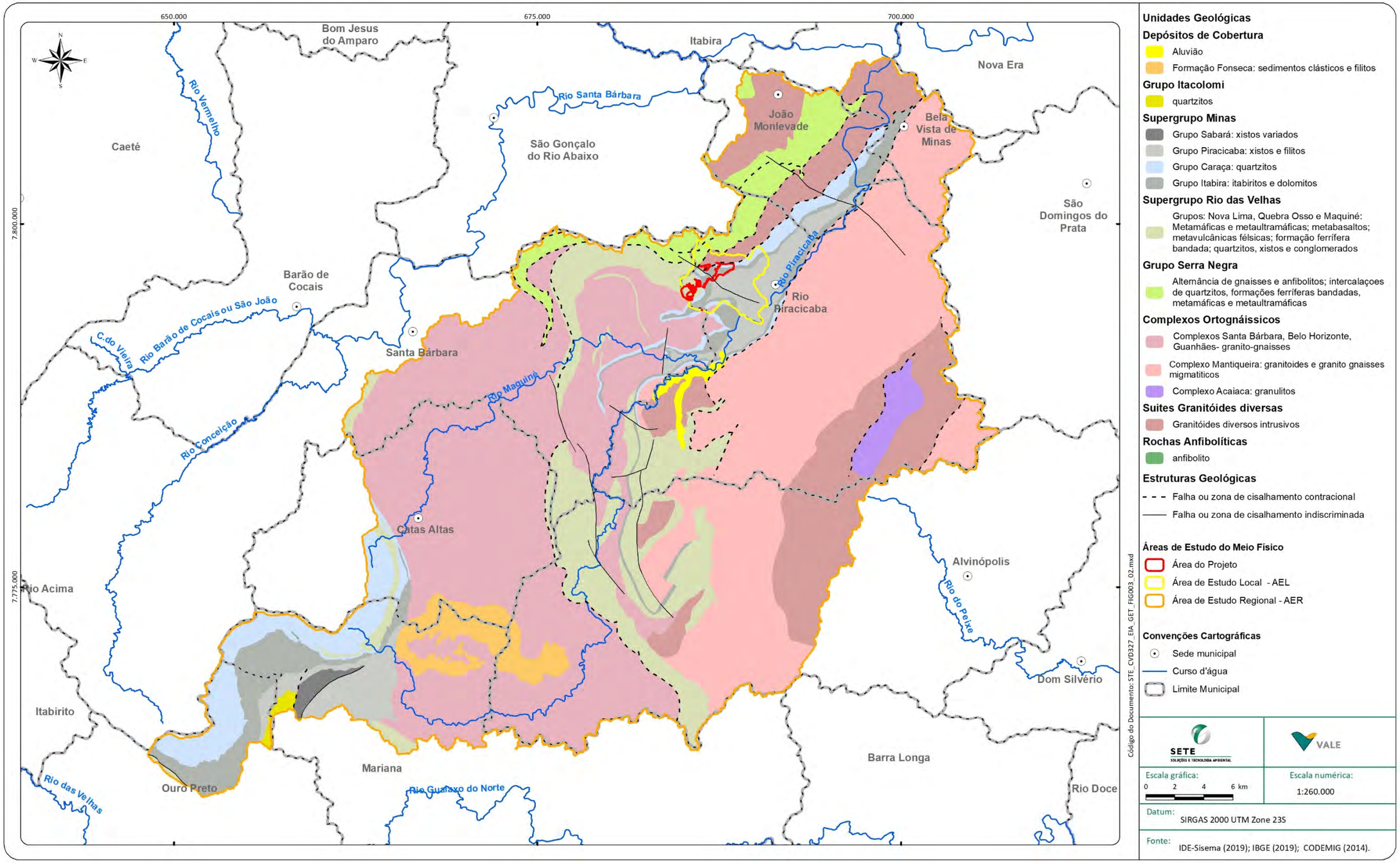


Figura 87 Mapa geológico da Área de Estudo Regional (AER)



11.5.4.3 Geologia da Área de Estudo Local

As Áreas de Estudo Local (AEL) e do Projeto são representadas no mapa geológico da Figura 88 , na escala 1:30.000, elaborado com base no Mapa Geológico de João Monlevade (BALTAZAR *et. al*, 2005). A AEL está inserida no Distrito Ferrífero João Monlevade-Rio Piracicaba, extremo nordeste do Quadrilátero Ferrífero.

Conforme mostra o mapa geológico da AEL (Figura 88), em termos de estruturas geológicas a área é caracterizada por uma sequência de escamas de litologias do Supergrupo Minas, superpostas por uma tectônica de cisalhamento dúctil do tipo cavalgamento. Observam-se neste mapa as seguintes estruturas: sinclinal Seara, porção norte; sinclinal Morro Agudo, oeste; anticlinal e sinclinal Morro da Água Limpa, porção central; e anticlinais do Elefante e Talho Aberto, porção leste-sudeste (BALTAZAR *et. al*, 2005). Ao centro ocorre uma extensa falha transcorrente - Falha Rio Piracicaba, que se estende por aproximadamente 12 km na direção geral oeste-leste (TOTAL, 2018).

As unidades litoestratigráficas presentes na AEL, da base para o topo, compreendem: complexos Santa Bárbara (A3sb), Guanhães (A3gu) e Mantiqueira (A3m) (unidade não representada no recorte da AEL); Grupo Caraça indiviso - PP1mc (qx) (Supergrupo Minas); Formação Cauê – PP1mic (h) do Grupo Itabira (Supergrupo Minas); Grupo Piracicaba indiviso– PP1mp (qx/ff/gn) (Supergrupo Minas); e depósitos de cobertura terciários e quaternários que recobrem parte das litologias e que não estão representados na escala do mapa (BALTAZAR *et. al*, 2005).

O Complexo Santa Bárbara é constituído por gnaisses e migmatitos de composição tonalítica, granodiorítica e granítica, constituídos essencialmente por quartzo, plagioclásio, biotita, feldspato potássico e carbono (BALTAZAR *et. al*, 2005; WATERGEO, 2020). Na AEL estas litologias estão presentes na região de cabeceiras do córrego Vale das Cobras e nas porções oeste e norte da Mina de Água Limpa. As coberturas de solos residuais e saprolíticos são predominantes e de coloração rosada a avermelhada e de textura argilo-arenosa a silto-argilosa. Na vertente norte do Morro do Elefante verifica-se um afloramento de rocha granito-gnáissica sã do Complexo Santa Bárbara. O Complexo Guanhães ocorre em uma porção localizada no extremo noroeste da AEL, e é formado por gnaisses anfibolíticos com intercalações de gnaisses graníticos, anfibolitos, quartzitos e formação ferrífera. As rochas intemperizadas se assemelham às verificadas no Complexo Santa Bárbara, sendo de difícil separação visual.

As unidades litoestratigráficas do Supergrupo Minas ocorrem a norte e a sul da Falha Rio Piracicaba, dispostas segundo sudoeste-nordeste nos flancos e núcleos dos sinclinais Morro da Água Limpa e Morro Agudo (ao sul) e Seara (ao norte) e dos anticlinais Córrego das Cobras (sul) e Talho Aberto/ Elefante (norte-sul). O Supergrupo Minas é representado pelos grupos Caraça, Itabira e Piracicaba, dispostos segundo direção SW-NE e em discordância angular sobre o embasamento dos complexos granito-gnáissicos (Santa Bárbara e Guanhães), nas porções noroeste e sudoeste da AEL, sendo o contato concordante com a foliação (TOTAL, 2018; SETE, 2020).

O Grupo Caraça ocorre na forma de um cinturão alongado, apresentando posicionamento linearizado, com forte componente estrutural e não individualizado em mapa nas Formações Moeda (base) e Batatal (topo) (SETE, 2020). A base, que corresponde à Formação Moeda é representada por quartzitos micáceos de granulação média, com intercalações de níveis de quartzo recristalizados e níveis micáceos. O topo, representado pela Formação Batatal, se sobrepõe aos quartzitos e é representada por filitos, xistos, quartzo xistos e raros intervalos de xistos carbonosos observados nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico. Quando frescos os filitos apresentam coloração acinzentada. O contato entre as duas unidades do Grupo Caraça é brusco, provavelmente tectonizado. Na cava Morro Agudo podem ser observados boudins de hematita compacta no contato dos xistos da Formação Batatal com a formação ferrífera da Formação Cauê/ Grupo Itabira.

A unidade intermediária, Grupo Itabira, é representada por uma espessa sequência de itabiritos da Formação Cauê, na base, e por anfibolitos da Formação Anfibolito Sítio Largo no topo (SETE, 2020). Os itabiritos desta unidade são caracterizados em detalhe adiante, com base em estudos geológicos realizados na Mina de Água Limpa (WATERGEO; 2020).

O topo da sequência compreende o Grupo Piracicaba, representado por quartzitos ferruginosos, sericita xistos quartzo-xistos e intercalações formação ferrífera. O Grupo Piracicaba nesta região não ocorre de forma individualizada nas unidades formais das demais localidades do QF (formações Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro). O quartzito ferruginoso (Grupo Piracicaba) ocorre intercalado a sericita xisto e aos itabiritos da Formação Cauê no topo da sequência litológica. As ocorrências mais expressivas de quartzitos ferruginosos encontram-se na cava Espigão do Pico, onde pode ser observados corpos tabulares desta litologia, associados a sericita xistos e a itabiritos. O bandamento é gerado pela intercalação de bandas ferruginosas e quartzosas (WATERGEO; 2020). Os sericita xistos ocorrem em geral bastante foliados, de granulação muito fina, constituídos basicamente por filito– xisto micáceos (sericita-muscovita) contendo intercalações de quartzitos com filito–xistos, coloração amarronzada a amarelada, e eventualmente contendo veios de quartzo em geral concordantes com a foliação e acamamento. O contato é gradacional para os quartzitos ferruginosos (WATERGEO; 2020).

As litologias acima descritas constituem as rochas encaixantes do minério itabirítico na Mina Água Limpa e são materiais considerados estéreis.

Na AEL e na Mina de Água Limpa, ocorrem coberturas cenozóicas representadas por cangas, lateritas e solos coluvionares ou residuais. As cangas e lateritas ocorrem restritas a áreas de domínio dos corpos ferruginosos (quartzitos ferruginosos e itabiritos) e são constituídas por fragmentos de itabirito e canga preexistente, em uma matriz silto-argilosa, cimentada por limonita e goethita, formando crostas descontínuas muitas vezes com poucos metros de espessura. Apresentam-se em geral bastante intemperizadas. As lateritas são ricas em ferro e alumina (Al_2O_3). Sua ocorrência é mais restrita, não formando espessas carapaças ferruginosas, já tendo sido em parte removida nas áreas de lavra da mina (TOTAL, 2018; WATERGEO; 2020).

Os solos identificados são residuais e coluvionares, de espessura variável, coloração variada e granulometria variável, geralmente recobrindo unidades litológicas nas encostas ou nas porções topograficamente mais baixas. O tipo e coloração do solo variam conforme o domínio de um litotipo e grau de intemperismo.

Tectônica na área da Mina Água Limpa e entorno

De acordo com ENDO (2018 *apud* WATERGEO, 2020), é possível caracterizar pelo menos quatro fases de deformação responsáveis pela conformação do arcabouço estrutural da região da Mina Água Limpa e seu entorno, assim distinguidas:

- **Fase 1**: caracterizada por megadobra recumbente e vergente para S-SW.
- **Fase 2**: fase coaxial à fase F1, responsável pela formação da megadobra recumbentese vergente para S-SW (*nappe* Monlevade-Piracicaba), que cavalgou as litologias do Supergrupo Minas sobre o embasamento granito-gnáissico do Complexo Santa Bárbara. A *nappe* Monlevade-Piracicaba é sobreposta, a oeste, pelo Complexo Mantiqueira por meio da Falha Rio Piracicaba. Verifica-se uma segmentação das unidades litológicas nesta megadobra por meio de falhas reversas em geometria duplex. No final desta fase, ocorreu o redobramento do flanco normal da megadobra, na região em que estão posicionados os corpos mineralizados das cavas Espigão do Pico (E-W), Morro Agudo, Cururu (N-S) e Água Limpa (E-W). Os eixos deste redobramento se orientam segundo E-SE paralelo ao eixo de dobramento da fase F2 principal.
- **Fase 3**: encurtamento segundo a direção N-S, caracterizado pelas seguintes estruturas rochosas: lineação de crenulação de direção E-W; dobras de médio porte com clivagem de crenulação e vergência para norte; e zonas de cisalhamento localizadas. Possível reativação da Falha Morro Agudo.
- **Fase 4**: encurtamento segundo E-W, com as seguintes estruturas: lineação de crenulação N-S; dobras médias com clivagem de crenulação e vergência para leste; redobramento do eixo segundo N40°E, horizontalizando as camadas ao longo; e reativação da Falha Rio Piracicaba com geração da Falha Bicas, com transporte segundo N-W.

Detalhamento dos Corpos itabiríticos (Formação Cauê) na Mina de Água Limpa

Os itabiritos e hematititos da região da Mina de Água Limpa, com destaque para a área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, estão intensamente metamorfizados e fortemente deformados. Segundo Watergeo (2020) na área da cava principal de Morro Agudo estão alojados corpos de minério de ferro bastante dobrados, enquanto, na área da cava Espigão do Pico encontram-se corpos de formações ferríferas mais alongados, com dimensões variáveis desde alguns metros a poucas centenas de metros.

Os principais tipos de formações ferríferas identificados são descritos a seguir (WATERGEO, 2020):

- Hematitas Friáveis: têm coloração cinza prateada e são constituídas por hematitas especularíticas, que ocorrem nas áreas das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico. São ocorrências lenticulares, com espessuras métricas e por vezes associadas com hematitas compactas. Apresentam teor médio de ferro global da ordem de 65,82%, com baixos contaminantes (Al_2O_3, P e Mn);
- Hematitas Compactas: têm coloração cinza azulada e são caracterizadas por corpos extremamente duros/tenazes; os minerais presentes estão totalmente recristalizados, orientados e estirados em torno do mergulho (*plunge*) 120° ou S30E. Apresentam teor médio de ferro global de 65,38;
- Hematitas Anfibolíticas: trata-se de hematitas também em geral compactas, onde, frequentemente, podem ser observadas ripas milimétricas de anfibólio. Apresentam teor médio de ferro global de 63,08% e teores de cálcio e magnésio relativamente elevados, 1,46% e 1,35% em média, respectivamente. Ocorrem principalmente na cava Morro Agudo, sem exposição dos corpos e estão associadas estratigraficamente à base da formação ferrífera;
- Itabiritos Friáveis: litotipo predominante na cava Espigão do Pico, ocorrendo intercalados com quartzitos ferruginosos e sericita xistos. São constituídos principalmente por hematita especularítica e quartzo. Na cava Morro Agudo estes itabiritos apresentam-se com granulação relativamente mais fina e possuem teor médio de ferro global um pouco mais elevado, de 46,45%. O teor médio de ferro global dos itabiritos friáveis na cava do Espigão do Pico é de 39,20% de Fe global. Nesta cava estes litotipos são mais grosseiros, em especial os quartzosos;
- Itabiritos Anfibolíticos: ocorrem em profundidade nas áreas das duas cavas, preferencialmente na base do corpo da formação ferrífera. Ocorrem em corpos pequenos, de dimensões métricas e na forma de lentes. Associam-se aos itabiritos compactos e são mais expressivos na cava Morro Agudo, onde formam espessos pacotes interdigitados nos itabiritos compactos. Apresentam coloração cinza, com teor médio de ferro global de 42,21%, e presença de CaO e MgO;
- Itabiritos Compactos: são itabiritos duros e que ocorrem com grande expressão na cava Morro Agudo. Nesses corpos é possível observar os diversos padrões de dobramentos dessas rochas na Mina de Água Limpa. Podem estar posicionados acima dos itabiritos anfibolíticos ou, lado a lado e interdigitados com estes. Apresentam coloração cinza e teor médio de ferro global de 40,61%.
- Itabiritos Manganesíferos: são itabiritos ricos em manganês, de cor marrom escuro, às vezes preta, que ocorrem de forma expressiva no topo da sequência litológica da formação ferrífera na Mina de Água Limpa. Apresentam teores altos de manganês (3,64% em média) e teores baixos de ferro l (média de 32,67%) e são tipicamente friáveis.

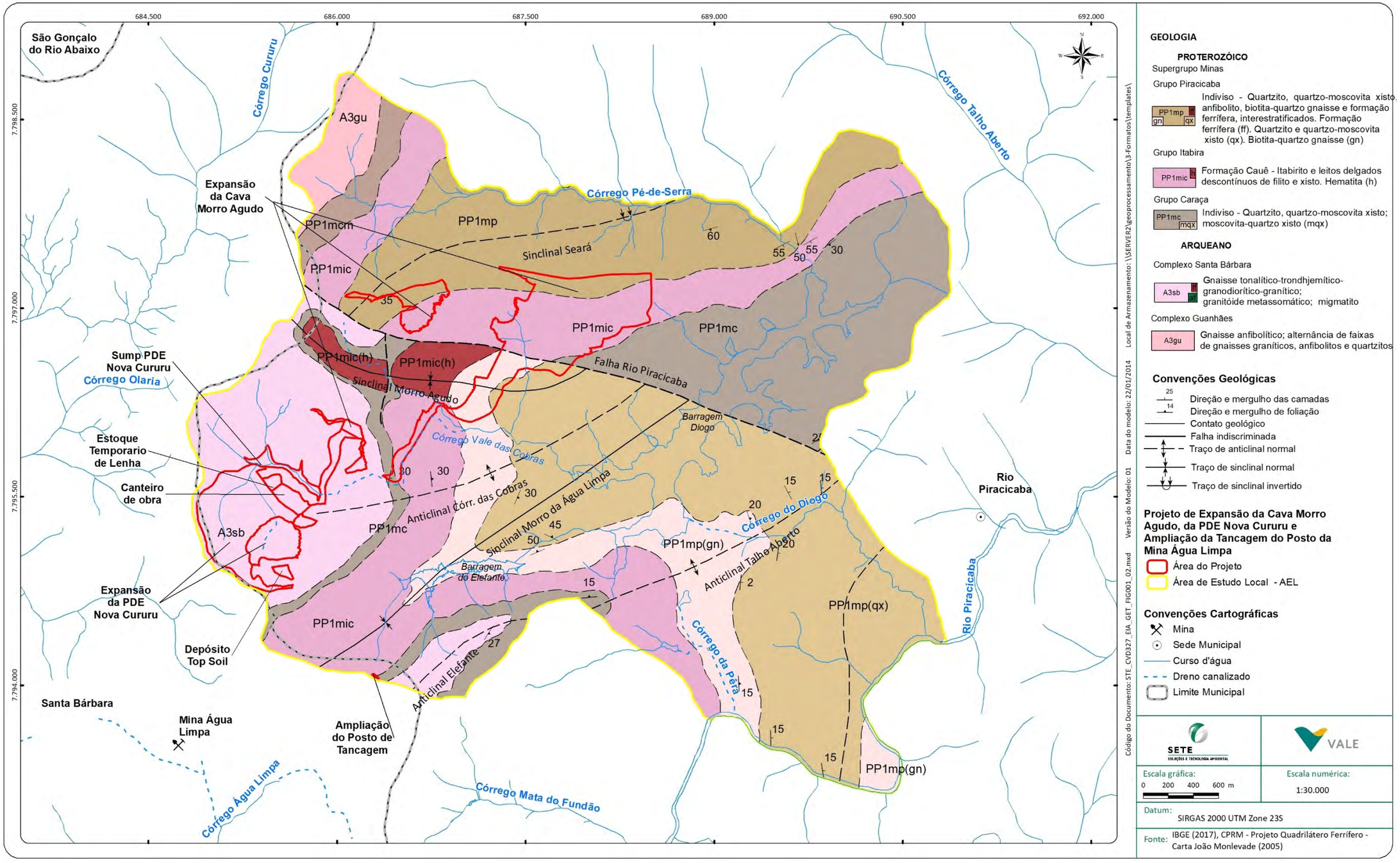
Aspectos geológicos nas áreas destinadas ao Projeto

A lavra nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico desenvolve-se à meia encosta na vertente sul da serra Morro Agudo-Espigão do Pico. Uma das áreas destinadas à expansão da cava fica mais a oeste, entre as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e, a segunda, a leste da cava Espigão do Pico. Ambas estão posicionadas mais ao norte da Falha Rio Piracicaba e praticamente no flanco leste do sinclinal Seara, com núcleo formado por litologias do Grupo Piracicaba indiviso (quartzitos, quartzo-xistos) e flancos compostos por itabiritos diversos da Formação Cauê, com ocorrência dominante de itabirito friável, com intercalações de itabirito compacto e camadas delgadas de itabirito hematítico e de itabirito anfibolítico (detalhados anteriormente).

A área destinada à expansão da PDE Nova Cururu, canteiro de obras, estoque de material lenhoso e *sump* está posicionada a leste do anticlinal Córrego das Cobras, em região de domínio de gnaisses do Complexo Santa Bárbara, com intercalações de anfibolitos e xistos. A empresa Walm realizou em 2018 um estudo geológico-geotécnico nesta área e, segundo este estudo, existem poucos afloramentos de rocha sã, predominando saprolito bastante alterado e xistoso, coloração rosa a esbranquiçada alternando em quartzo-mica xisto e sericita-quartzo xisto, dependendo do maior ou menor teor de quartzo ou de mica (WALM, 2018).

A área destinada à ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa situa-se na região de contato entre itabiritos da Formação Caué e quartzo-xistos do Grupo Caraça indiviso. Entretanto, cabe destacar que esta área corresponde a uma ampliação (alteração nos tanques de abastecimento) de estrutura já implantada e licenciada, estando assim numa área edificada com piso pavimentado em concreto. Portanto, não ocorre afloramento do substrato rochoso neste local.

Figura 88 Mapa geológico da área de estudo local (AEL) e da área do Projeto



Registros fotográficos

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 30 Bancas de lavra na cava Morro Agudo, com intercalações de corpos de hematitas e itabiritos (compactos e friáveis).

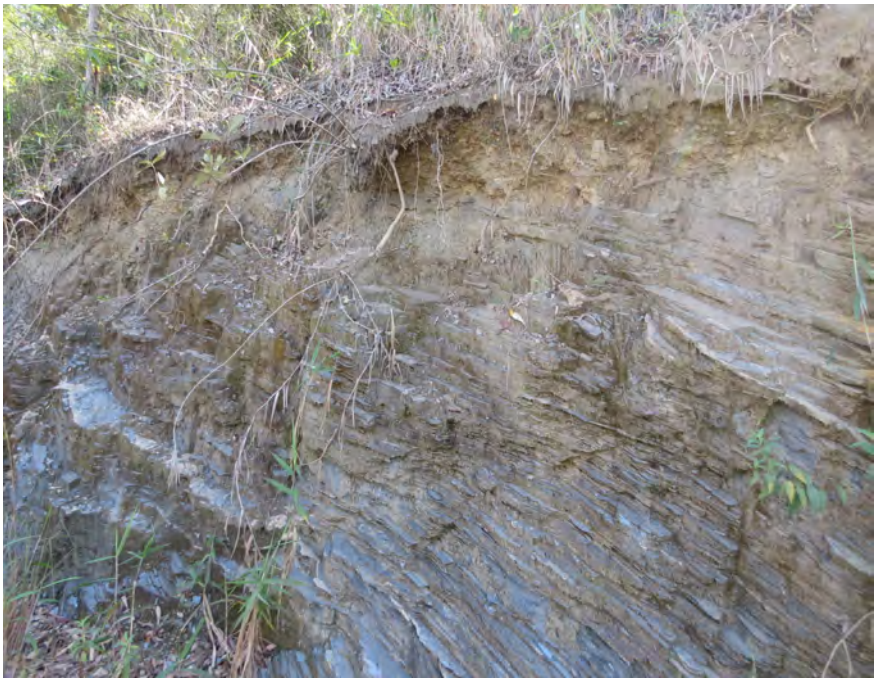


Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 31 Afloramento de itabirito anfibolítico no acesso à cava Morro Agudo.

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 32 Ao fundo, lavra a meia encosta da cava Espigão do Pico, com intercalações de itabiritos variados e quartzo-xistos. No lado direito desta lavra tem-se a área destinada a expansão da cava, coberta por vegetação.

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 33 Afloramento de quartzo xisto intensamente dobrado que compreende material estéril da lavra de minério de ferro na cava Morro Agudo.

Foto: : Lais Jales/imagem de drone, 2020

Foto 34 Vista aérea (drone) na AEL de erosões desenvolvidas em itabiritos na vertente norte do Morro Agudo (coordenadas UTM: 678878/ 7797215).

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 35 Vista ao fundo de bancadas da cava Morro Agudo, em itabirito friável propenso a movimentos de massa (deslizamentos) (coordenadas UTM 685865/ 7796713).

11.5.5 Hidrogeologia

11.5.5.1 Introdução e metodologia

O diagnóstico hidrogeológico da área de inserção do Projeto em estudo compreende uma síntese do estudo "Análise Hidrogeológica Expansão das Estruturas da Mina Água Limpa – Cavas Morro Agudo e Espigão" elaborado em novembro de 2020 pela empresa Watergeo Solutions contratada pela Vale S/A. O estudo supracitado é apresentado na íntegra no **Anexo 10** deste EIA.

O estudo supracitado (WATERGEO SOLUTIONS, 2020) enfocou na caracterização hidrogeológica da cava Morro Agudo (frentes de lavra Morro Agudo e Espigão do Pico) e seu entorno, na Mina de Água Limpa, onde serão desenvolvidas atividades de extração de minério de ferro pela Vale S/A e suas expansões são objeto de licenciamento.

Os modelos hidrogeológicos conceitual e computacional, ora apresentados, desenvolvidos pela empresa Watergeo Solutions em 2020, abrangem a área de expansão das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e o entorno das mesmas, incluindo a simulação do rebaixamento do nível d'água para operação do plano de lavra final previsto para o ano de 2029, de forma a subsidiar o comportamento hidrodinâmico das unidades hidrogeológicas presentes e possíveis alterações nos recursos hídricos, decorrentes do desaguamento das cavas.

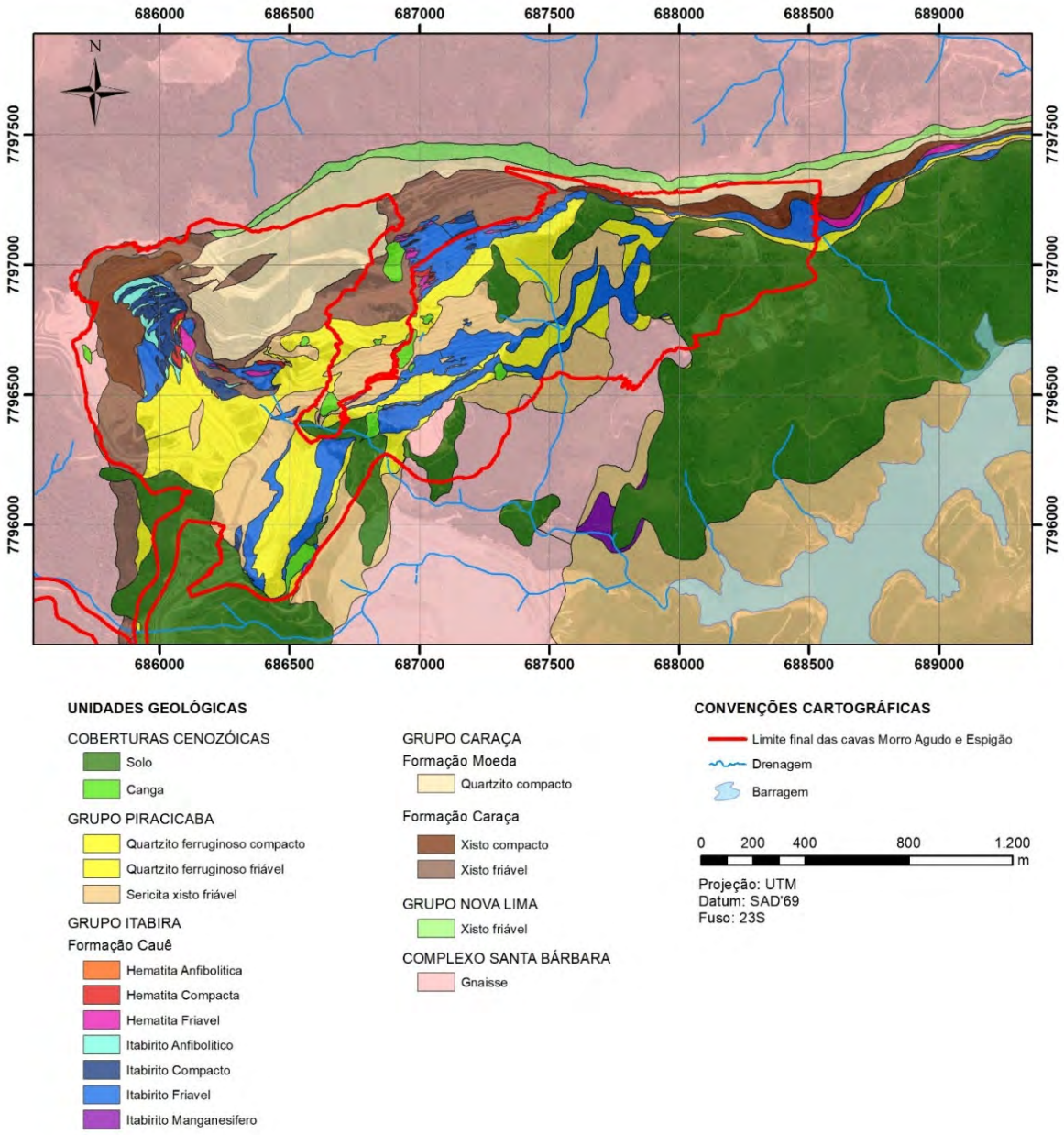
Este diagnóstico objetiva caracterizar os recursos hídricos subterrâneos no âmbito deste Projeto em estudo, sendo apresentado na forma de síntese dos itens do estudo hidrogeológico elaborado pela Watergeo Solutions (2020):

- Caracterização geológico-estrutural.
- Inventário de pontos d'água.
- Monitoramento hídrico: hidrogeológico e hidrológico.
- Modelo hidrogeológico conceitual: unidades hidrogeológicas; parâmetros hidráulicos; características hidroquímicas; e condições de fluxo subterrâneo.
- Modelo hidrogeológico computacional: descrição do modelo; propriedades hidrodinâmicas; condições de contorno, calibração do modelo e simulação do rebaixamento do nível d'água.
- Avaliação de alterações nos recursos hídricos.
- Avaliação da recuperação do nível d'água; e
- Conclusões.

11.5.5.2 Caracterização geológico-estrutural regional e local

No âmbito do estudo hidrogeológico realizado para a área destinada à expansão das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, onde será necessário rebaixamento do nível d'água subterrâneo (desaguamento) para a operação das frentes de lavra, e no entorno dessas áreas de cavas, onde poderá ocorrer alteração do comportamento hidrodinâmico dos recursos hídricos subterrâneos, foi elaborado no estudo hidrogeológico supracitado (WATERGEO SOLUTIONS, 2020) um mapa geológico de detalhe, apresentado na Figura 89 . Cabe destacar que a caracterização detalhada das unidades geológicas representadas neste mapa encontra-se apresentada no item 11.5.4 - Geologia, deste EIA.

Figura 89 Mapa geológico da área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e entorno



Fonte: Watergeo Solutions, 2020

11.5.5.3 Inventário dos pontos de água

Segundo Watergeo Solutions (2020) durante o período de estiagem do ano de 2007 (julho, agosto e setembro) a MDGEO realizou um inventário de pontos d'água na Mina de Água Limpa e entorno com cadastro de nascentes, cursos d'água perenes ou intermitentes e pontos de controle em cursos d'água (MDGEO, 2008). Foram cadastrados 56 pontos, compreendendo as sub-bacias dos córregos Pé-de-Serra, Vale das Cobras, Cururu e Olaria, sendo: 38 surgências, 05 drenagens secas e 13 pontos de controle (Figura 90).

Os pontos inventariados (MDGEO, 2008), apresentados no estudo hidrogeológico (WATERGEO SOLUTIONS, 2020) compreendem dados levantados entre julho a setembro de 2007. Alguns desses pontos apresentam atualmente intervenções pelas áreas de cava (AL80 e AL81), pilha de estéril Nova Cururu existente (AL91) e pelo empilhamento drenado Vale das Cobras (AL95, AL99, AL100 e AL111).

O córrego Pé-de-Serra, situado no extremo norte da área, deságua no córrego do Diogo onde está implantada a barragem do Diogo. Esse curso d'água atravessa litologias dos grupos Caraça, Piracicaba e Itabira (Formação Cauê). Nessa sub-bacia foram cadastradas 16 surgências, 07 pontos de controle e 05 drenagens secas; a maior parte das surgências localizada na encosta norte do Morro Agudo, que corresponde a um divisor de águas dos córregos Pé-de-Serra e Vale das Cobras. As surgências cadastradas estão associadas, em geral, a solos coluvionares ou residuais que recobrem as litologias supracitadas. Uma surgência (AL43) relaciona-se a itabirito da Formação Cauê. Segundo MDGEO (2008 *apud* WATERGEO, 2020) há possibilidade de contribuição de água subterrânea do aquífero de itabiritos e hematitas ao córrego Pé-de-Serra no trecho em que este curso d'água atravessa a unidade da Formação Cauê, a jusante do ponto AL43.

No córrego Vale das Cobras, afluente do córrego do Diogo e que também deságua na barragem do Diogo, foram cadastradas 16 surgências e 03 pontos de controle. A porção de montante dessa sub-bacia está inserida em granito-gnaisses (Complexo Santa Bárbara) e as surgências são associadas a solos residuais ou coluvionares. Na porção de jusante, este curso d'água atravessa uma faixa de itabiritos (Formação Cauê) e recebe ainda contribuições de outros dois cursos d'água que drenam as áreas das cavas Morro Agudo e Espigão e atravessam litologias itabiríticas. Segundo MDGEO (2008 *apud* WATERGEO, 2020) somente uma surgência do córrego Vale das Cobras (AL83) está associada aos itabiritos. Pode ocorrer contribuição do aquífero de itabiritos e hematitas (Formação Cauê) às drenagens que cortam as camadas dessa unidade, as quais ocorrem, sobretudo na calha principal do córrego Vale das Cobras, em zonas de contato entre a Formação Cauê e o Grupo Piracicaba.

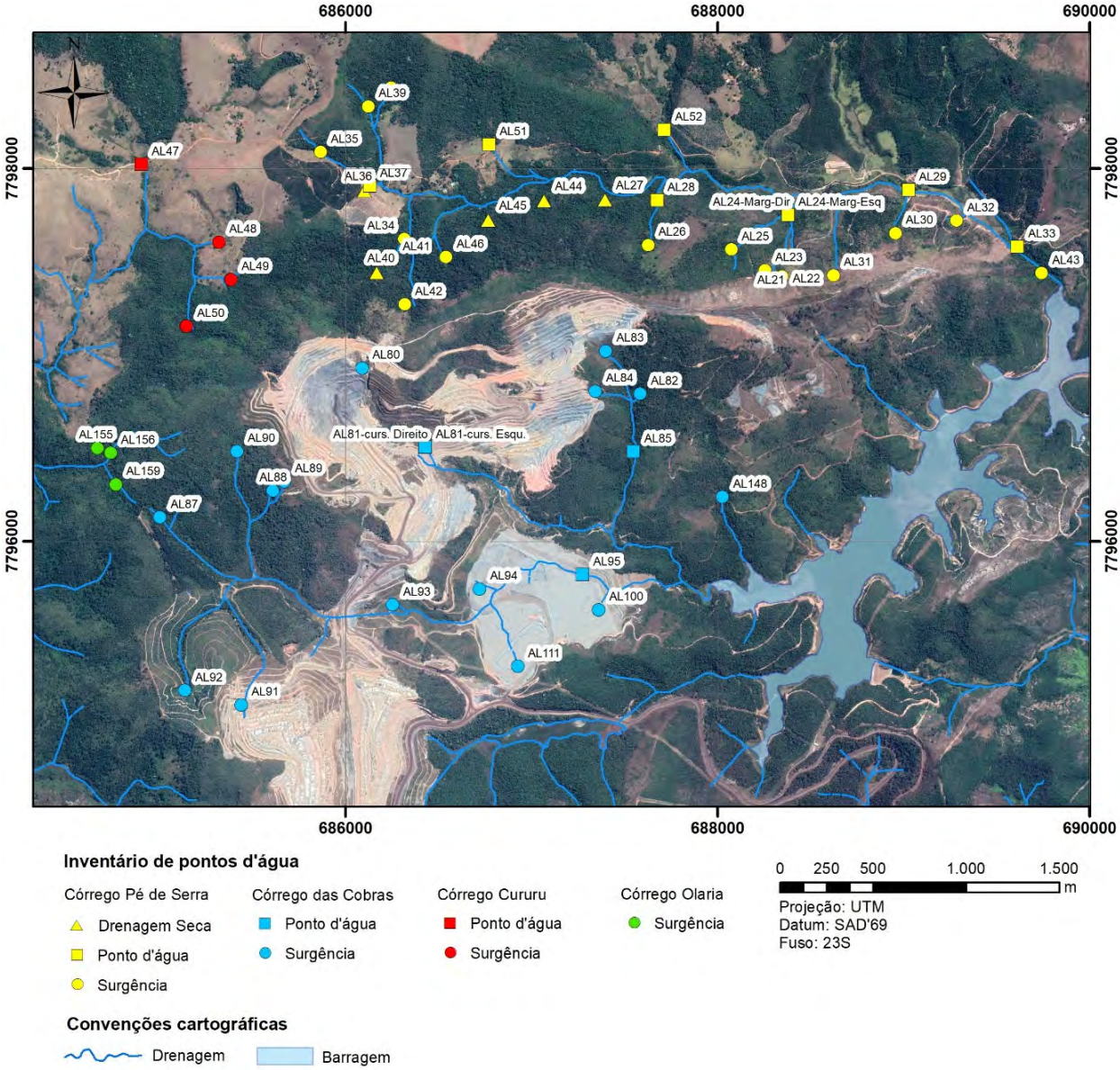
Na sub-bacia do córrego Cururu foram inventariadas 03 surgências e 01 ponto de controle (AL47, AL48, AL49 e AL50), localizadas na porção oeste-noroeste da cava Morro Agudo, e que se relacionam aos solos residuais ou coluvionares de granito-gnaisses do Complexo Santa Bárbara.

Na sub-bacia do córrego Olaria foram cadastradas 03 surgências (AL155, AL156 e AL159), todas relacionadas aos solos residuais e coluvionares de granito-gnaisses do Complexo Santa Bárbara.

As surgências cadastradas no entorno da cava Morro Agudo (Morro Agudo e Espigão do Pico) apresentaram, normalmente, baixas vazões estimadas, iguais ou inferiores a 0,5 L/s; à exceção da surgência AL23, sub-bacia do córrego Pé-de-Serra, com vazão estimada de 1,5 L/s, e da surgência AL93, na sub-bacia do córrego Vale das Cobras, com vazão estimada de 3 L/s.

De modo geral, as surgências inventariadas apresentaram baixos valores de condutividade elétrica, entre 5 e 266 µS/cm, sendo a maioria abaixo de 50 µS/cm, indicando uma baixa salinidade para as águas da região (MDGEO, *op. cit.*), sobretudo aquelas associadas às formações ferríferas (Aquífero Cauê), com um máximo de 28 µS/cm.

Figura 90 Localização dos pontos d'água inventariados no entorno das áreas das cavas Morro Agudo/ Espigão do Pico e da PDE Nova Cururu.



Fonte: Watergeo Solutions, 2020

11.5.5.4 Monitoramento hídrico

Para embasar o estudo hidrogeológico, a empresa Watergeo Solutions (2020) realizou uma compilação e análise de dados de pluviometria, nível d'água subterrâneo e vazão em cursos d'água, os quais são apresentados na íntegra no relatório de hidrogeologia no **Anexo 10** deste EIA.

Pluviometria

Foram analisados dados da Estação Pluviométrica de Rio Piracicaba (código 1943001, operada pela CPRM), entre 1940 e 2020; e dados da Estação Meteorológica da Mina Água Limpa (operada pela Vale) entre 2002 e 2020.

Em síntese os resultados obtidos para a pluviometria foram: precipitação média anual de 1382 mm, máxima de 2212 mm e mínima de 526 mm, na Estação Pluviométrica de Rio Piracicaba; e precipitação média de 1422 mm, com máxima 1887 mm e mínima de 800 mm, na Estação Meteorológica da Mina Água Limpa. A distribuição das chuvas caracteriza duas estações bem definidas: uma chuvosa, com início em outubro e término em março, e uma seca, de abril a setembro.

Cabe ressaltar que os dados de precipitação apresentados no estudo hidrogeológico (WATERGEO SOLUTIONS, 2020), embora resultantes de análise de períodos de monitoramento diferentes, mostram uma boa correlação com aqueles avaliados no item 11.5.3 – Aspectos Climáticos e Meteorológicos deste EIA.

Nível d'água subterâneo

Foram compilados e analisados dados de monitoramento de nível d'água subterrâneo, para o período de junho/2010 a maio/2020, referentes a 107 instrumentos (indicadores de nível d'água – INA; piezômetros – PZ) distribuídos nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e entorno dessas cavas. Deste total, 53 instrumentos encontram-se ativos, 01 instrumento mostra-se jorrante e outros 53 instrumentos estão atualmente inativos.

O nível d'água subterrâneo avaliado por meio dos instrumentos monitorados na cava Morro Agudo variou, de modo geral, entre as cotas 750 e 950 m; na cava Espigão do Pico o nível d´água subterrâneo variou entre as cotas 850 e 1100 m.

Em ambas as cavas não foram verificadas variações consideráveis do nível d'água subterrâneo em um mesmo instrumento analisado, o que é esperado, tendo em vista que o rebaixamento de nível d'água nessas cavas ainda não foi iniciado, sendo que as oscilações observadas estão relacionadas à sazonalidade (WATERGEO SOLUTIONS, 2020).

Vazão dos cursos d'água

Foram compilados e analisados dados de monitoramento de vazão para o período entre abril/2010 a agosto/2016, referentes a três vertedouros instalados em cursos d'água situados no entorno das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, em drenagens pertencentes à sub-bacia do córrego Vale das Cobras. Com a análise dos dados do período citado, verificou-se que esses vertedouros apresentaram baixas vazões, com mínimas monitoradas em torno de 3 L/s. Destaca-se que atualmente esses vertedouros encontram-se destruídos ou assoreados.

11.5.5.5 Modelo Hidrogeológico Conceitual

O modelo hidrogeológico conceitual (WATERGEO SOLUTIONS, 2020) foi elaborado com base na identificação e descrição das unidades hidrogeológicas presentes na área estudada e no comportamento hidrodinâmico dessas unidades, ou seja, na dinâmica do fluxo subterrâneo. Essas informações subsidiaram a elaboração tanto do modelo hidrogeológico conceitual e quanto do modelo computacional (numérico).

O primeiro modelo hidrogeológico conceitual da Mina de Água Limpa foi elaborado pela empresa MDGEO (2008b), englobando toda a região desse complexo minerário, incluindo as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico. Esse modelo conceitual foi utilizado pela Watergeo Solutions (2020) como base para a elaboração do modelo hidrogeológico computacional, apresentado em seguida.

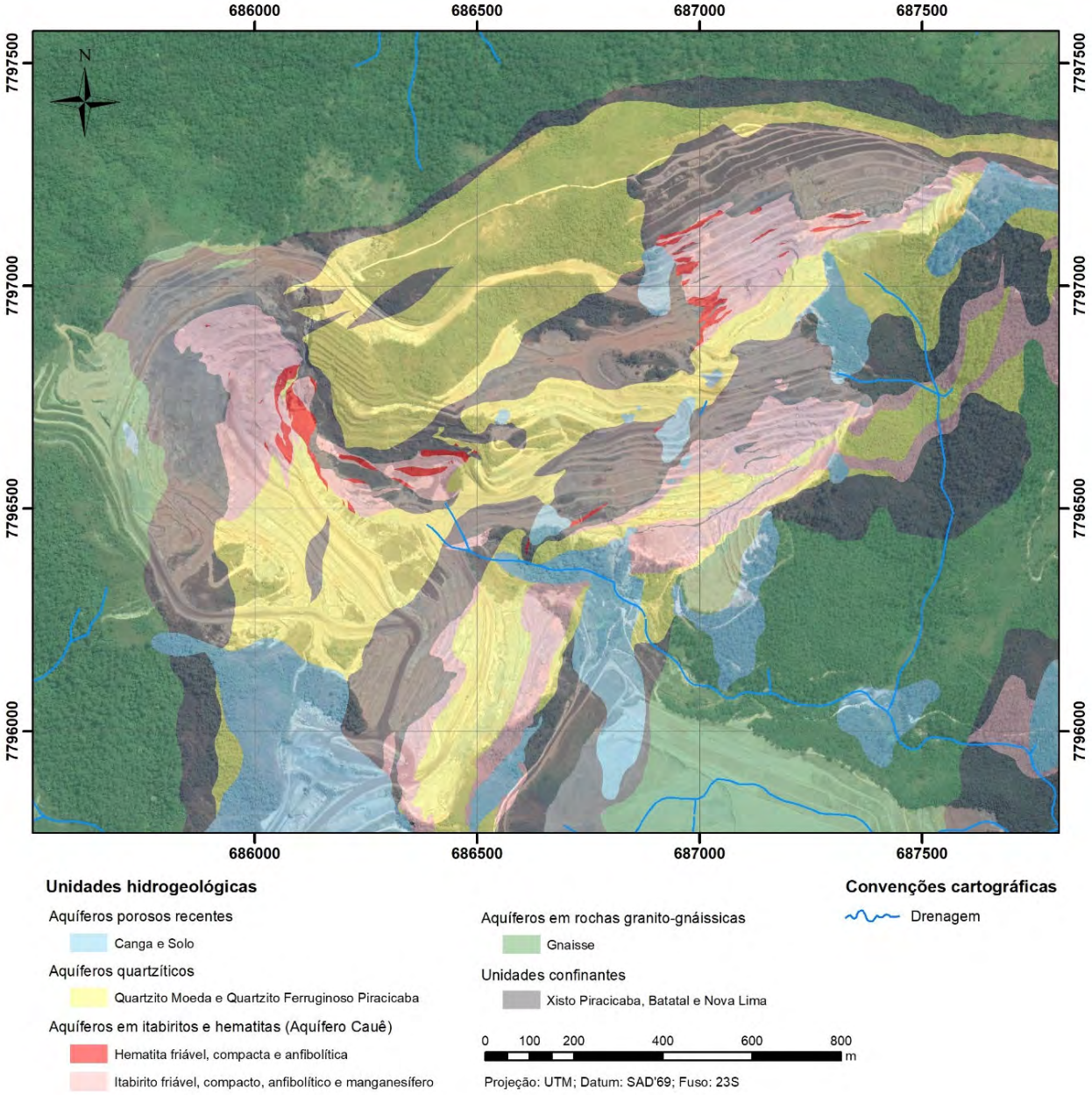
11.5.5.5.1 Unidades hidrogeológicas

As unidades geológicas presentes na área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e entorno foram agrupadas em cinco unidades hidrogeológicas, de acordo com as características litológicas e estruturais predominantes e com o comportamento hidrodinâmico, quais sejam:

- Aquíferos porosos recentes (aquíferos rasos);
- Aquíferos quartzíticos (aquíferos dos grupos Piracicaba e Caraça);
- Aquíferos em itabiritos e hematitas (aquífero da Formação Cauê/ Grupo Itabira);
- Aquíferos em rochas granito-gnáissicas (aquíferos cristalinos);
- Unidades confinantes (aquitardos e aquicludes – xistos e filitos dos Grupos Caraça, Piracicaba e Nova Lima).

A distribuição espacial dessas unidades hidrogeológicas é apresentada no mapa de unidades hidrogeológicas (Figura 91) elaborado pela Watergeo Solutions (2020). Em seguida essas unidades hidrogeológicas são descritas.

Figura 91 Mapa de unidades hidrogeológicas nas áreas das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e do entorno



Fonte: Watergeo Solutions, 2020

Aquíferos porosos recentes (aquíferos rasos)

Compreendem aquíferos rasos, granulares (porosos), livres, descontínuos, muito heterogêneos e anisotrópicos, associados aos depósitos superficiais cenozoicos (mais recentes) compreendendo as cangas e lateritas e dos depósitos de coberturas (aluviões, elúvios, colúvios e solos residuais). Podem apresentar elevadas permeabilidade e capacidade de armazenamento.

Em geral, devido à pequena espessura, não são considerados propriamente como aquíferos, sendo denominados aquíferos rasos.

As cangas apresentam delgada espessura saturada e elevada porosidade e condutividade hidráulica, tendo grande importância na recarga de aquíferos sotopostos, por meio de infiltração das águas pluviais. Segundo MDGEO (2008b *apud* WATERGEO SOLUTIONS, 2020) em geral as cangas não chegam a se manter saturadas durante o período de estiagem, pois ocupam zonas de topografia mais elevada e que devido à elevada permeabilidade são rapidamente drenadas. Representam um fluxo hipodérmico, gerando nascentes no período chuvoso.

Os depósitos de cobertura e solos residuais apresentam em geral espessura e granulometria variável, ocorrem nas encostas e porções mais baixas do relevo, correspondem a aquíferos muito heterogêneos e são mais importantes se desenvolvidos sobre rochas de baixa permeabilidade (xistos e gnaisses pouco fraturados), pois possibilitam a infiltração de águas pluviais nas mesmas. (MDGEO, op. cit.). Esse meio pode apresentar boa capacidade de armazenamento, auxiliando na restituição de água subterrânea aos cursos d'água, porém com vazões reduzidas nos períodos secos. As porções mais argilosas possuem baixa capacidade de armazenamento e permeabilidade.

Aquíferos quartzíticos (aquíferos dos Grupos Piracicaba e Caraça)

Trata-se de unidades quartzíticas dos Grupos Piracicaba e Caraça. De modo geral, compreendem aquíferos do tipo fissural, de permeabilidade secundária, heterogêneos, anisotrópicos e descontínuos, e com reduzida capacidade de infiltração e armazenamento, devido à baixa porosidade efetiva. Neste tipo de aquífero a água é armazenada nos vazios secundários proporcionados pela xistosidade e pelas zonas de falhas, fraturas e fissuras. O quartzito mais alterado, que ocorre como solo residual ou saprolito se comporta como aquífero poroso, onde predomina o fluxo intersticial, sobretudo próximo à superfície ou ao contato com as formações ferríferas (WATERGEO SOLUTIONS, 2020.).

O aquífero relacionado aos quartzitos do Grupo Caraça apresenta-se, em geral, bastante maciço e com desenvolvimento de porosidade fissural, relacionada às fraturas da unidade litológica. Como o quartzito dessa unidade apresenta baixo grau de fraturas abertas, camadas menos espessas e intercalações filíticas, mesmo tratando-se de um sistema aquífero fissural, apresenta, de modo geral, baixas condutividade hidráulica e capacidade de armazenamento, e, assim, baixo potencial hidrogeológico.

O aquífero em quartzito do Grupo Piracicaba é formado por intercalações de camadas de quartzitos, quartzitos ferruginosos e de filito. É comum as camadas de quartzitos apresentarem-se alteradas e bastante friáveis. Predomina nesta unidade a porosidade primária (intersticial), sendo a porosidade fissural de menor significância. De modo geral, apresenta um alto potencial hidrogeológico, entretanto inferior ao do aquífero em itabiritos e hematitas da Formação Cauê.

A presença de intercalações de filitos e xistos de baixa permeabilidade nesses quartzitos favorece a anisotropia da unidade como um todo, a diminuição da permeabilidade e do potencial hidrogeológico, conferindo assim uma heterogeneidade ao conjunto.

Aquíferos em itabiritos e hematitas (aquíferos da Formação Cauê/ Grupo Itabira)

Aquífero associado às formações ferríferas da Formação Cauê (itabiritos e hematitas), correspondendo ao principal reservatório de água subterrânea da região do Projeto em estudo e, também, do Quadrilátero Ferrífero.

Tanto hematitas como itabiritos variam suas propriedades físicas, ora friáveis ora compactos. A unidade aquífera apresenta comportamento hidrodinâmico misto de poroso e fissural. O comportamento poroso relaciona-se à porosidade intersticial das litologias mais friáveis, conferindo às mesmas elevada capacidade de armazenamento. O comportamento fissural, relacionado às litologias compactas e fraturadas, proporciona ao aquífero uma elevada condutividade hidráulica.

De modo geral, tanto as litologias friáveis quanto as compactas apresentam boas características hidrogeológicas, tanto com relação à porosidade como em relação à condutividade hidráulica.

Considerando a grande variedade de itabiritos e hematitas, a complexidade estrutural e variação no grau de intemperismo a unidade apresenta elevadas heterogeneidade e anisotropia, e variáveis valores de transmissividade. A condutividade hidráulica mais elevada é verificada em itabiritos e hematitas friáveis e a capacidade de armazenamento mais elevada ocorre em itabiritos e hematitas compactos e muito fraturados (MDGEO, 2008b *apud* WATERGEO SOLUTIONS, 2020). Já os itabiritos anfibolíticos, mais argilosos, apresentam em geral menor potencial hidrogeológico, quando comparados aos demais itabiritos e hematitas.

O aquífero Cauê pode apresentar um comportamento tanto confinado como livre, dependendo da sua relação com as rochas encaixantes ou até mesmo das variações litológicas internas dentro do próprio sistema.

Na região da Mina de Água Limpa esta unidade aquífera encontra-se confinada ou isolada por litologias pouco permeáveis, como xistos e gnaisses pouco fraturados. Localmente, podem ocorrer compartimentações hidráulicas relacionadas à presença de diques e sills de rochas básicas, que se comportam como barreira hidráulica, ou condicionados por estruturas tectônicas de falhas.

Na área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, a formação ferrífera Cauê está estruturada no sinclinal Morro Agudo, com eixo segundo a direção noroeste-sudeste, e envolta por xistos dos grupos Caraça e Piracicaba, que, provavelmente, isola hidraulicamente esse aquífero de outras porções de aquíferos itabiríticos e hematíticos da Formação Cauê existentes na região (MDGEO, 2008b).

Aquíferos em rochas granito-gnáissicas (aquífero cristalino)

Relacionam-se às rochas granito-gnáissicas dos Complexos Santa Bárbara e Guanhães. As litologias granito-gnáissicas quando sãs e fraturadas, se comportam como aquífero fissural, com permeabilidade secundária e percolação de água restrita às zonas de fraturas, falhas e fissuras da rocha. Compreendem aquíferos de médio potencial hidrogeológico.

Nas rochas sãs e não fraturadas comporta-se como um aquifugo, que corresponde a uma unidade que não armazena e nem transmite água subterrânea. O manto de alteração (solo residual e saprolito) corresponde a uma subzona aquífera, porosa e responsável tanto pela recarga do aquífero fraturado sotoposto quanto pela restituição de água subterrânea aos cursos d'água da região.

Unidades confinantes (aquitardos e aquicludes)

Compreendem aquicludes e aquitardos representadas por xistos variados dos Grupos Caraça, Piracicaba e Nova Lima. Em termos hidrogeológicos aquitardo corresponde a uma unidade boa armazenadora de água, porém com baixa capacidade de transmissão; já o aquiclude, compreende uma unidade que também contém água em seu interior, entretanto não a transmitindo. Ambos apresentam baixo ou nenhum potencial hidrogeológico. Correspondem a litotipos em geral não fraturados e quando alterados muito argilosos, mostrando baixa permeabilidade e baixa ou nenhuma capacidade de armazenamento. Podem, inclusive, favorecer localmente o semiconfinamento ou confinamento das demais unidades aquíferas, funcionando como uma barreira hidráulica.

11.5.5.5.2 Parâmetros hidráulicos e caracteristicas hidroquímicas das unidades hidrogeológicas

Os parâmetros hidráulicos e as características hidroquímicas das unidades hidrogeológicas apresentadas no estudo da Watergeo Solutions (2020) sãs sintetizados no Quadro 71, a seguir.

Os dados apresentados no estudo hidrogeológico e sintetizados neste quadro foram obtidos em ensaio de bombeamento realizado em dezembro de 2019, no poço AGL-01 localizado na cava Morro Agudo; em ensaio de bombeamento realizado em poço de rebaixamento na cava Água Limpa (situada a sul da cava Morro Agudo), atualmente com atividade de lavra paralisada (WATERGEO SOLUTIONS, 2020); ou estimados pela MDGEO (2009) em seu estudo hidrogeológico. Esses resultados enfocaram o aquífero em itabiritos e hematitas e o aquífero quartzítico.

Cabe destacar que em estudos realizados por MOURÃO (2007 *apud* MDGEO, 2009) no Quadrilátero Ferrífero, baseados em ensaios de laboratório, os valores de condutividade hidráulica para o aquífero em itabitritos e hematitas (Cauê) estão entre 0,26 e 2,16 m/dia (hematitas) e entre 0,0002 e 1,56 m/dia (itabiritos), apresentando forte anisotropia, marcada por valores até três vezes maiores ao longo dos planos paralelos à laminação das rochas em relação à direção perpendicular.

Quadro 71 Parâmetros hidráulicos e características hidroquímicas das unidades hidrogeológicas identificadas

Unidade Hidrogeológica	Aquífero	Unidade geológica	Litologia	Características hidroquímicas	Potencial hidrogeológico	Parâmetros hidráulicos
Aquíferos porosos recentes (rasos)	poroso	Coberturas Cenozóicas	Cangas, lateritas; depósitos de cobertura; solos	Não apresentada	Cangas e lateritas: elevado potencial hidrogeológico, Depósitos de cobertura e solos: baixo potencial hidrogeológico	Ensaios não realizados
Aquíferos quartzíticos	fissural	Grupos Piracicaba e Caraça	Quartzitos e quartzitos ferruginosos	Grupo Piracicaba: águas ligeiramente ácidas (pH entre 4,3 e 7,4); elevada condutividade elétrica (>80 µS/cm); baixa salinidade. Grupo Caraça: águas ligeiramente ácidas (pH entre 4,5 e 6); baixa condutividade elétrica (< 45 µS/cm); baixa salinidade.	Aquíferos do Grupo Piracicaba: alto potencial hidrogeológico. Aquíferos do Grupo Caraça: baixo potencial hidrogeológico,	- Condutividade hidráulica: 0,001 a 0,5 m/dia (1); - Coeficiente armazenamento: 0,01 a 0,05, com valores mais elevados em zonas fraturadas (1)
Aquíferos em itabiritos e hematitas	poroso e fissural	Grupo Itabira/ Formação Cauê	Itabiritos e hematitas	Águas ligeiramente ácidas (pH entre 4 e 6); baixa condutividade elétrica (< 45 µS/cm); baixa salinidade devido à baixa solubilização e rápida infiltração das águas pluviais de recarga	Elevado potencial hidrogeológico, o mais relevante dentre todas as unidades	- Condutividade hidráulica: 0,02 a 0,3 m/dia (2) - Condutividade hidráulica: 0,1 e 3 m/dia (3) - Coeficiente armazenamento: hematitas (0,10 a 0,15); itabiritos friáveis (0,05 a 0,02); itabiritos compactos (10^{-3} e 10^{-4}) (3)
Aquíferos em rochas granito-gnáissicas	fissural	Complexo Santa Bárbara	gnaisses	Águas ácidas a neutras; condutividade elétrica baixa (<50 µS/cm); baixa salinidade	Médio potencial hidrogeológico	Ensaios não realizados
Unidades confinantes	aquicludes e aquitardos	Grupos Piracicaba e Nova Lima	Xistos	Não apresentada	Sem potencial hidrogeológico	Ensaios não realizados

Fonte: WATERGEO SOLUTIONS, 2020. (1) dados estimados em estudos hidrogeológicos; (2) dados obtidos em ensaio (poço AGL01 – cava Morro Agudo) realizado em dezembro de 2019; (3) MDEGO (2009).

11.5.5.5.3 Condições de fluxo de água subterrânea

O aquífero em itabiritos e hematitas (Cauê), além de corresponder ao principal depósito de minério de ferro na Mina de Água Limpa, apresenta o maior potencial hidrogeológico na área, estando limitado por litologias dos grupos Caraças e Piracicaba (quartzitos e quartzo xistos), em um complexo arranjo estrutural.

Na região das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico as variações faciológicas com características hidrogeológicas diferenciadas no domínio do aquífero Cauê (como por exemplo a presença de itabiritos e hematitas friáveis e compactos; a ocorrência de níveis mais argilosos e menos permeáveis e de níveis mais silicosos e permeáveis) caracteriza uma forte anisotropia à unidade hidrogeológica, proporcionando uma circulação preferencial de água de NW para SE, que acompanha a estruturação geológica dessa região.

As litologias encaixantes dos itabiritos e hematitas (Formação Cauê), correspondentes a quartzitos, quartzo xistos e filitos (grupos Caraça e Piracicaba), também acarretam variações hidrogeológicas: quartzitos constituem aquíferos fraturados, em que a circulação de água se realiza por meio das descontinuidades nas rochas; e, xistos e filitos, por suas características de muito baixa permeabilidade, constituem barreiras hidráulicas, que impedem ou dificultam a conexão entre as unidades aquíferas. Entretanto, neste caso, devido à complexa tectônica de todo o conjunto litológico, podem ocorrer interconexões hidráulicas relacionadas às falhas e fraturas. As unidades confinantes, como xistos e filitos, embora com condutividade hidráulica inexpressiva, são importantes para o condicionamento do fluxo das águas subterrâneas.

O aquífero em rochas granito-gnáissicas, sotoposto às demais unidades hidrogeológicas, apresenta comportamento onde a circulação de água subterrânea se restringe às fraturas e falhas presentes nessas rochas.

Por fim, o aquífero raso, sobreposto às demais unidades e composto por cangas, lateritas, aluviões, colívios, elúvios e solos residuais, é uma importante unidade de recarga e circulação de água subterrânea. As cangas e lateritas que capeiam hematitas e itabiritos alimentam esses aquíferos, originando surgências nos contatos de base, principalmente no período chuvoso. O manto de intemperismo (solos residuais e saprolíticos), quando bem desenvolvido, pode também funcionar como transmissor de águas por meio da infiltração descendente.

A recarga dos aquíferos fraturados (quartzitos e rochas granito-gnáissicas) se realiza, principalmente, ao longo das descontinuidades como fraturas, falhas e planos de xistosidade, em zonas de menor declividade. A descarga natural ocorre ao longo dos planos dessas descontinuidades em direção aos talvegues dos cursos d'água, níveis de base locais, seja sob fluxos descentes na zona de circulação rasa, seja sob fluxos ascendentes na zona de circulação profunda.

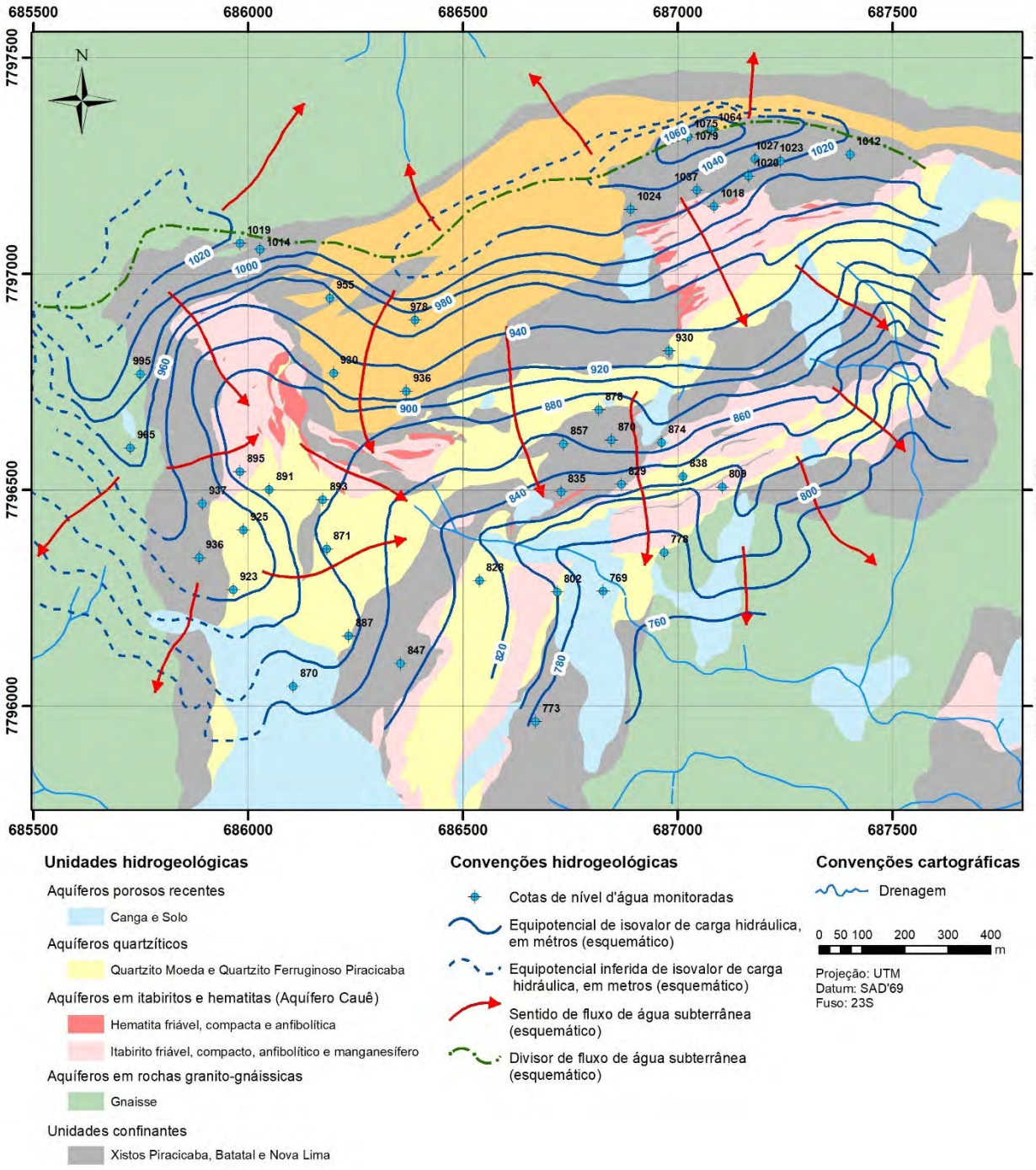
A recarga do aquífero em itabiritos e hematitas (Cauê) ocorre em toda a sua área de exposição; a descarga natural desse aquífero ocorre em cotas mais baixas em zonas de contato com unidades menos permeáveis ou condicionadas por falhas ou fraturas.

O mapa da Figura 92 elaborado pela Watergeo Solutions (2020), mostra as unidades hidrogeológicas presentes na área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e entorno, bem como as superfícies equipotenciais nesta região de estudo, com indicação das principais direções de fluxo de água subterrânea. O caráter esquemático da potenciometria representada neste mapa se deve pelo fato desse fluxo de água apresentar componentes verticais de difícil representação em planta.

Em geral, os níveis d'água tendem a acompanhar a superfície topográfica do terreno, de forma que os fluxos d'água têm direção principal no sentido dos cursos d'água locais. Entretanto, a ocorrência de rochas pouco permeáveis, como camadas de xistos, filitos e granito/gnaisses pouco fraturados, podem condicionar o fluxo d'água subterrânea diferenciado.

As cargas hidráulicas mais elevadas (superiores a 1050 m) estão localizadas na porção norte das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, em área de ocorrência de litologias do Grupo Piracicaba, e correspondem ao divisor de águas entre as sub-bacias dos córregos Pé-de-Serra e Vale das Cobras. Os locais de cargas hidráulicas mais baixas (entre 700 e 800 m) ocorrem em direção ao talvegue do córrego Vale das Cobras, próximo à barragem do Diogo.

Figura 92 Mapa hidrogeológico e de superfícies equipotenciais nas áreas das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico



Fonte: Watergeo Solutions, 2020

11.5.5.6 Modelo hidrogeológico computacional

Para o modelamento computacional do fluxo de água subterrânea a Watergeo Solutions (2020) adotou o programa *Modflow* o solucionador de matriz WHS Solver for Visual Modflow (WHS). O software empregado foi o Visual MODFLOW, da Schlumberger Water Services (versão 4.6.0.166).

A metodologia empregada na modelagem computacional consistiu nas seguintes etapas: montagem do modelo numérico; calibração do modelo em regime permanente; simulação, em regime permanente, do rebaixamento do nível d'água para atendimento aos planos de lavra projetados para a mina; e, avaliação de possíveis alterações na disponibilidade hídrica local em função das condições simuladas para o aquífero (rebaixamento do nível d'água subterrânea e recuperação).

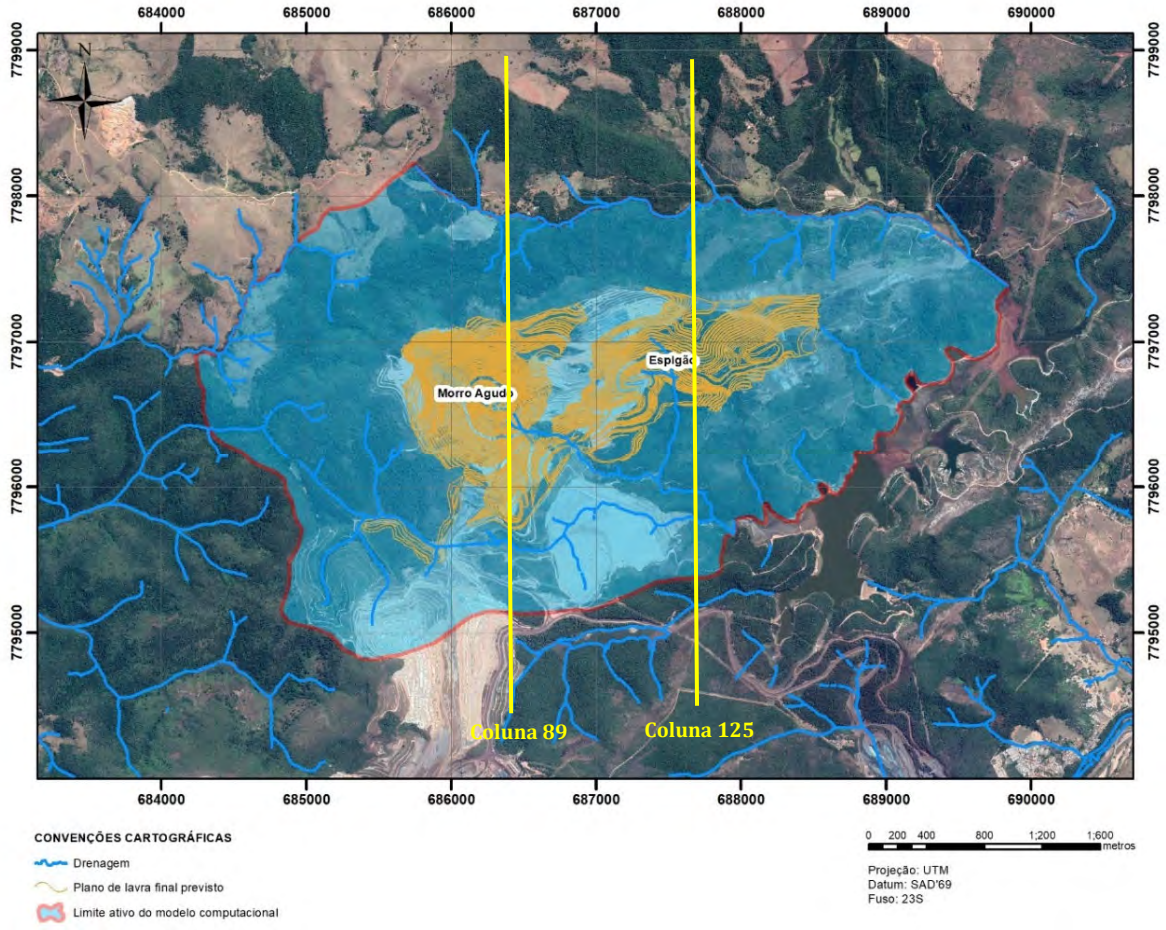
O fluxo d'água subterrânea no modelo computacional por ser representado em regime estacionário ou permanente ou em regime transitório. O regime permanente consiste na simulação do fluxo de água subterrânea em situação de equilíbrio para o aquífero, sem a variação das cargas hidráulicas ao longo do tempo; o regime transitório simula uma situação de desequilíbrio do aquífero, onde ocorrem variações das cargas hidráulicas. Na modelagem elaborada (WATERGEO SOLUTIONS, 2020) considerou-se o regime permanente, mais conservador em relação a possíveis alterações nos recursos hídricos em decorrência do rebaixamento do nível d'água e, também, devido à condição atual do nível d'água nas cavas Morro Agudo e Espigão, onde atualmente não é realizado rebaixamento, que impossibilita a calibração do modelo em regime transitório.

Todo o detalhamento da modelagem computacional elaborada pela empresa Watergeo Solutions em 2020 para as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, na Mina de Água Limpa, encontra-se apresentada no estudo "Análise Hidrogeológica Expansão das Estruturas da Mina Água Limpa – Cavas Morro Agudo e Espigão", que consta do **Anexo 10** deste EIA. A seguir é apresentada uma síntese deste modelamento computacional e de seus principais resultados.

Descrição do modelo computacional e dados de entrada

O modelo computacional engloba as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e entorno como mostra a Figura 93 a seguir. Na direção vertical o modelo restringiu-se às elevações 500 e 1200 metros.

Figura 93 Delimitação do limite do modelo hidrogeológico computacional na área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e entorno



Fonte: Watergeo Solutions, 2020

Propriedades hidrodinâminas (permeabilidade hidráulica)

Para separação (discretização) das propriedades hidrodinâmicas foi utilizado o modelo geológico de blocos, adotando-se as litologias observadas na área das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico (Figura 91 , sendo estas litologias agrupadas de acordo com a condutividade hidráulica (WATERGEO SOLUTIONS, 2020).

Condições de contorno

As condições de contorno determinam a relação de fluxo d'água e são utilizadas para representar as entradas e saídas de água do modelo computacional, bem como seus limites físicos. Segundo Watergeo Solutions (2020), as condições de contorno utilizadas neste modelo numérico foram:

- Para o entorno da área modelada foi especificada condição de fluxo nulo;
- A recarga corresponde à parcela da precipitação que recarrega efetivamente o aquífero, já considerada a parcela evapotranspirada. Os valores estipulados para a recarga foram baseados na precipitação média anual monitorada na região da ordem de 1382 mm/ano, sendo atribuídas diferentes taxas de recarga relacionadas às áreas das unidades hidrogeológicas identificadas (mapa da Figura 91 , sendo: *baixa recarga* nos aquíferos em rochas granito-gnáissicas, nos aquíferos quartzíticos e nas unidades confinantes; e *alta recarga* nos aquíferos em itabiritos e hematitas.
- Nascentes, cursos d'água e corpos hídricos, representados pelo recurso "drain" (dreno): foram inseridos acompanhando a cota topográfica do talvegue dos cursos d'água, a partir da nascente cadastrada, conforme inventário de pontos d'água realizado na área (MDGEO, 2008), representado na Figura 90 .

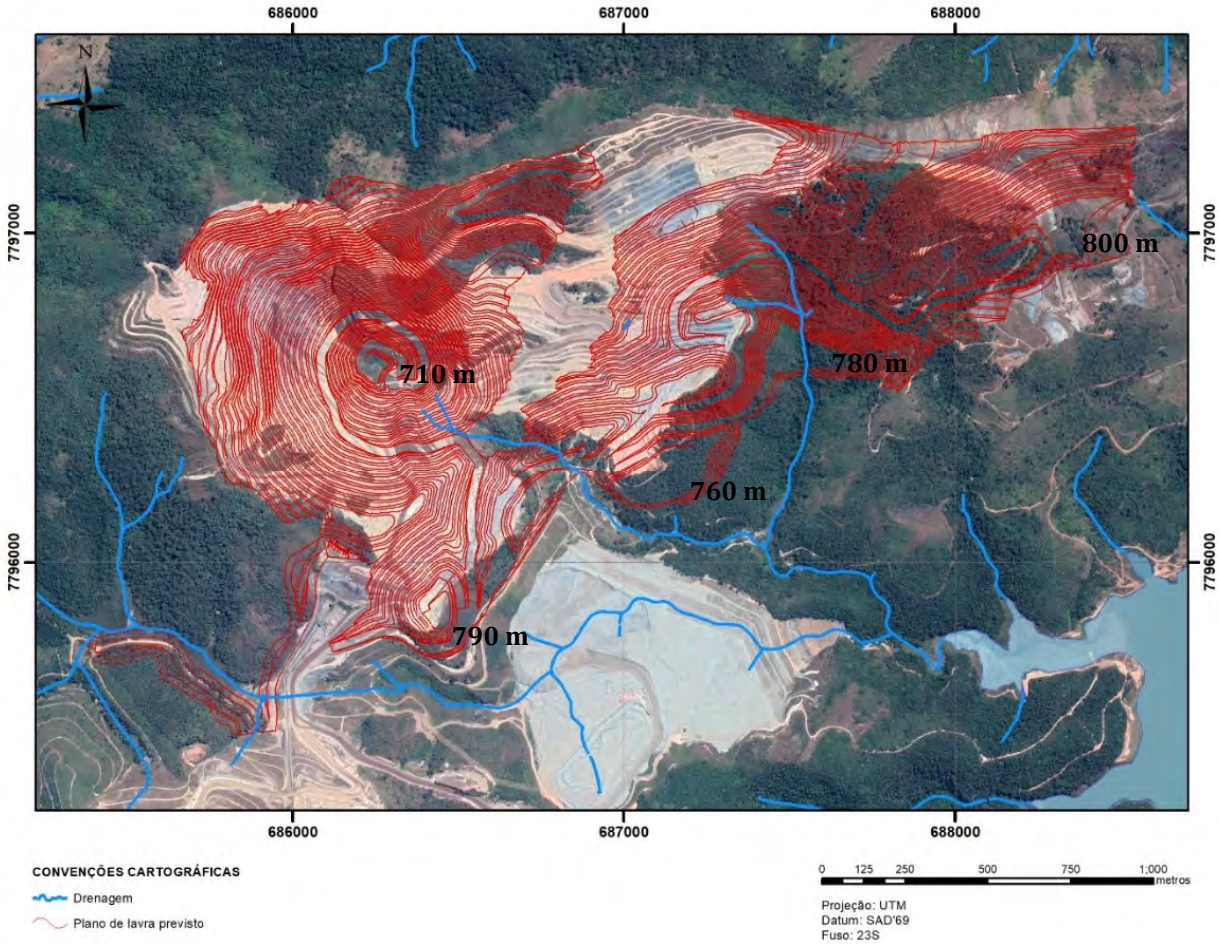
Calibração do modelo numérico

A calibração e a simulação do modelo numérico foram realizadas em regime permanente, o que corresponde a uma condição conservadora no que tange a potenciais interferências nos recursos hídricos em decorrência do rebaixamento do nível d'água para operação das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico até o ano de 2029. A condição atual do nível d'água, sem rebaixamento, não permite a calibração, e posterior simulação, do modelo numérico em regime transitório.

Cabe ressaltar que em 17 de setembro de 2020 foi protocolada no IGAM (Processo nº 41334/2020), uma solicitação de outorga para captação de água subterrânea para fins de pesquisa hidrogeológica nas cavas Morro Agudo e Espigão, a qual prevê a instalação e operação de 04 poços tubulares profundos para rebaixamento do nível d'água, visando subsidiar a calibração e a simulação do modelo hidrogeológico computacional em regime transitório, e posterior definição do sistema de rebaixamento a ser implantado nessas cavas.

Conforme mostra a Figura 94 , até o ano de 2029 (cava final) a cava Morro Agudo, cuja lavra será em cava fechada, alcançará a cota 710 metros. A lavra na cava Espigão do Pico que será desenvolvida essencialmente em encosta, terá ao final conformação de pits fechados apenas nas porções mais baixas da cava (cota final de 760 m).

Figura 94 Plano final de lavra previsto para as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico



A Figura 95 e a Figura 96 apresentadas a seguir, mostram, respectivamente, para as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, os perfis Norte-Sul com as condições de nível d'água obtidas para a situação atual e para a simulação do rebaixamento do nível d'água para o ano de 2029 (cava final).

Figura 95 Superfícies equipotenciais do nível d'água subterrâneo geradas na cava Morro Agudo para a simulação do rebaixamento do nível d'água.

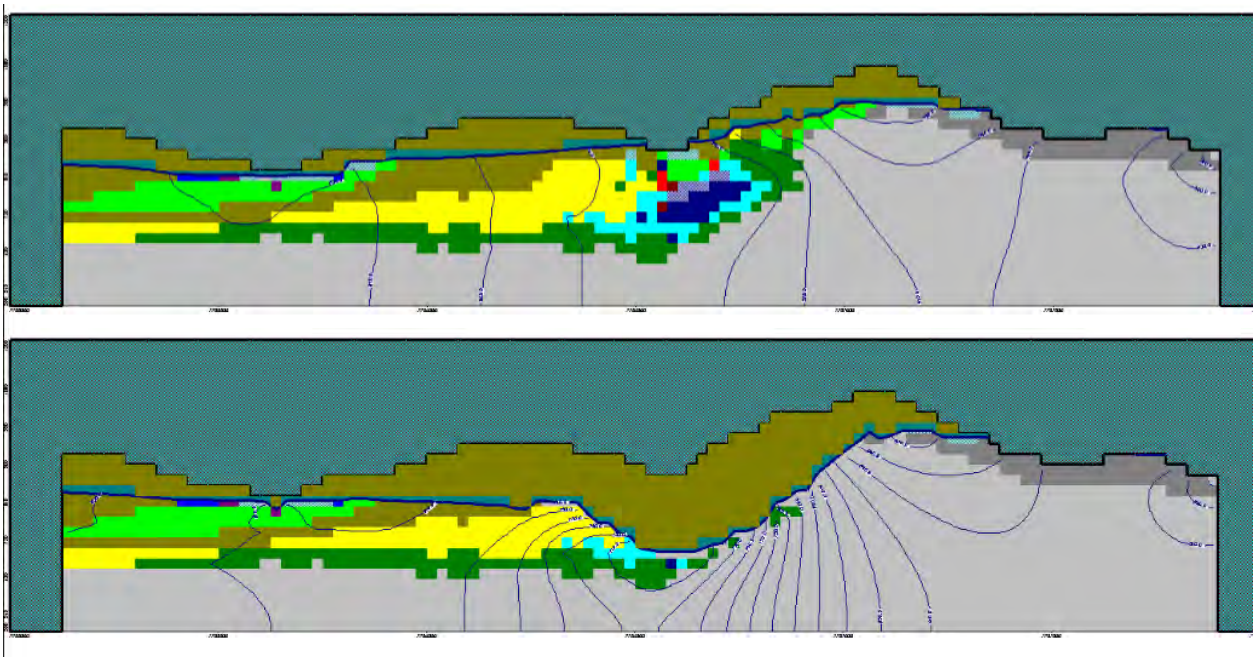
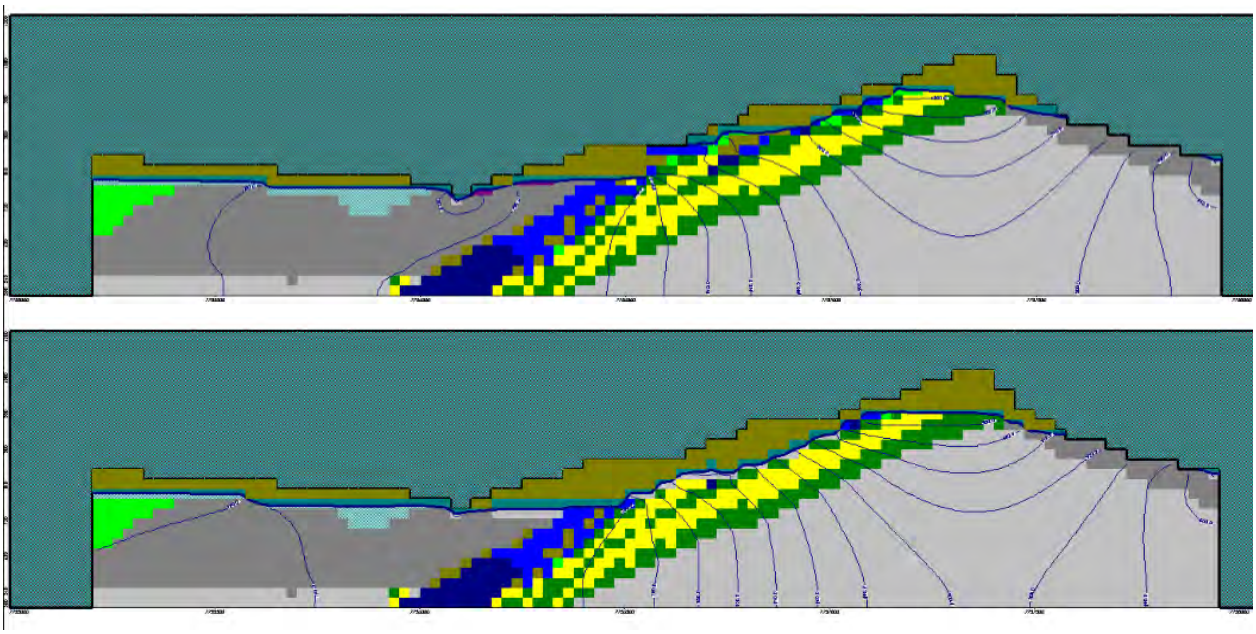


Figura 96 Superfícies equipotenciais de nível d'água subterrâneo geradas para a cava Espigão do Pico na simulação do rebaixamento do nível d'água.



Simulação do rebaixamento do nível d'água subterrâneo

O Quadro 72, a seguir, mostra as vazões para a simulação do rebaixamento de nível d'água nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico e a cota final do nível d'água subterrâneo simuladas para o ano de 2035, considerando o pit final dessas cavas.

Como a simulação foi realizada em regime permanente, as vazões dos drenos correspondem às descargas necessárias para manter o nível d'água subterrâneo na situação de operação da lavra e não a vazão máxima necessária para promover o rebaixamento, uma vez que no regime permanente não é considerada a parcela de água extraída do armazenamento das rochas. Cabe ressaltar que a calibração e simulação do modelo computacional em regime transitório somente poderá ser realizada após o rebaixamento do nível d'água nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico.

Quadro 72 Vazão de desaguamento nos drenos e cota final do nível d'água na simulação de rebaixamento nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico

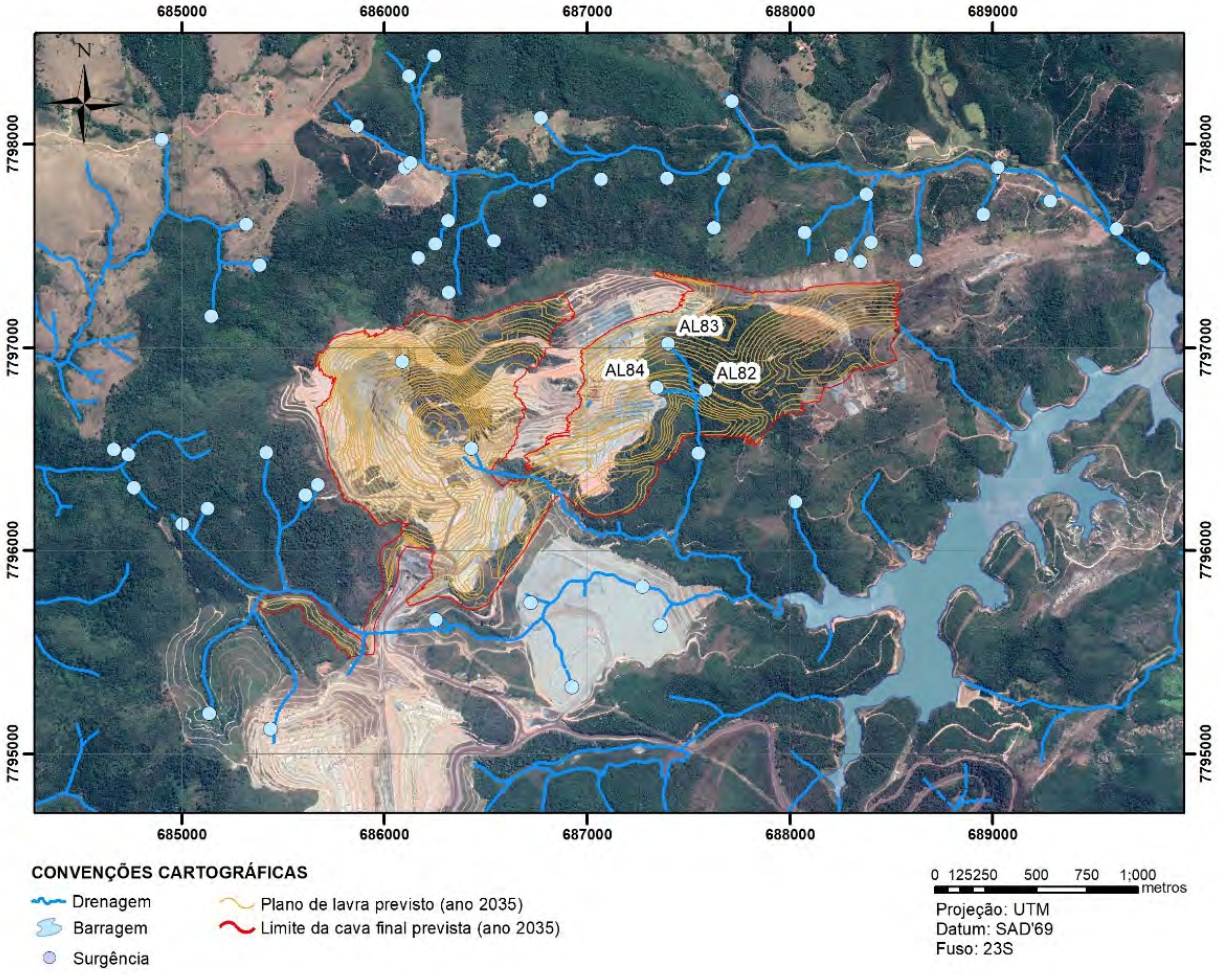
Cava	Cota inicial do NA subterrâneo (m)	Cava final (previsão para 2035)			
		Pit final cava (m)	Cota final NA subterrâneo (m)	Rebaixamento simulado (m)	Vazão de desaguamento (m^3/h)
Morro Agudo	890	710	690	200	39,3
Espigão do Pico	795	760	750	45	34,7

Fonte: Watergeo Solutions, 2020

11.5.5.7 Conclusão do modelo hidrogeológico

De acordo com o plano de lavra para as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico, com previsão de operação entre 2022 e 2029, e, conforme apresentado na Figura 97 a seguir, haverá interferência em três nascentes inventariadas (MDGEO, 2008b): AL82, AL83 e AL84. Não haverá interferência em outras nascentes com o rebaixamento do nível d'água para operação das cavas até o pit final.

Figura 97 Nascentes presentes nas áreas de expansão do projeto.



Fonte: Watergeo Solutions, 2020

Segundo Watergeo Solutions (2020), haverá interferências nas vazões de alguns cursos durante o processo de rebaixamento do nível d'água subterrâneo para operação das referidas cavas até o ano de 2029.

De acordo com o modelo numérico calibrado, a área apresenta uma disponibilidade hídrica total da ordem de 281 m^3/h, associada às descargas subterrâneas nos cursos d'água da região (Quadro 73). A simulação do rebaixamento do nível d'água para o plano de final de lavra (previsto para o ano de 2029) indicou uma redução total da ordem de 74 m^3/h na vazão total dos cursos d'água, correspondendo a uma redução de aproximadamente 26% em relação à situação inicial (calibração). Em contrapartida, a disponibilidade hídrica permanecerá constante, tendo em vista que haverá uma disponibilidade de vazão da ordem de 74 m^3/h dos desaguamentos das cavas, que será utilizada para reposição nos cursos d'água afetados (WATERGEO SOLUTIONS, 2020).

Conforme mostra o Quadro 74, a principal alteração de vazão será na sub-bacia do córrego Vale das Cobras (que compreende os córregos Vale das Cobras, do Diogo e as drenagens 1, 2 e 3), com redução da ordem de 68 m^3/h em relação à vazão inicial de calibração. A sub-bacia do córrego Pé-de-Serra apresenta redução da ordem de 4 m^3/h; e, por fim, as sub-bacias dos córregos Olaria e Cururu mostram reduções inferiores a 1 m^3/h (WATERGEO SOLUTIONS, 2020).

Toda a área de drenagem da sub-bacia do córrego Vale das Cobras, principal curso d'água com interferência relacionada ao rebaixamento do nível d'água, situa-se a montante da barragem do Diogo, que é responsável pela regularização da vazão do córrego do Diogo, formado pela contribuição dessas drenagens, a jusante.

Por fim, está prevista a instalação e operação de 04 poços tubulares profundos para rebaixamento do nível d'água, os quais fornecerão dados necessários para a calibração e simulação do modelo numérico em regime transitório, o que possibilitará uma avaliação mais assertiva com relação às alterações nas vazões dos cursos d'água sob interferência do rebaixamento, à vazão necessária para rebaixamento do e a recuperação dos níveis d'água.

Quadro 73 Comparativo entre as descargas de água subterrânea dos cursos d'água no entorno das cavas Morro Agudo e Espigão do Pico de acordo com o modelo hidrogeológico.

Vazão atual x vazão dom rebaixamento nos cursos d'água					
Curso d'água	**Sub-bacia**	**Vazão atual calibração (m^3/ h)**	**Vazão com o rebaixamento (m^3/ h)**	**Variação na vazão**	
				(m^3/ h)	**%**
Córrego Pé-de-Serra	Córrego Pé-de-Serra	55,56	51,33	-4,23	-7,60 %
Córrego Vale das Cobras	Córrego Vale das Cobras	83,30	59,75	-23,55	-28,27%
Córrego/ Barragem do Diogo	Córrego Vale das Cobras	21,12	21,13	0,00	-0,02%
Drenagem 1	Córrego Vale das Cobras	5,06	0,96	-4,10	-81,01%
Drenagem 2	Córrego Vale das Cobras	33,80	0,00	-33,80	-100%
Drenagem 3	Córrego Vale das Cobras	42,05	35,00	-7,05	-16,77%
Córrego Olaria	Córrego Olaria	10,56	10,32	-0,24	-2,28%
Córrego Cururu	Córrego Cururu	29,39	28,80	-0,59	-2,00%
Total	**-**	**~281,00**	**~207,00**	**~74**	**~26%**

Desaguamento previsto nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico					
Cava	-	-	**Vazão prevista de desaguamento (m^3/ h)**		
Morro Agudo	-	-	33,88	-	-
Morro Agudo Sul	-	-	5,40	-	-
Espigão do Pico	-	-	34,70	-	-
Total desaguamento	**-**	**-**	**~74,00**	**-**	**-**
Balanço da disponibilidade hídrica atual x após rebaixamento					
	-	**Volume atual (m^3/ h)**	**Volume após rebaixamento (m^3/ h)**	-	-
Disponibilidade hídrica total	**-**	**~281,00**	**~281,00**	**-**	**0%**

Fonte: Watergeo Solutions, 2020

Quadro 74 Alterações das vazões nas sub-bacias do entorno das cavas Morro Agudo e Espigão de acordo com o modelo calibrado

Sub-bacia	Cursos d'água	Vazão atual calibração (m^3/ h)	Vazão com o rebaixamento (m^3/ h)	Variação de vazão	
				(m^3/ h)	%
Córrego Pé-de-Serra	Córrego Pé-de-Serra	55,56	51,33	-4,23	-7,60%
Córrego Vale das Cobras	Córregos Vale das Cobras; Diogo, e Drenagens 1, 2 e 3	185,33	116,84	-68,49	-36,95%
Córrego Olaria	Córrego Olaria	10,56	10,32	-0,24	-2,28%
Córrego Cururu	Córrego Cururu	29,39	28,80	-0,59	-2,00%
Disponibilidade hídrica total		**~281,00**	**~207,00**	**~74,00**	**~26%**

Fonte: Watergeo Solutions, 2020

11.5.6 Geomorfologia

11.5.6.1 Metodologia

A metodologia adotada para a caracterização da geomorfologia do **Projeto de Expansão da Cava de Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** seguiu as seguintes etapas:

- Levantamento e análise do material bibliográfico, cartográfico e imagens de satélite, com a interpretação preliminar da cartografia disponível, com vistas a subsidiar a elaboração de um mapa referencial para os trabalhos de campo, objeto da segunda etapa;
- Realização do levantamento de campo em 18 e 19 de agosto de 2020, para verificação do mapeamento preliminar e reconhecimento da Área de Estudo Local e da Área do Projeto;

- Elaboração dos mapas de declividade e hipsométrico da AEL e da Área do Projeto, consolidação dos dados e elaboração do relatório.

As informações bibliográficas foram combinadas com os resultados da análise das imagens de satélite, juntamente com o apoio da carta planialtimétrica do IBGE (Folha Itabira - SE-23-Z-D-IV) na escala de 1:100.000.

11.5.6.2 Contextualização Geomorfológica Regional

A área regional (AER) do Projeto está inserida na Província Geomorfológica Monlevade - Rio Piracicaba, definida por Barbosa (1965), e faz parte do Quadrilátero Ferrífero (QF), uma importante unidade geomorfológica do estado de Minas Gerais.

O Quadrilátero Ferrífero é delimitado por um conjunto de serras, grosso modo, quadrangular que correspondem às abas de anticlinais e sinclinais, constituídos pelas unidades geológicas dos Supergrupos Rio das Velhas e Minas sobrepostas a um embasamento granito-gnáissico (ver item 11.5.4 – Geologia). As rochas do Supergrupo Minas sustentam os compartimentos mais elevados do relevo no QF, ressaltados topograficamente em relação às áreas de topografia inferior situadas em seu entorno, constituídas pelo embasamento granito-gnáissico (VARAJÃO, 1991).

A Figura 98 mostra o conjunto de alinhamentos serranos que definem os contornos do Quadrilátero Ferrífero e a localização do Área de Estudo Regional (AER).

O Quadrilátero Ferrífero enquadra-se, segundo o IBGE (1977), na unidade geomorfológica denominada *Relevos Esculpidos em Rochas Metamórficas* e sub-unidade *Sistemas de Serras do Quadrilátero Ferrífero*, com território apresentando um forte controle geomorfológico estrutural, predomínio de erosão diferencial e superfícies de erosão em contraste com a paisagem de colinas do embasamento (VARAJÃO 1991).

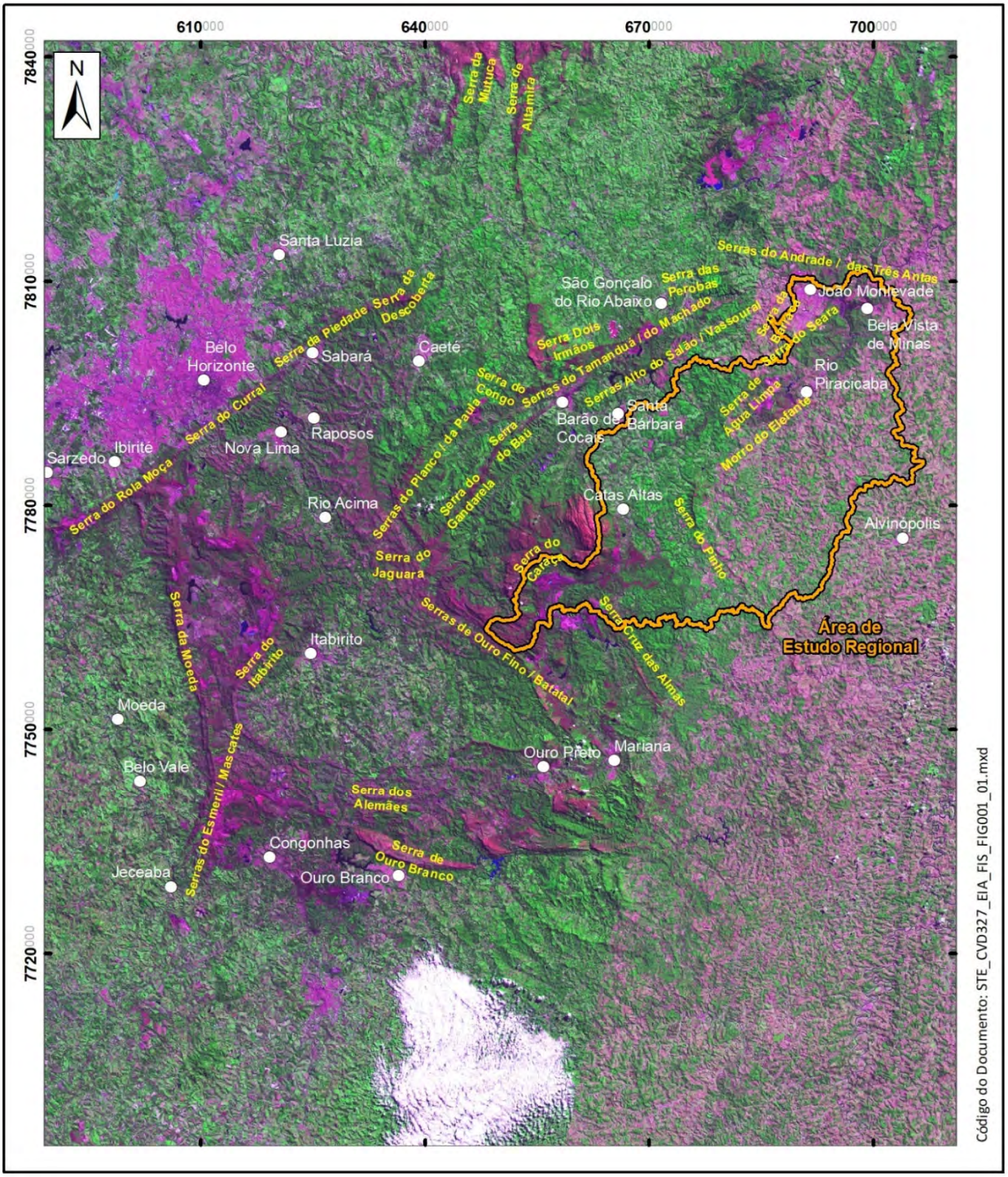
O Sistemas de Serras do Quadrilátero Ferrífero apresenta altitudes médias em torno de 1400 a 1600 m, com ponto culminante na serra do Caraça (> 2000 m). O controle estrutural morfológico marcante é caracterizado pelos relevos do tipo sinclinais suspensos e anticlinais esvaziados além de cristas estruturais do tipo *hogback* (RADAMBRASIL, MME,1983).

Variações na declividade das vertentes e, sobretudo, variações altimétricas relacionam-se, principalmente, às variações das unidades litológicas (substrato rochoso). Quartzitos e itabiritos do Grupo Caraça, mais resistentes à erosão diferencial, registram os relevos mais elevados na porção sul-sudoeste da AER (*e.g.* serra do Caraça) marcando os grandes traços morfológicos, enquanto terrenos granito-gnáissicos, de menor resistência ao intemperismo e erosão, marcam as terras baixas que predominam nas porções centro-oeste e leste da AER. Na porção noroeste-norte-nordeste da AER retoma-se o relevo mais de altitudes mais elevadas, novamente em domínio de unidades litológicas do QF (supergrupos Mina e Rio das Velhas) que nesta porção caracterizam o distrito ferrífero de João Monlevade-Rio Piracicaba, o qual compreende uma porção isolada a nordeste do grande contorno do Quadrilátero Ferrífero. Rochas xistosas e filíticas, relacionadas a base do Supergrupo Minas e as unidades do Supergrupo Rio das Velhas ocupam uma posição intermediária e ocorrem preenchendo sinclinais e anticlinais topograficamente invertidos (BARBOSA & RODRIGUES, 1965; CHRISTOFOLETTI & TAVARES 1976; BARBOSA, 1980).

A erosão diferencial é a maior responsável pela variação altimétrica no Quadrilátero Ferrífero, resultando um relevo de cristas alinhadas e paralelas aos vales, de altitudes entre 1300 a 1600 m, apresentando continuidade e extensão da forma. Estão associadas aos processos estruturais de elaboração do relevo por meio de falhas normais ou de empurrão e, também, às unidades litológicas predominantes. Esses relevos são marcados por escarpas de falhas, formando extensos paredões que condicionaram o desenvolvimento de uma morfologia diferencial (VARAJÃO, 1989, 1991).

Os vales que compõem a porção central do Quadrilátero Ferrífero e as porções no entorno das unidades litológicas dos Supergrupos Mina e Rio das Velhas na porção norte-nordeste da AER, apresentam cotas 900 e 1100 m de altitude, e relevo de colinas moderadamente alongadas, topos convexos e topos aguçados ou tabulares. As porções internas ou de contorno do QF, nas quais ocorrem embasamento granito-gnáissico, apresentam em geral vertentes convexo-côncavas, algumas alongadas e outras com comprimento de rampa reduzido, caracterizada por elevada declividade e topos não coincidentes, com vários níveis altimétricos (RADAMBRASIL, 1983). Essas características confirmam a ocorrência de erosão diferencial e/ou atuação de processos tectônicos na elaboração geomorfológica desses territórios.

Figura 98 Contextualização da Área de Estudo Regional na unidade geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero



11.5.6.3 Geomorfologia das Áreas de Estudo Local e do Projeto

O distrito ferrífero e província geomorfológica João Monlevade-Rio Piracicaba, localizado no extremo nordeste e isolado do contorno do QF, onde se inserem a Área de Estudo Local (AEL) e a Área do Projeto em estudo, estruturalmente é caracterizado pelo conjunto de escamas tectônicas ("nappes") do Supergrupo Minas, orientadas segundo a direção sudoeste-nordeste, assentadas sobre o embasamento granito-gnáissico, representado pelos complexos Santa Bárbara (a oeste e sul-sudoeste), Guanhães (noroeste) e Mantiqueira (leste). Seguindo as características regionais do QF em meio a um embasamento granito-gnáissico, o conjunto litológico presente nesta porção também apresenta inversão topográfica, resultando numa morfologia de serras sustentadas por itabiritos e quartzitos com relevos suspensos circundadas por domínios gnáissicos mais baixos em formas de colinas ("mares de morros") (BARBOSA, 1965).

Na AEL ou em seu entorno mais próximo, destacam-se: o morro do Elefante, a sul; a serra do Seara, a norte; a serra de Água Limpa, alinhada segundo SW-NE nas porções sudoeste, central e norte, com destaque para o Morro Agudo, a norte; e, a serra do Talho Aberto, a nordeste. O relevo é predominantemente mais escarpado e possui topos com altitudes superiores a 1100m na serra de Água Limpa, no alto do Morro Agudo. A serra do Talho Aberto, a nordeste, apresenta altitudes mais baixas, em torno de 700 m, na ombreira esquerda da barragem do Diogo. A serra do Seara, ao norte, na divisa dos municípios de Rio Piracicaba, São Gonçalo do Rio Abaixo e João Monlevade e já fora dos limites da AEL, alcança cota altimétrica da ordem de 1300 metros.

Verifica-se na AEL que a estruturação geológica e tectônica exerceu um forte controle no processo de dissecação do relevo, no qual sobressaem os alinhamentos de cristas e os vales encaixados paralelos e as vertentes ravinadas. As nascentes dos cursos d'água que integram a rede de drenagem da AEL (detalhada no item 11.5.9 – Recursos Hídricos) estão posicionadas nos flancos das serras da Água Limpa, Morro Agudo e Morro do Elefante, convergindo com direção geral oeste-leste ou noroeste-sudeste para o talvegue do rio Piracicaba, no extremo leste da AEL.

Conforme mostra o mapa hipsométrico (Figura 99) são registradas altitudes da ordem de 1100 m nos divisores de águas e cabeceiras dos cursos d'água, passando para cerca de 850 m na porção central da AEL e alcançando altitudes da ordem de 650 metros região da calha do rio Piracicaba.

Alternâncias climáticas associadas à variação litológica orientaram a erosão diferencial, determinando a morfologia do relevo. Assim as litologias dos grupos Caraça e Itabira, mais resistentes, sobressaem topograficamente na paisagem (TRICART, 1961) com alinhamentos de cristas e escarpas de falhas e envolvem os níveis de relevo intensamente dissecados. Na AEL esses alinhamentos de cristas são representados pelas serras supracitadas (Água Limpa e morros do Elefante e Agudo). Já os terrenos granito-gnáissicos que contornam essas serras, porções oeste e leste, correspondem às terras baixas (TRICART, 1961), com formas colinosas e vertentes convexas a poli-convexas e de dissecação moderada a forte (BIGARELLA & BECKER, 1994).

A baixa resistência frente ao intemperismo nos terrenos granito-gnáissicos determina a formação de espessos pacotes de solos residuais ou saprolíticos, pouco coesos e susceptíveis a processos erosivos.

A conjugação das características litológicas e dos solos que recobrem esta região com processos morfoclimáticos atuantes conduziram ao modelado atual do relevo e resultaram na topografia marcada, em linhas gerais, por declividades acentuadas na maior parte da AEL, como observado no mapa de declividade (Figura 100). Verifica-se predomínio de relevo forte ondulado (20 a 45% de declividade) com porções localizadas a norte de relevo montanhoso (45 a 75% de declividade) relacionados ao Morro Agudo, no pico do Espigão onde está posicionada a cava Espigão do Pico atualmente em exploração.

A expansão da cava Morro Agudo ocorrerá a partir da linha de cumeada do morro Agudo/pico do Espigão, a norte, se estendendo ao longo da vertente íngreme voltada para sul (declividades entre 20 a 45%), numa amplitude altimétrica de 250 metros. O alinhamento norte desta vertente (morro Agudo – pico do Espigão) configura-se como o divisor de águas das sub-bacias dos córregos Pé-de-Serra, ao norte, e Vale das Cobras e do Diogo, a sul e a leste. Na porção norte da linha de cumeeira do Morro Agudo são observados processos erosivos associados às litologias do Grupo Piracicaba (xistos e quartzo-xistos), mais susceptíveis ao desenvolvimento desses processos devido à proeminente foliação e à presença de material mais friável. O material carreado destas erosões ali desenvolvidas é retido na barragem do Diogo, situada a jusante da cava Morro Agudo.

Foto: Lais Jales/ imagem de drone, 2020

Foto 36 Vista ao fundo do Morro do Elefante, que faz parte do alinhamento serrano Água Limpa. A frente área da Mina Água Limpa, com relevo já modificado (TCLD, acessos operacionais e a esquerda empilhamento drenado Vale das Cobras).

Foto: Lais Jales/ imagem de drone, 2020

Foto 37 Vista do lado direito da vertente norte íngreme do Morro Agudo em afloramento rochoso. Pelo lado esquerdo, vertente sul do Morro Agudo, onde se desenvolvem as atividades de lavra na cava Morro Agudo/ Espigão do Pico.

Foto: Lais Jales/ imagem de drone, 2020

Foto 38 Vista ao fundo do relevo de "mares de morro" em granito-gnaisses, que ocorre na porção leste da área da Mina Água Limpa.

Foto: Laís Jales/ imagem de drone, 2020

Foto 39 Vista do relevo (modificado) na área da Mina Água Limpa, onde foi implantada a PDE Nova Cururu.

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 40 Relevo forte ondulado na área em que se encontram as instalações da Mina Água Limpa. Ao findo a áreas da barragem do Diogo.

Figura 99 Mapa hipsométrico da Área de Estudo Local e da Área do Projeto

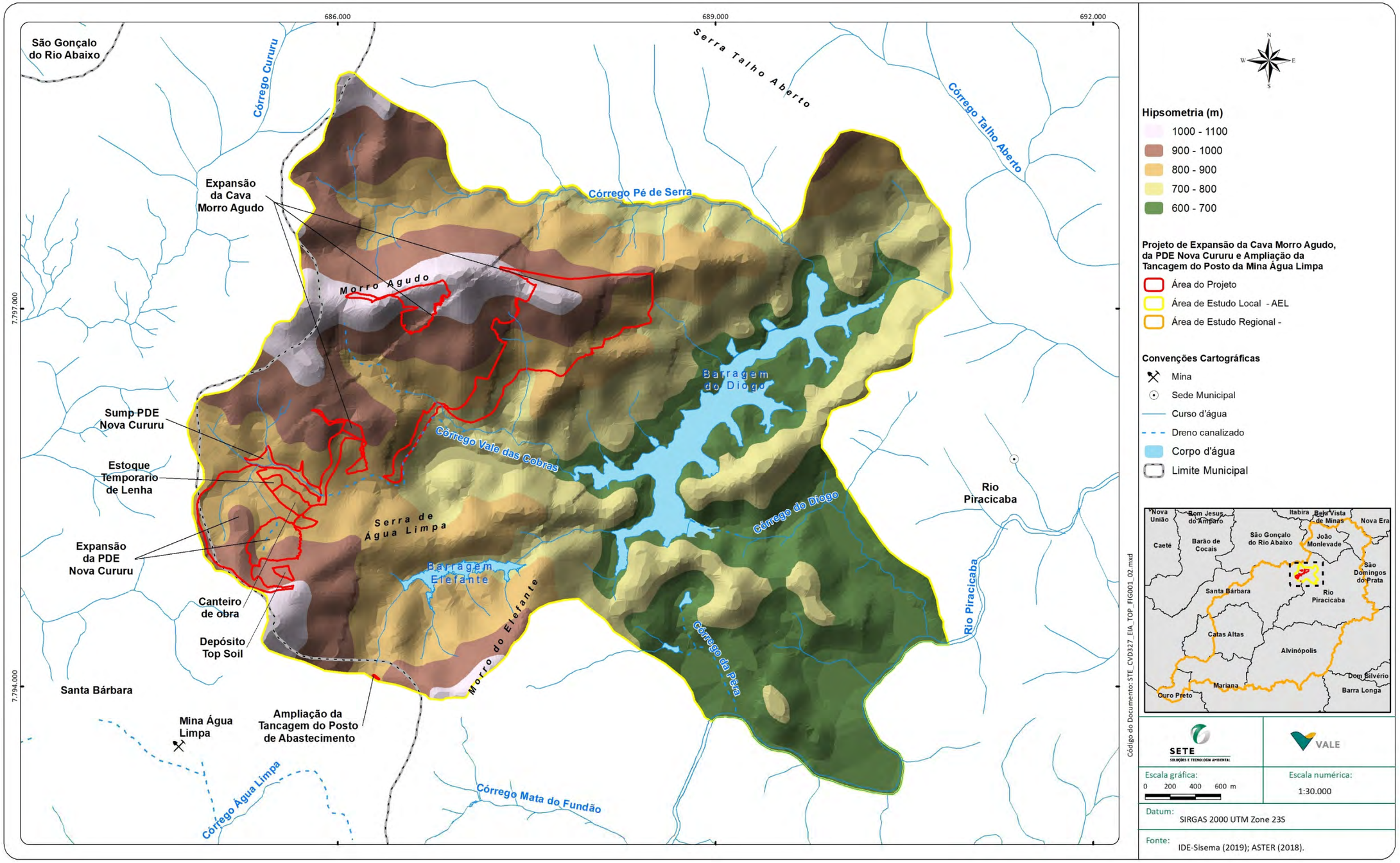
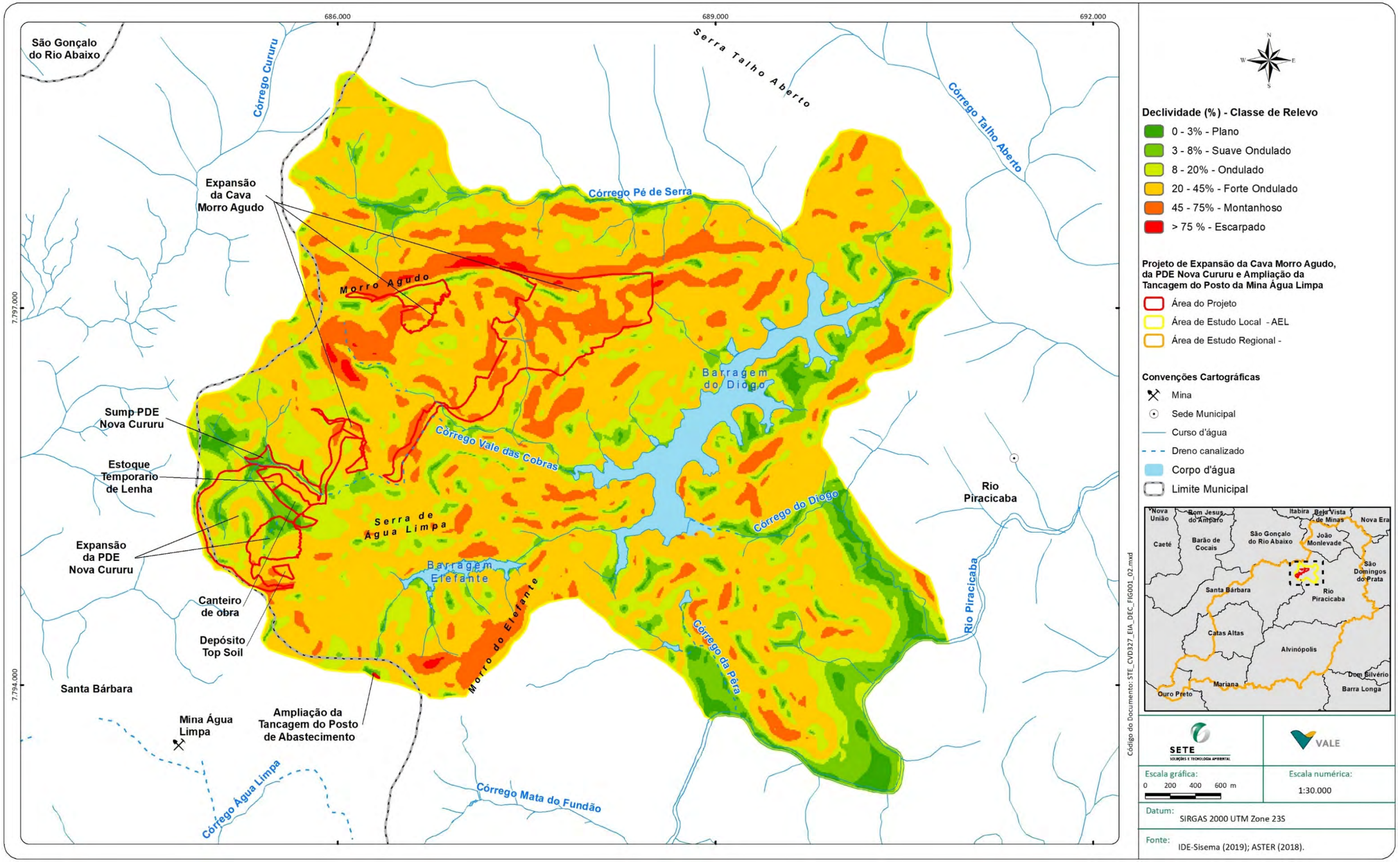


Figura 100 Mapa de declividade da Área de Estudo Local e da Área do Projeto



11.5.7 Pedologia e Aptidão Agrícola

11.5.7.1 Metodologia

A metodologia adotada para os estudos ambientais relativos à pedologia e aptidão agrícola dos solos do **Projeto de Expansão da Cava de Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** seguiu as seguintes etapas:

- Levantamento e análise do material bibliográfico, cartográfico e imagens de satélite, com a interpretação preliminar da cartografia disponível;
- Realização do levantamento de campo em 18 e 19 de agosto de 2020, para reconhecimento da área destinada ao Projeto e seu entorno, (AEL), contemplando o registro fotográfico e descrição de alguns perfis de solo para auxiliar na caracterização das classes de solo presentes e possibilitar uma avaliação dos aspectos pedológicos e da aptidão agrícola dos solos;
- Elaboração do mapa de solos das Áreas de Estudo Local (AEL) e da área do Projeto, de acordo com a classificação pedológica, por meio da interpretação da imagem aérea atualizada da região;

Na classificação dos solos utilizou-se como princípio, as especificações desenvolvidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA SOLOS). Os solos foram caracterizados por meio de observações em perfis nos taludes de estradas e acessos inseridos nas áreas estudadas, utilizando-se os conceitos, definições e normas do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2018).

Para classificação da capacidade de uso dos solos foi utilizada a metodologia do Sistema FAO/Brasileiro. Este sistema considera a classe de solo e sua relação quanto às limitações de fertilidade, excesso e deficiência de água no solo, susceptibilidade à erosão e grau de impedimento à mecanização, quando comparado com um modelo empírico de "solo ideal" e a sua viabilidade de melhoramento. Os grupos, quanto ao grau de aptidão agrícola, foram determinados pelas limitações de uso conforme apresentado no Quadro 75, a seguir.

Quadro 75 Grupos de Aptidão Agrícola das Terras

Grupo de aptidão agrícola	Preservação da flora e da fauna	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavoura aptidão restrita	Lavoura aptidão regular	Lavoura aptidão boa
1	***	***	***	***	***	***
2	***	***	***	***	***	
3	***	***	***	***	-	-
4	***	***	***	-	-	-
5	***	***	-	-	-	-
6	***	-	-		-	-

Fonte: EMBRAPA (1995)

Quanto ao tipo de manejo, os solos foram classificados sobre 3 níveis tecnológicos:

- Nível A - práticas agrícolas refletem um baixo nível tecnológico, onde praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras, sendo as práticas agrícolas em geral manuais;
- Nível B - práticas agrícolas refletem um nível tecnológico médio, onde pode haver uma baixa aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras, sendo as práticas agrícolas em geral manuais;
- Nível C - práticas agrícolas refletem um alto nível tecnológico, onde há aplicação de maior porte de capital para o manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras, sendo que as práticas agrícolas são mecanizadas.

A representação cartográfica da aptidão agrícola foi feita por meio da indicação do grupo e subgrupo de classes de aptidão, sendo que o grupo é determinado pela classe de melhor aptidão em qualquer um dos três níveis de manejo. O resumo da simbologia é apresentado no Quadro 76, a seguir. Os algarismos de 1 a 6 referem-se aos grupos de aptidão agrícola e indicam o tipo de utilização mais intensivo permitido, tal como:

- 1 a 3 - Terras indicadas para lavouras;
- 4 - Terras indicadas para pastagem plantada;
- 5 - Terras indicadas para silvicultura e/ou pastagem natural e;
- 6 - Terras indicadas para preservação da flora e da fauna.

No Quadro 76 as letras que acompanham os algarismos são indicativas das classes de aptidão dos diferentes tipos de utilização de acordo com os níveis de manejo adotados. As letras A, B e C referem-se à lavoura, P à pastagem plantada e N à pastagem natural, e podem aparecer nos subgrupos em maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, representando, respectivamente, a classe de aptidão boa, regular ou restrita.

Quadro 76 Simbologia das Classes de Aptidão Agrícola das Terras

Grupo de Aptidão		Nível de Manejo			Tipo de Utilização Indicado
		A	B	C	
1	Boa	1 A	1B	1C	Lavouras
2	Regular	2 a	2b	2c	
3	Restrita	3(a)	3(b)	3(c)	
4	Boa	-	4P	-	Pastagem plantada
	Regular	-	4p	-	
	Restrita	-	4(p)	-	

Grupo de Aptidão		Nível de Manejo			Tipo de Utilização Indicado
		A	B	C	
5	Boa	-	5S	-	Silvicultura
	Regular	-	5s	-	
	Restrita	-	5(s)	-	
5	Boa	-	5N	-	Pastagem natural
	Regular	-	5n	-	
	Restrita	-	5(n)	-	
6	Sem aptidão p/ uso agrícola	-	-	-	Preservação da fauna e flora e/ou recreação

Fonte: EMBRAPA (1995)

11.5.7.2 Contextualização Pedológica Regional

Segundo o mapa da Figura 101 , elaborado com base no Mapeamento de Solos do Estado de Minas Gerais, elaborado pela Universidade Federal de Viçosa - UFV, Universidade Federal de Lavras - UFLA e Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM (2010), as unidades de mapeamento dos solos presentes na Área de Estudo Regional (AER) do Projeto compreendem:

- **Latossolo Vermelho-Amarelo (LVAd28):** classe presente na maior parte da AER, à exceção da porção sul-sudoeste, onde estão presentes Cambissolo Háplico e Afloramentos de Rocha, na região do maciço do Caraça. Podem ter associações de **Latossolos Vermelhos**, embora os Latossolos Vermelho-Amarelos sejam dominantes na AER;
- **Cambissolo Háplico (Cx):** esta classe ocorre de forma mais restrita na porção sul-sudoeste da AER, no entorno das áreas de maior elevação do maciço do Caraça.
- **Afloramentos de rochas (Ar):** esta classe ocorre no extremo sul-sudoeste da área de estudo regional, no maciço do Caraça.

Latossolo Vermelho-Amarelo / Latossolo Vermelho

Latossolos são solos antigos ou que se desenvolveram a partir de material fortemente intemperizado, resultando em perfis profundos e bem drenados, onde a lavagem de sílica e das bases oferece condições mais favoráveis para formação de argilas de baixa capacidade de troca (distrofia). Apresentam pouca diferenciação entre os horizontes A, B e C; baixos teores de silte e ausência de minerais primários facilmente decomponíveis. Quanto à fertilidade natural, são distróficos e álicos e de boa aptidão agrícola; no entanto, apresentam limitações de uso devido aos baixos teores de fósforo, à elevada acidez, à susceptibilidade erosiva média. Não apresentam impedimentos à mecanização.

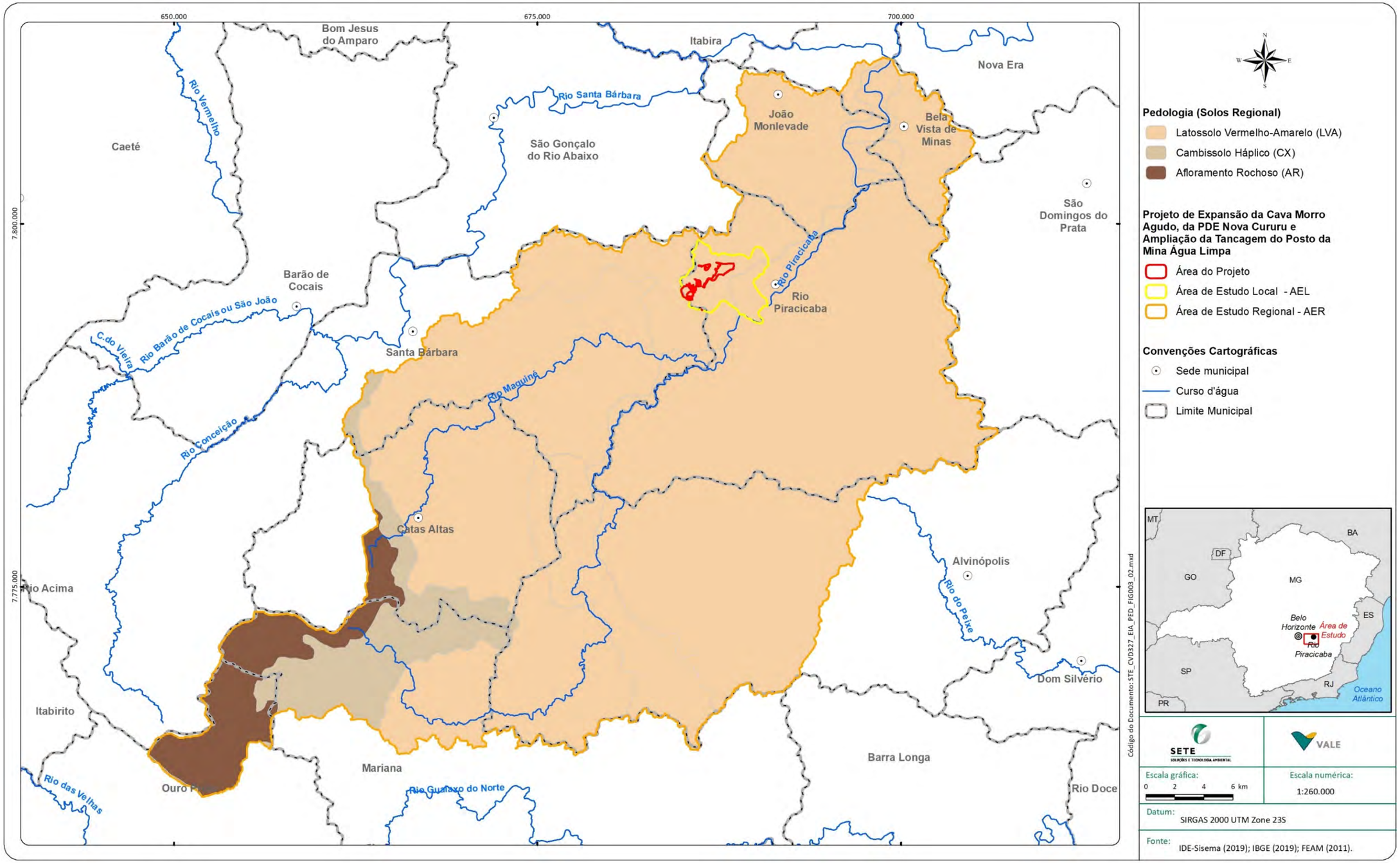
Os Latossolos Vermelho-Amarelo são caracterizados como solos com horizonte B latossólico; com matiz de 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR; baixa saturação por bases (distrófico - V < 50%); e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) entre 18% até < 36% nos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive horizonte BA). Relacionam-se a relevos ondulados (declividade de 8 a 20 %) e forte-ondulado (declividade de 20 a 45 %) e podem estar associados a Argissolos Vermelho-Amarelo.

Os Latossolos Vermelhos distróficos apresentam horizonte B latossólico de cor 2,5YR ou mais vermelha, com baixa saturação por bases (distrófico) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) superiores ou iguais a 36%, na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B, inclusive nos horizontes BA. Ocorrem em relevo ondulado (declividade de 8 a 20 %) a forte-ondulado (declividade de 20 a 45%). Em geral, possuem baixa aptidão para uso agrícola, podendo estar recobertos por vegetação florestal nativa ou por plantio de eucalipto, comuns na porção central e norte-noroeste da área de estudo regional.

Cambissolos Háplicos

Cambissolos Háplicos possuem horizonte B formado por material já bastante alterado, com desenvolvimento de cor e estrutura e ausência de estrutura da rocha de origem em mais da metade de seu volume. Apresentam sequência de horizontes A (B) C pouco diferenciados, com baixo gradiente textural entre o A e o (B) e, normalmente, baixa capacidade de troca de cátions. São solos incipientes, com a relação entre silte e argila maior que 0,7 e a presença de muitos minerais primários. Os Cambissolos são álicos e distróficos, sendo a baixa fertilidade natural, a deficiência hídrica, a pequena profundidade e a susceptibilidade à erosão fatores limitantes em seu uso agrícola. Possuem horizonte A fraco, com cerca de 10 a 15 cm de espessura; são rasos, com presença de pedregosidade, cascalhos e de fragmentos da rocha de origem e lepticos (contato lítico entre 50 e 100 cm) e ocupam relevos que variam de ondulado (declividade de 8 a 20 %) a forte-ondulado (declividade de 20 a 45%). Assim, de modo geral, apresentam baixa aptidão agrícola, sendo recobertos, de forma geral, por vegetação florestal nativa ou utilizados para reflorestamento de eucalipto.

Figura 101 Mapa de solos da Área de Estudo Regional



11.5.7.3 Pedologias nas Áreas de Estudo Local e do Projeto

O mapeamento das classes de solos realizado para a área de estudo local (AEL) e para a área do Projeto em estudo, na escala 1:30.000 (Figura 102), constatou a ocorrência predominante de Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo Háplico associado a Neossolo Litólico, ocorrendo também Neossolo Litólico associado a afloramento rochoso.

Além destas classes de solos dominantes tanto a nível regional quanto local (Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho e Cambissolo Háplico), numa escala mais detalhada (Figura 102) foi possível a identificação, das classes Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos, além de afloramentos de rocha, ocorrendo muitas vezes associados dificultando o mapeamento. As classes dominantes também verificadas no âmbito regional já forma caracterizadas no item anterior.

Os *Neossolos Litólicos* são verificados na AEL em unidade isolada, associados a Cambissolos Háplicos ou associados a afloramentos de rochosos. Envolvem solos minerais pouco desenvolvidos, rasos, constituídos por um horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, ou sobre um horizonte C ou B pouco espesso, e apresentam contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. Devido à pequena espessura, possuem elevados teores de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, assim como cascalhos e calhaus de rocha semi-intemperizada na massa do solo. São solos distróficos com saturação de bases inferior a 50%. A pequena profundidade efetiva destes solos limita o desenvolvimento radicular da maioria das plantas. O horizonte A apresenta, em geral, textura média ou argilosa; entretanto podem ocorrer pedregosidade e de rochosidade nesses solos. São solos sem aptidão agrícola estando associados a áreas de relevo montanhoso (declividade de 45 a 75%), sob vegetação florestal, campo rupestre e a afloramentos rochosos.

Os *Neossolos Flúvicos* ocorrem somente na porção sudeste da AEL, na margem do rio Piracicaba e em um pequeno trecho da margem do córrego do Diogo, a jusante da barragem do Diogo. São solos pouco desenvolvidos, provenientes de deposições fluviais recentes, formando aluviões de cursos d'água e apresentando horizonte A diferenciado, seguindo as camadas estratificadas, com distribuição não uniforme de matéria orgânica e/ou composição granulométrica. Possuem textura arenosa, de topografia plana, com potencialidade para a agricultura. No entanto, pela proximidade com o curso d'água, normalmente estes solos podem ser atingidos pelas enchentes, sendo atualmente utilizados como pastagem.

Afloramentos de rocha constituem tipos de terreno e não propriamente solos, ocorrendo na AEL em área associada a Neossolo Litólico na vertente nordeste do Morro do Elefante, sendo representados por formações rochosas sãs a pouco alteradas, com ausência de solo.

O Quadro 77 apresenta a distribuição das classes de solos na AEL e na Área do Projeto. Verifica-se que na AEL as classes de solo dominantes são: Latossolo Vermelho-Amarelo (27,74%), Neossolo Litólico (18,58%) e Cambissolo (11,90%), correspondendo à 46,12% de toda esta área. Verifica-se, ainda, que grande parte da AEL (25,55%) corresponde a solo antropizado pela atividade minerária (cavas, pilhas e outras estruturas da Mina de Água Limpa).

Na Área do Projeto em estudo predomina Latossolo Vermelho-Amarelo (49,11%) que ocupa 83,48 ha. As demais classes (Cambissolo + Cambissolo/Neossolo Litólico + Neossolo Litólico) compreendem juntas 17,22% da área perfazendo 29,26 ha; solo antropizado ocupa 29,10% (49,47 ha) e acessos operacionais ocupam 4,58% (7,78 ha) da área do Projeto.

Quadro 77 Distribuição das classes de solos na Área de Estudo Local e na Área do Projeto

Classe de Tipo de Solo	AEL		Área do Projeto - AP		Total Geral	
	ha	%	ha	%	ha	%
Acesso	35,22	1,80	7,78	4,58	43	2,02
Afloramento rochoso	8,36	0,43	-	-	8,36	0,39
Cambissolo	234,93	11,98	4,62	2,72	239,55	11,24
Cambissolo + Neossolo Litólico	115,4	5,88	10,42	6,13	125,82	5,90
Corpo d'água	95,79	4,88	-	-	95,79	4,49
Latossolo Vermelho-Amarelo	544,06	27,74	83,48	49,11	627,54	29,44
Neossolo Flúvico	15,77	0,80	-	-	15,77	0,74
Neossolo Litólico	364,42	18,58	14,22	8,37	378,63	17,76
Neossolo Litólico + Afloramento rochoso	46,4	2,37	-	-	46,4	2,18
Solo antropizado	501,24	25,55	49,47	29,10	550,73	25,84
Total Geral	**1961,6**	**100**	**169,99**	**100**	**2131,58**	**100**

Registro fotográfico

Foto: Eduardo Andrade, 2020.

Foto 41 Latossolo Vermelho-Amarelo na área de estudo da Expansão da Cava de Morro Agudo.

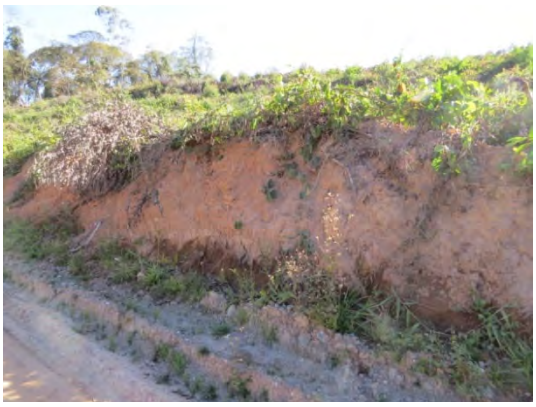


Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 42 Latossolo Vermelho-Amarelo na área da Pilha de Estéril Nova Cururu.

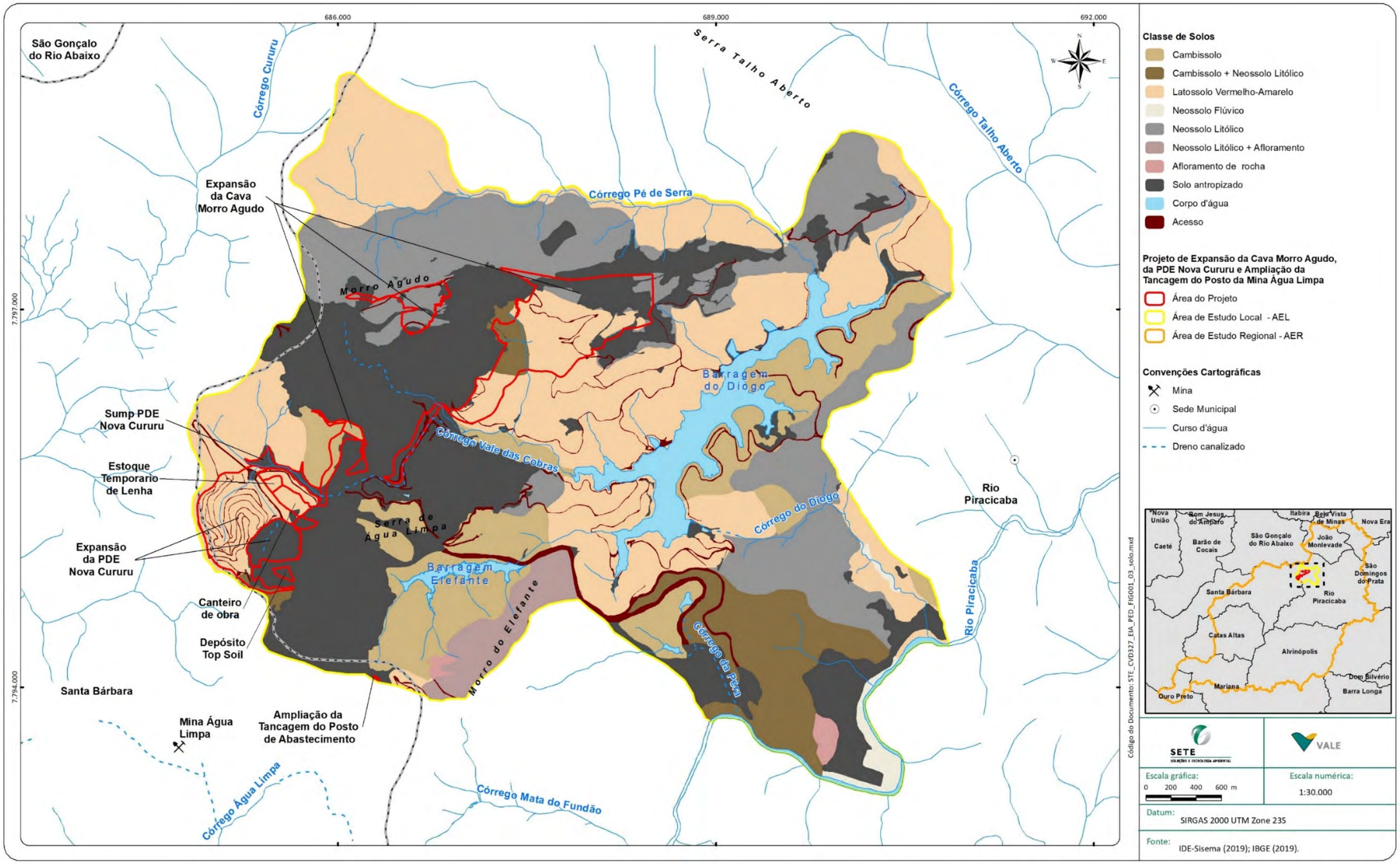
Foto: Eduardo Andrade, 2020.

Foto 43 Neossolo Litólico na área de estudo local.

Foto: Eduardo Andrade, 2020.

Foto 44 Cambissolo na área de estudo local.

Figura 102 Mapa de solos das áreas de estudo local e do projeto



11.5.7.4 Aptidão Agrícola dos Solos

Os solos na área de estudo local (AEL) e na área do Projeto possuem, em geral, baixa ou nenhuma aptidão agrícola em função, principalmente, do relevo movimentado e da pouca profundidade dos solos.

Na AEL o predomínio de solos de baixa aptidão agrícola ocasionou o aproveitamento, no passado, por reflorestamento de eucalipto nas terras de menor declividade e a manutenção da vegetação natural nas terras sem aptidão, formada atualmente por matas nativas. Por outro lado, a composição geológica dessa região refletiu na sua utilização para mineração (Mina de Água Limpa). Ressalta-se que a antiga proprietária da Mina de Água Limpa, a Samitri Mineração S.A., empresa da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, possuía a empresa Companhia Agrícola Santa Bárbara - CAF, que realizou o plantio de eucalipto na década de 1979 em grande parte das terras aproveitáveis no entorno da área da mina.

Na AEL terras com aptidão regular para uso agrícola ocorrem somente em áreas de domínio de Latossolos e Neossolos Flúvicos. Nas áreas de ocorrência de Latossolos verifica-se o uso para pastagem. As áreas de ocorrência de Neossolos Fluviais, em terrenos de relevo plano a suave-ondulado e marginais aos cursos d'água, correspondem, em geral, a Áreas de Preservação Permanente (APP).

Nos levantamentos de campo foram identificadas, na maioria das terras mapeadas, classes de baixa aptidão agrícola, representadas por pastagem plantada (4p) ou pastagem natural e silvicultura (5ns) com grandes restrições e, ainda, grande extensão de terras sem aptidão, que podem ser destinadas à preservação da fauna e flora, conforme demonstra o Quadro 78 a seguir. A distribuição da aptidão agrícola dos solos na AEL e na área do Projeto pode ser visualizada no mapa de aptidão agrícola dos solos (Figura 103).

Quadro 78 Distribuição da aptidão agrícola dos solos na área de estudo local e na Área do Projeto

Classe de Aptidão Agrícola	AEL		Área do Projeto		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%
3abc - Terras com aptidão regular para lavouras no nível de manejo A, B e C	14,71	0,75	-	-	14,71	0,69
4(p) - Terras com aptidão restrita para pastagem plantada	193,91	9,89	40,20	23,65	234,10	10,98
5(ns) - Solos com aptidão restrita para pastagem natural e silvicultura	448,50	22,86	42,37	24,92	490,87	23,03
6 - Solos sem aptidão para uso agrícola	1173,75	59,84	79,64	46,85	1253,39	58,80
Acesso	35,22	1,80	7,78	4,58	43,00	2,02
Corpo d'água	95,50	4,87	-	-	95,50	4,48
Total	**1.961,60**	**100**	**169,99**	**100**	**2.131,58**	**100**

Base das classes de aptidão: EMBRAPA (1995)

Obs.: As áreas alteradas pelas atividades minerárias e as áreas urbanizadas foram inseridas nas áreas sem aptidão para uso agrícola.

Classe 3abc - Terras com aptidão regular para lavouras no nível de manejo A, B e C

Classe associada ao Neossolo Flúvico, em relevo plano (declividade de 0 a 3 %) e ao Latossolo Vermelho-Amarelo, em relevo suave-ondulado (declividade de 3 a 8 %) a ondulado (declividade de 3 a 20 %), com baixa fertilidade natural, sem problemas de deficiência hídrica, susceptibilidade à erosão baixa e sem impedimento à mecanização. Correspondem a solos agricultáveis em todos os níveis de manejo, entretanto, para obtenção de boa produtividade, demandam um melhor nível tecnológico, principalmente com relação às correções anuais de fertilidade e acidez. Na AEL são utilizados para pastagem.

Os Nessolos Flúvicos (solos aluviais) podem apresentar excesso de umidade, principalmente no período chuvoso, exigindo a adoção de um melhor nível tecnológico e investimento em drenagem, nivelamento do terreno e correções anuais de fertilidade para se tornarem produtivos. Em função da sua proximidade com os cursos d'água, parte destas áreas pode ter seu uso inviabilizado no período chuvoso pela ocorrência de enchentes.

Classe 4(p) - Terras com aptidão restrita para pastagem plantada

Classe associada a Latossolo Vermelho-Amarelo e associação deste com Latossolo Vermelho, em relevo ondulado (declividade de 8 a 20 %). São solos álicos, de baixa fertilidade natural, sem problemas de deficiência e/ou excesso de água, susceptibilidade erosiva média e com algum impedimento à mecanização. A implantação de pastagem limita-se ao impedimento à mecanização, mas que pode ser feita com tração animal. São em geral, utilizadas como pastagem plantada ou natural.

Classe 5(ns) - Solos com aptidão restrita para pastagem natural e silvicultura

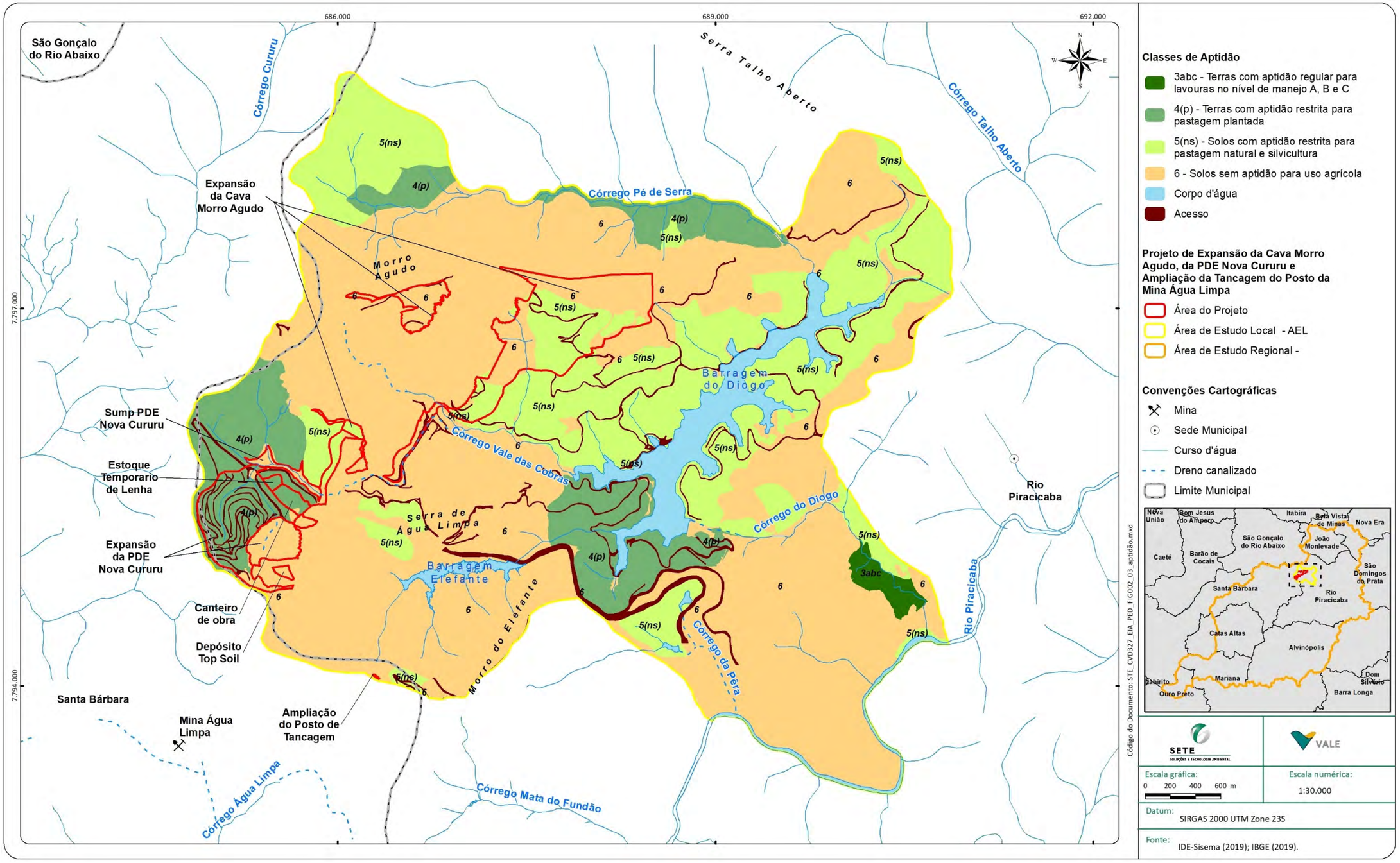
Classe está associada a Cambissolo Háplico e Latossolo Vermelho-Amarelo e associação destes com Latossolo Vermelho, em relevo forte-ondulado (declividade de 20 a 45 %). Apresentam baixa fertilidade natural, podendo apresentar pedregosidade, elevada susceptibilidade à erosão e problemas de deficiência hídrica. Podem ser utilizados como pastagem natural, desde que adotado um manejo adequado às condições locais e suas características. Para realização de silvicultura (plantio de eucalipto) devem ser respeitadas as Áreas de Preservação Permanente (APP) e adotadas medidas de controle de processos erosivos. Os plantios de reflorestamentos nestas áreas devem ser realizados, preferencialmente, por meio do cultivo e manejo e preparo do solo.

Ressalta-se que na AEL e na Área do Projeto estes solos são, no geral, ocupados por plantio de eucalipto sem manejo.

Classe 6 - Solos sem aptidão para uso agrícola

Classe associada a Latossolo, Cambissolo, Neossolo Litólico e Afloramento de Rocha, em relevo forte ondulado a escarpado, de baixa fertilidade natural, com problemas de deficiência hídrica, forte susceptibilidade à erosão e mecanização inviabilizada. Não possui aptidão agrícola, podendo ser utilizado para preservação da fauna e flora. Na AEL e área do Projeto são utilizados como pastagem natural ou ocupados por vegetação florestal em regeneração.

Figura 103 Mapa de aptidão agrícola dos solos na Área de Estudo Local e da Área do Projeto



11.5.7.5 Suscetibilidade Erosiva dos Solos

Para elaboração do mapa de suscetibilidade erosiva dos solos, apresentado na Figura 104 , foram utilizados os seguintes critérios: declividade e formas de relevo, classes de solos e usos do solo e cobertura vegetal. Foram feitos os cruzamentos dos *layers* destes mapas temáticos em ambiente ArcGis, por meio do método de análise de multicritério (*weighted overlay*), que compreende uma técnica de sobreposição de imagens com escala comum de valores para temas diversos e distintos, de forma a estabelecer uma avaliação integrada.

Cada critério considerado na avaliação da suscetibilidade erosiva foi classificado de acordo com a atribuição de valores, distribuídos em cinco níveis, variáveis em relação ao grau de suscetibilidade à erosão, conforme apresentado no Quadro 79.

Quadro 79 Escala numérica utilizada para elaboração do mapa de suscetibilidade erosiva

Grau de suscetibilidade erosiva	Definição
1	Muito Baixa Suscetibilidade - os fatores contribuintes são muito pouco favoráveis para a suscetibilidade erosiva.
2	Baixa Suscetibilidade - os fatores contribuintes são pouco favoráveis para a suscetibilidade erosiva.
3	Média Suscetibilidade - os fatores contribuintes são moderadamente favoráveis para a suscetibilidade erosiva.
4	Alta Suscetibilidade- os fatores contribuintes são muito favoráveis à erosão.
5	Muita Alta Suscetibilidade - os fatores contribuintes são altamente favoráveis à erosão.

As informações destes temas (relevo/declividade; solos; uso dos solos e cobertura vegetal) foram hierarquizadas em diferentes fatores de peso, como mostra o Quadro 80 a seguir.

Quadro 80 Variáveis utilizadas para determinação da suscetibilidade erosiva dos solos na área de estudo local e área do projeto

Indicadores	Peso de Ponderação	Grau Numérico	Classe de Avaliação
Relevo / Declividade	0,30	1	0 a 3% - Plano
		2	3 a 8% - Suave ondulado
		3	8 a 20 % - Ondulado
		4	20 a 45% - Forte Ondulado
		5	45 a 75% - Montanhoso e > 75% - Escarpado
Indicadores	Peso de Ponderação	Grau Numérico	Classe de Avaliação

Indicadores	Peso de Ponderação	Grau Numérico	Classe de Avaliação
Indicadores	0,50	1	Neossolo Litólico; Afloramento de Rocha; Neossolo Litólico + Afloramento de Rocha
Classes de solos		2	Neossolo Flúvico; Latossolo Vermelho-Amarelo
		3	Cambissolo Háplico + Neossolo Litólico
		4	Cambissolo Háplico
		5	Solo Exposto; Solo Antropizado, Acessos
Uso do solo e cobertura vegetal	0,20	1	Floresta Estacional Semidecidual em estágios inical, médio e avançado; Afloramento Rochoso; Campo Rupestre Ferruginoso Campo úmido antrópico
		2	Candeial, Plantio de Eucalipto não manejado e categorias 1, e 2; Áreas operacionais e administrativas da mineração
		3	Pastagem
		4	Campo antrópico
		5	Acessos; Solo Exposto, Área Degradada

Pelo mapa de suscetibilidade erosiva (Figura 104) verifica-se que a maior parte da AEL com cobertura vegetal representada predominantemente por reflorestamento de eucalipto e pastagem e ocorrência de Latossolo Vermelho-Amarelo, apresenta suscetibilidade erosiva baixa.

As áreas de suscetibilidade erosiva alta, correspondem àquelas de solo antropizado (solos expostos) pelas atividades da mineração (Mina de Água Limpa), relacionados a terrenos de relevo forte ondulado (declividade entre 20 a 45%) a montanhoso (declividade entre 45 a 75 %). Em trechos com relevo ondulado e forte-ondulado (declividade entre 8 a 45%) e ocorrência de Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico, a suscetibilidade erosiva é média.

Na maior parte das áreas destinadas à expansão da cava de Morro Agudo, com predomínio de Latossolo ou Neossolo Litólico em relevo ondulado e forte ondulado (declividade entre 8 a 45%), recobertos por vegetação a suscetibilidade erosiva é baixa. Na porção leste da expansão da cava Morro Agudo, onde ocorre Cambissolo, em relevo ondulado a forte ondulado a suscetibilidade erosiva é média. Em trechos da área destinada à expansão da cava, em domínio de solo antropizado (solo exposto), relevo ondulado a forte ondulado, sem cobertura vegetal ou em área de eucalipto, a suscetibilidade erosiva é alta.

Na maior parte da área destinada à expansão da PDE Nova Cururu e canteiros de obras, onde há predomínio de Latossolo Vermelho-Amarelo, cobertura de campo antrópico e relevo forte ondulado (declividade de 20 a 45%) a susceptibilidade erosiva é média. Em trechos restritos dessa área, marginais a cursos d'água, em domínio de Latossolo Vermelho-Amarelo, relevo suave ondulado (declividade entre 3 e 8%) e presença de cobertura vegetal a suscetibilidade erosiva é muito baixa.

De modo geral, conforme apresentado no Quadro 81, a maior parte da Área do Projeto (48,29%) e da AEL (42,15 %) apresentam baixa susceptibilidade erosiva. Também é verificada a presença de susceptibilidade erosiva alta em 20,21% da Área do Projeto e 21,30% da AEL.

Quadro 81 Distribuição do grau de susceptibilidade dos solos na área de estudo local e na Área do Projeto

Susceptibilidade dos Solos à Erosão	Área do Projeto		AEL		Total Geral	
	ha	%	ha	%	ha	%
Alto	34,35	20,21	417,85	21,30	452,20	21,21
Baixo	82,09	48,29	826,77	42,15	908,87	42,64
Médio	33,18	19,52	352,85	17,99	386,02	18,11
Muito Alto	8,24	4,84	23,92	1,22	32,15	1,51
Muito Baixo	12,13	7,14	340,22	17,34	352,35	16,53
Total Geral	**169,99**	**100**	**1961,60**	**100**	**2131,58**	**100**

Registro Fotográfico

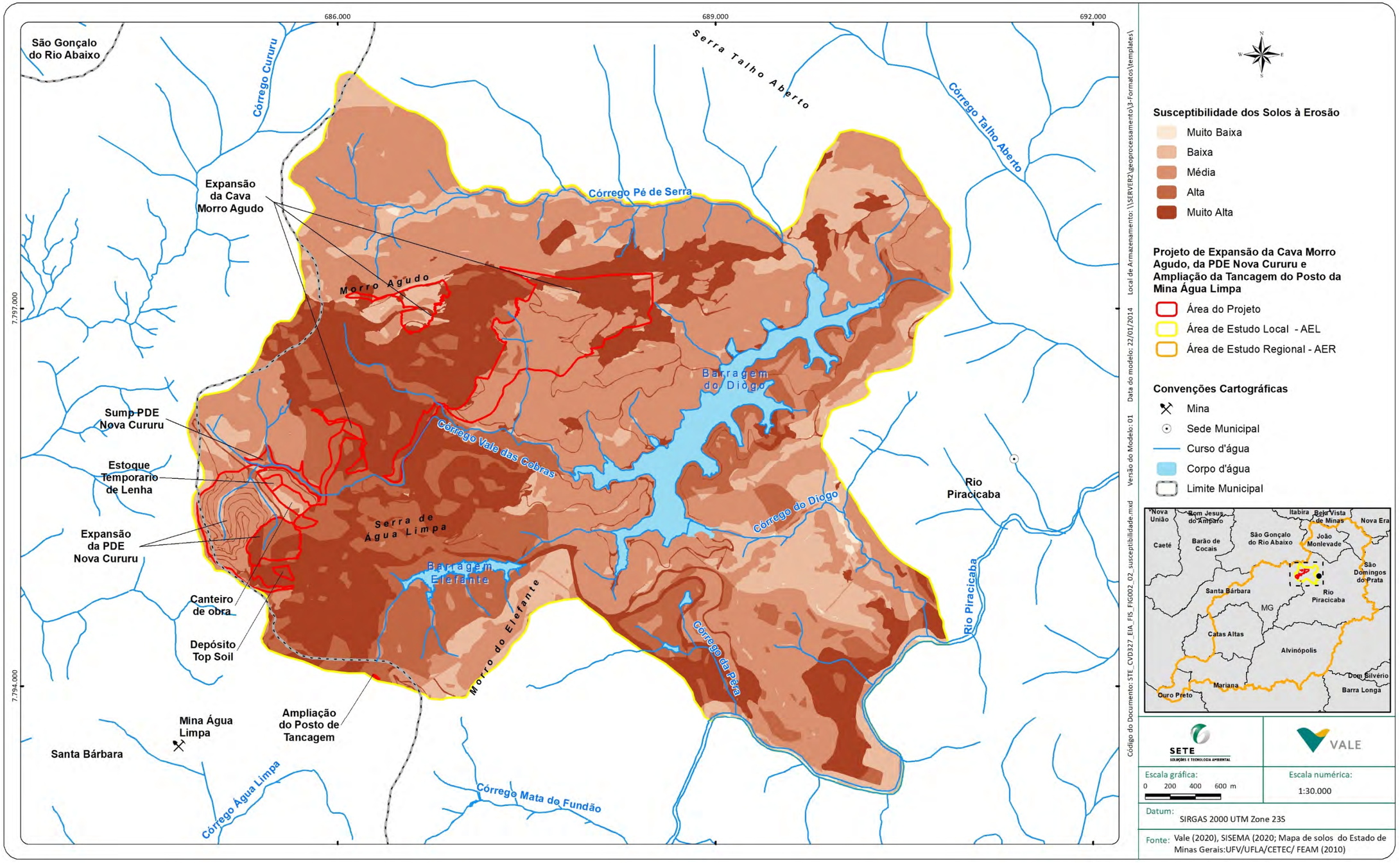
Foto: Foto: Lais Jales/ imagens de drone, 2020

Foto 45 Vista aérea (drone) de um processo morfodinâmico (deslizamento) em talude de acesso entre a cava Morro Agudo e Espigão do Pico (coordenadas UTM: 686406/ 7796930).

Foto: Foto: Lais Jales/ imagens de drone, 2020

Foto 46 Processo morfodinâmico (deslizamento) em taludes na área da cava Morro Agudo (itabiritos friáveis).

Figura 104 Mapa de suscetibilidade erosiva dos solos na Área de Estudo Local e na Área do Projeto



11.5.8 Espeleologia

11.5.8.1 Introdução

No item Espeleologia, ora tratado, é apresentada a síntese dos estudos espeleológicos realizados na Mina Água Limpa, com enfoque na área destinada ao **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e Expansão da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa** objeto deste EIA.

Os estudos espeleológicos que foram realizados na Mina Água Limpa fazem parte do processo administrativo de LP+LI (processo nº 00118/1986/046/2014. Protocolo SIAM: 0880002/2015), e foram executados em quatro fases, sempre considerando a legislação espeleológica vigente. Cada uma dessas fases é abarcada em um estudo, sendo eles:

- Fase I: Relatório de Prospecção de Cavidades - Projeto Água Limpa Oeste e Ampliação PDE Cururu, realizado pela empresa Brandt Meio Ambiente em 2014;
- Fase II: Relatório de Prospecção Espeleológica – Mina de Água Limpa – Projeto TCLD, realizado pela empresa Carste Ciência e Meio Ambiente em 2015;
- Fase III: Prospecção Espeleológica - Projeto Morro Agudo, realizado pela empresa Ativo Ambiental em 2017;
- Fase IV: Prospecção Espeleológica e Topografia de Cavidades - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2, realizado pela empresa Brandt Meio Ambiente em 2015.

Os caminhamentos realizados nas prospecções espeleológicas da Mina de Água Limpa se sobrepõem à área efetiva a ser ocupada pelo Projeto e a um *buffer* de 250 metros no entorno deste projeto, conforme prevê a legislação.

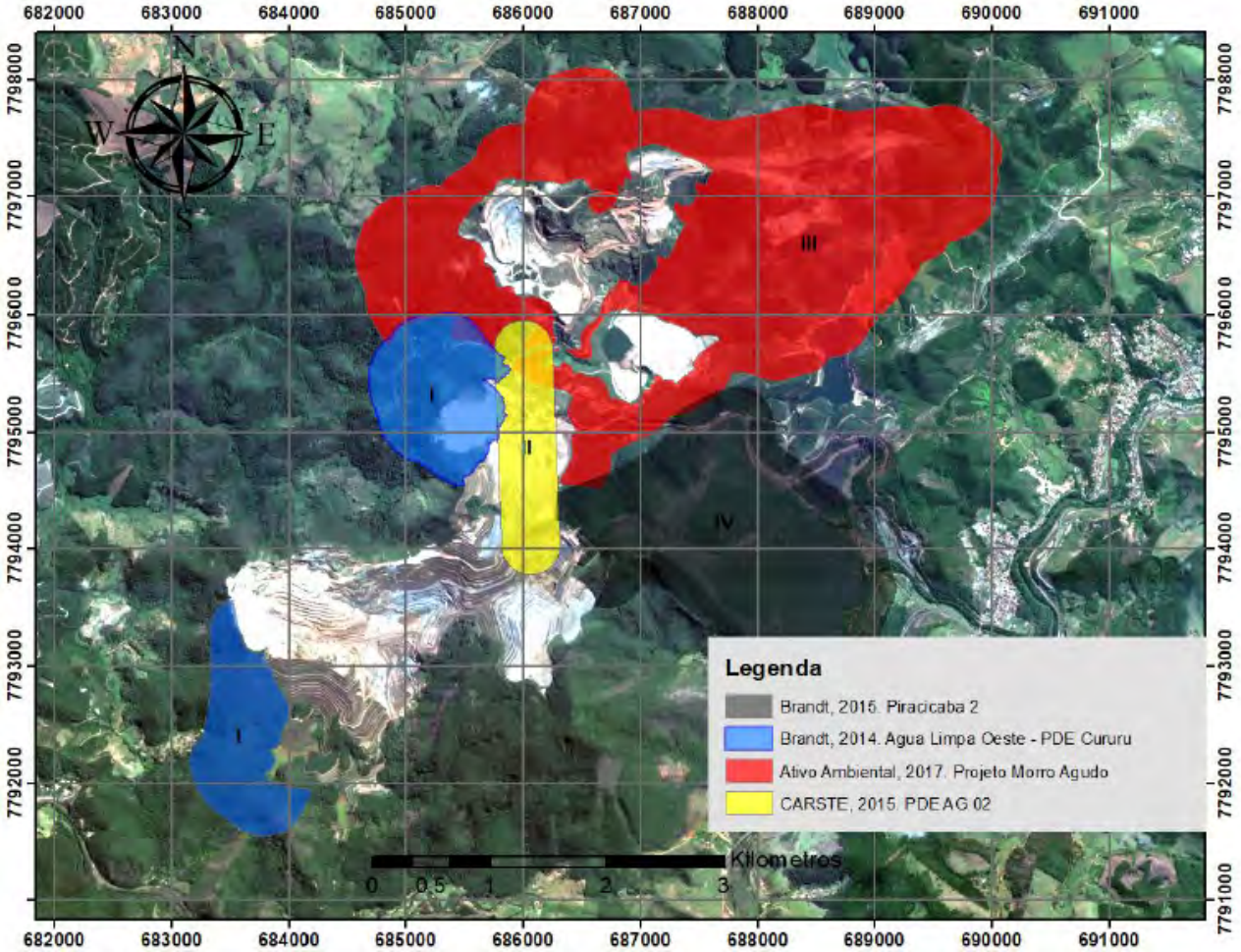
No **Anexo 11** deste EIA são apresentados, na íntegra, os estudos espeleológicos que subsidiaram este item de espeleologia, assim organizados:

- **Anexo 11.1**: Estudos de prospecção espeleológica realizados na Mina de Água Limpa;
- **Anexo 11.2**: Estudos de análise de relevância das cavidades com interferência na área do Projeto em pauta e em seu entorno (buffer de 250 metros);
- **Anexo 11.3**: Estudo de avaliação de impactos das cavidades com interferência pelo Projeto em pauta;
- **Anexo 11.4**: Proposta de compensação das cavidades passíveis de compensação referentes ao projeto.

Os estudos apresentados no **Anexo 11** possuem metodologias adequadas de acordo com as diretrizes da legislação vigente relativa a espeleologia.

A Figura 105 mostra as áreas abrangidas pelas prospecções espeleológicas (fases I, II, III e IV) realizadas no complexo da Mina de Água Limpa.

Figura 105 Prospecções espeleológicas realizadas na Mina de Água Limpa (BRANDT, 2014; CARSTE, 2015; ATIVO AMBIENTAL, 2017; e BRANDT, 2015)



Fonte: Vale (2020)

A partir da consolidação dos resultados das prospecções espeleológicas realizadas na Mina de Água Limpa verificou-se que, das áreas prospectadas indicadas na Figura 105 (área I – Brandt Meio Ambiente (2014); área II - Carste Ciência e Meio Ambiente (2015); área III – Ativo Ambiental (2017); e área IV - Brandt Meio Ambiente (2015)), somente as feições espeleológicas prospectadas na área III (ATIVO AMBIENTAL, 2017) têm interferência com a área do Projeto ou com seu *buffer* de 250 metros.

A seguir apresenta-se a síntese dos resultados obtidos nos estudos espeleológicos da Mina de Água Limpa, com enfoque naqueles resultados relacionados ao projeto em pauta.

11.5.8.2 Resultados

De acordo com as prospecções espeleológicas foram identificadas 26 feições no entorno da área do Projeto, conforme resultados dos estudos realizados pela empresa Ativo Ambiental em 2017 e pela empresa Brandt Meio Ambiente em 2014. Dessas 26 feições espeleológicas, nove (09) encontram-se posicionadas fora do buffer de 250 metros da área diretamente afetada pelo Projeto, e, portanto, não serão tratadas nesse item. Para as outras 17 feições, inseridas na área do Projeto ou em seu entorno (buffer de 250 metros), serão apresentados os resultados dos estudos espeleológicos.

Na Figura 106 , a seguir, é mostrada a densidade de caminhamento (ATIVO AMBIENTAL, 2017; BRANDT, 2014), bem como as 17 feições espeleológicas inseridas na área diretamente afetada pelo Projeto em estudo ou em seu buffer de 250 metros.

Figura 106 Densidade de caminhamento e feições espeleológicas verificadas na Área do Projeto em estudo e no *buffer* de 250 metros

No Quadro 82 tem-se uma síntese quantitativa das prospecções espeleológicas na área do Projeto e em seu buffer de 250 metros (BRANDT, 2014; ATIVO AMBIENTAL, 2017).

Quadro 82 Síntese dos quantitativos gerais das prospecções espeleológicas realizadas na área do Projeto e em seu entorno (buffer de 250 metros)

Parâmetros	Quantitativos	
	Ativo Ambiental (2017)	Brandt (2014)
Área de prospecção total	852,12 ha	238,00 ha
Área de prospecção real (sem áreas de sombra)	731,00 ha	216,00 ha
Quilometragem total de caminhamento	121,47 km	31,085 km
Quilometragem real de caminhamento (sem áreas de sombra)	99,94 Km	-
Densidade total de caminhamento	14,25 km/km²	13 km/km²
Densidade real de caminhamento (sem áreas de sombra)	13,67 km/km²	-
Feições espeleológicas identificadas e galerias	28	0

Fonte: Brandt (2014); Ativo Ambiental (2017).

O Quadro 83, a seguir, mostra a localização e características (altitude, projeção horizontal, altura, área, volume, desnível, desenvolvimento linear, altura da boca, litotipo) das feições espeleológicas identificadas na área do Projeto ou em seu entorno (*buffer* de 250 metros). Nesse mesmo quadro é também apresentado o grau de relevância resultante dos estudos de análise de relevância (SPELAYON, 2020; Volume 4) realizados para essas feições.

Das 17 feições identificadas na Área do Projeto e em seu entorno (*buffer* de 250 metros), 15 correspondem a cavernas e duas (02) compreendem abrigos. Das 15 feições espeleológicas, classificadas como cavernas, identificadas na área diretamente afetada pelo Projeto e no *buffer* de 250 metros em seu entorno, três (03) foram caracterizadas como cavidades naturais subterrâneas maiores que 5 metros, desenvolvidas em rochas siliciclásticas e classificadas como **alto grau de relevância**, sendo elas: AGL_0043, AGL_0044 e AGL_0045 (SPELAYON, 2020; Volume 4). As demais feições espeleológicas, menores que 5 metros, identificadas na área do Projeto ou no *buffer* de 250 metros foram classificadas como de **baixo grau de relevância**, conforme o Art. 12 da Instrução Normativa nº 2/2017 (SPELAYON, 2020). Conforme já referido no item introdutório, o **Anexo 11.2** apresenta os estudos de relevância realizados para essas cavidades.

O mapa apresentado na Figura 107, adiante, mostra o posicionamento de seis (06) feições espeleológicas na área do Projeto e de outras onze (11) feições cujos raios de 250 metros em seu entorno têm interferências com a área deste projeto. As seis (06) feições espeleológicas inseridas na área do Projeto (mais especificamente na área destinada à expansão da cava Morro Agudo), todas classificadas como cavernas, estarão sujeitas a impacto negativo irreversível.

Como mostra a Figura 107, duas (02) cavernas classificadas como **alto grau de relevância** (SPELAYON, 2020; Volume 4) estão situadas na área do Projeto (mais especificamente na área destinada à expansão da cava Morro Agudo): AGL_0043 e AGL_0044.

Uma (01) caverna, classificada como **alto grau de relevância** (AGL_0045), está posicionada fora da área diretamente afetada pelo Projeto, como mostra a Figura 107 a seguir. Esta caverna posiciona-se ao norte da área destinada à expansão da cava Morro Agudo, e, o raio de 250 metros em seu entorno têm interferência com a área de expansão da cava Morro Agudo.

Quadro 83 Informações gerais das feições identificadas na prospecção espeleológica da área do Projeto e em seu buffer de 250 metros

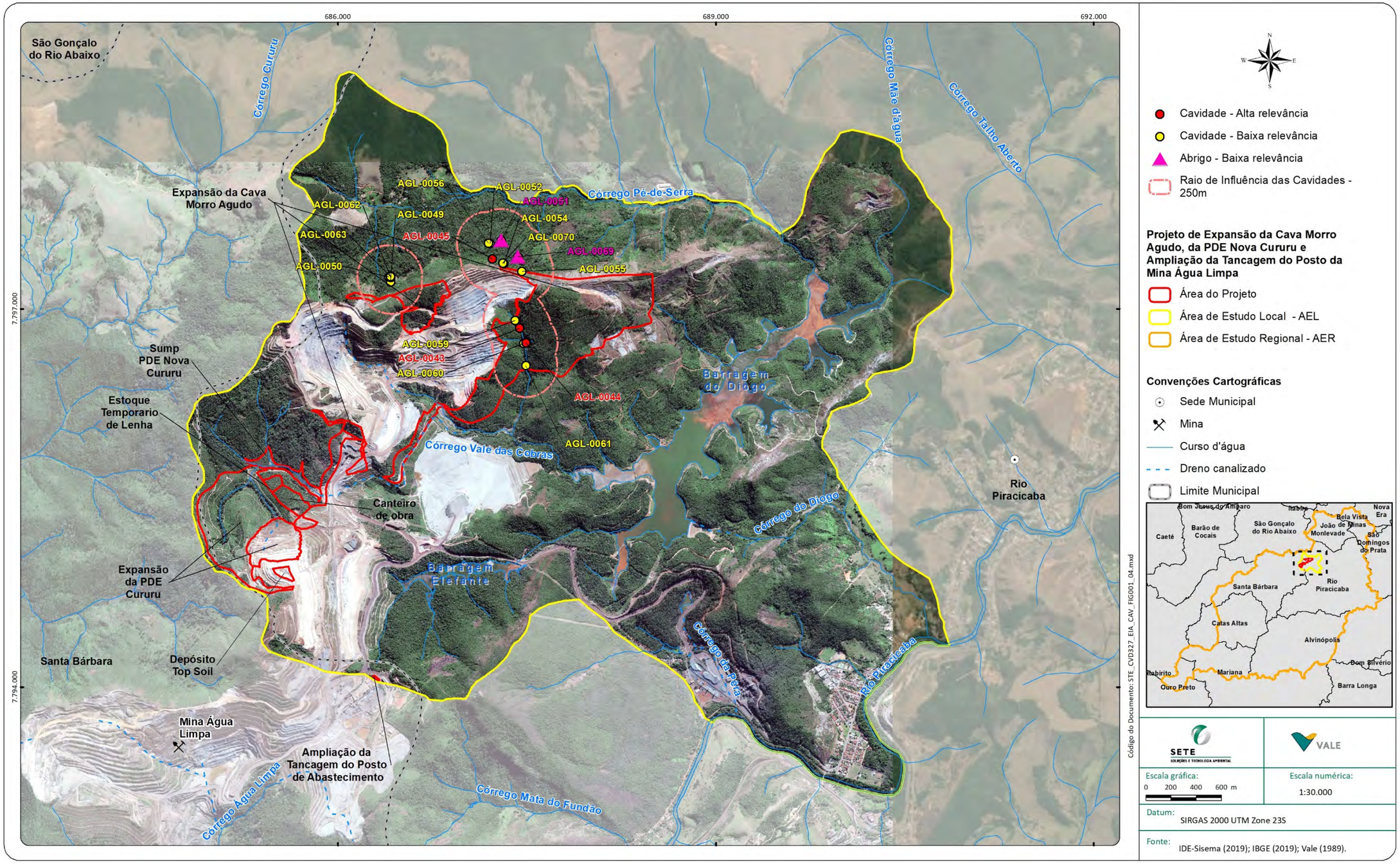
Feições Espeleológicas	Tipo	Coordenadas UTM Sirgas 2000 23S		Altitude (m)	PH[2] (m)	Área (m^2)	Volume (m^3)	Desnível (m)	DL[3] (m)	Altura Boca-H (m)	Litotipo	Interferência	Grau de Relevância/ atributos espeleológicos
		X (mE)	Y (mN)										
AGL_0043	Caverna	687482	7796891	903	5,46	13,03	8,99	1,85	-	-	silicoso	ADA (*)	Alto
AGL_0044	Caverna	687534	7796774	850	10,92	24,77	13,87	2,85	-	-	silicoso	ADA (*)	Alto
AGL_0045	Caverna	687270	7797440	1015	7,04	12,75	8,41	0,65	-	-	silicoso	*Buffer* de 250 m	Alto
AGL_0049	Caverna	686462	7797256	974	2,98	7,78	6,53	1,39	3,48	-	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0050	Caverna	686449	7797298	991	3,31	10,41	12,38	0,92	4,62	-	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0051	Abrigo	687294	7797544	958	0,98	8,14	8,06	0,5	3,17	5	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0052	Caverna	687253	7797561	952	2,03	9,87	4,24	0,15	2,25	4	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0054	Caverna	687362	7797400	1019	2,31	9,39	6,29	0,52	2,36	4	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0055	Caverna	687505	7797341	981	4,36	64,00	76,16	0,91	4,94	5	silicoso	ADA (*)	Baixo
AGL_0056	Caverna	687239	7797565	956	1,61	10,44	7,83	0,52	1,65	5	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0059	Caverna	687451	7796958	923	1,28	2,74	N/A	N/A	1,57	-	silicoso	ADA (*)	Baixo
AGL_0060	Caverna	687515	7796770	858	3,74	6,15	N/A	N/A	3,96	-	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0061	Caverna	687532	7796594	799	2,34	4,42	N/A	N/A	2,73	-	ferrífero	ADA (*)	Baixo
AGL_0062	Caverna	686465	7797291	970	4,12	5,68	N/A	N/A	-	-	silicoso	ADA (*)	Baixo
AGL_0063	Caverna	686463	7797299	971	1,08	3,11	N/A	N/A	-	-	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0069	Abrigo	687427	7797413	992	2,22	4,62	3,93	0,43	-	-	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo
AGL_0070	Caverna	687353	7797408	1019	2,10	11,90	9,04	1,26	2,16	-	silicoso	*Buffer* de 250 m	Baixo

Fonte: Ativo Ambiental (2017); Spelayon Consultoria (2019); Spelayon Consultoria (2020, Volume 1 e Volume 4); Vale (2020).

(*) cavidades localizadas na área diretamente afetada (ADA) da expansão da cava Morro Agudo

[2] PH = Projeção Horizontal;
[3] DL = Desenvolvimento Linear

Figura 107 Localização das feições espeleológicas verificadas na Área do Projeto e com a delimitação de poligonal convexa de 250 m no entorno das mesmas



11.5.8.3 Conclusões

As prospecções espeleológicas na área da Mina de Água Limpa foram realizadas em quatro fases, iniciadas em 2014 e finalizadas em 2017 (BRANDT, 2014; 2015; CARSTE, 2015; ATIVO AMBIENTAL, 2017). No total 17 feições espeleológicas (sendo 15 cavernas e 02 abrigos) estão relacionados ao **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, Expansão da PDE Nova Cururu e da Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa,** estando posicionadas na área diretamente afetada deste projeto (seis cavernas) ou no buffer de 250 metros em seu entorno (9 cavernas e 2 abrigos).

Durante os estudos para análise e classificação de relevância, segundo os critérios do Decreto federal nº 6.640/2008 e da Instrução Normativa nº 02/2017, dentre as 15 cavernas inseridas na área diretamente afetada pelo projeto e em seu *buffer* de 250 metros, 12 (doze) foram classificadas como de **baixo grau de relevância** e outras três outras (03) foram classificadas com **alto grau de relevância** (SPELAYON, 2020, Volume 4).

Na área diretamente afetada pelo Projeto foram identificadas 6 (seis) cavernas, sendo elas: AGL_0043, AGL_0044, AGL_0055, AGL_0059, AGL_0060 e AGL_0061. Duas dessas cavernas foram classificadas como **alto grau de relevância** (AGL_0043 e AGL_0044) e as outras quatro como baixo grau de relevância.

Foi realizado pela Vale, em julho de 2020, um estudo de avaliação de impacto nas cavidades naturais situadas na área diretamente afetada pelo Projeto e em seu buffer de 250 metros (15 cavernas), o qual consta do **Anexo 11.3** deste EIA. A avaliação de impactos foi realizada para as cavidades situadas dentro da área diretamente afetada (ADA) e em seu buffer de 250 metros. Das cavidades inseridas na ADA, sujeitas a impactos negativos irreversíveis, duas são de alta relevância (AGL_0043, AGL_0044) e quatro de baixa relevância (AGL_0055, AGL_0059, AGL_0060 e AGL_0061). Em relação às cavidades localizadas no buffer de 250 metros somente uma apresenta alta relevância (AGL_0045) e as demais são de baixa relevância.

A Vale elaborou também, em julho de 2020, uma proposta de compensação para as feições espeleológicas impactadas pelo Projeto. Para as seis cavidades situadas na área diretamente afetada pelo Projeto é apresentada proposta de compensação por impactos irreversíveis, que consta do documento apresentado no **Anexo 11.4**. deste EIA.

11.5.9 Recursos Hídricos

11.5.9.1 Metodologia

A rede hidrográfica das áreas de estudo do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa** foi elaborada a partir da Carta Topográfica do Instituto Brasileiro de Geoestatística - IBGE, Folha Itabira SE.23-Z-D-IV, escala 1:100.000 (IBGE, 1977) e da imagem de satélite *Wordview-2* 2020, disponibilizada pela Vale.

O mapa apresentado como base da hidrografia foi obtido no site do Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais (IGAM), de 2010. Informações complementares foram obtidas no site dos comitês de bacia hidrográficas – Rio Doce e Rio Piracicaba.

No âmbito local, a rede hidrográfica da AEL e da Área do Projeto foi também elaborada sobre a imagem de satélite *Wordview-2* 2020 e com checagem dos cursos d'água por meio da carta topográfica do IBGE (Folha Itabira), sendo por fim, aferida com base no mapa de inventário de nascentes e pontos de água, escala 1:10.000, do "Estudo Hidrogeológico do Complexo Água Limpa" (MDGEO, 2008b).

11.5.9.2 Hidrografia da Área de Estudo Regional

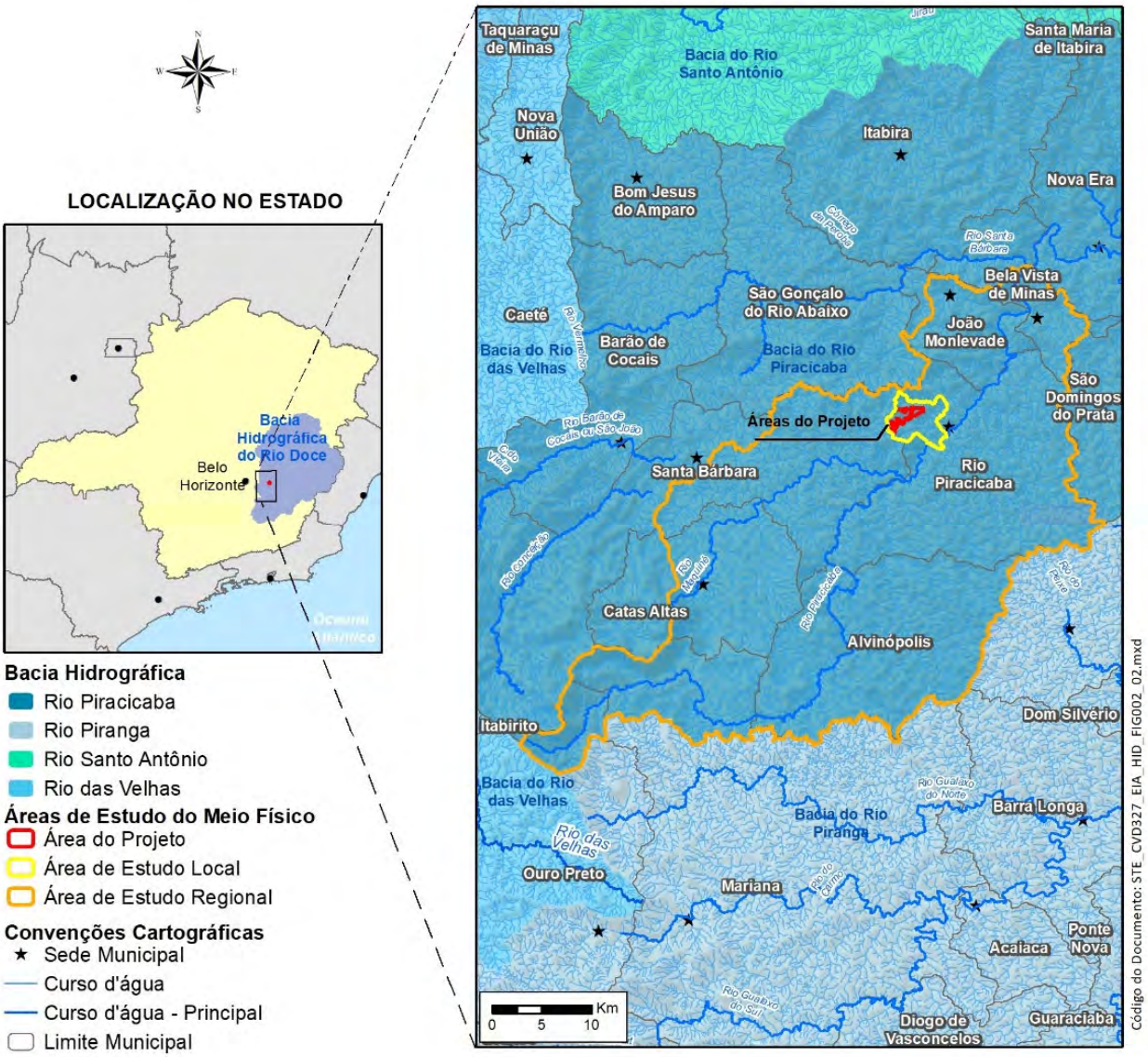
A Área de Estudo Regional (AER) do Projeto está inserida na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (bacia estadual), por sua vez afluente de primeira ordem da margem esquerda do rio Doce (bacia federal), localizada na porção centro-leste do estado de Minas Gerais. A AER tem limite definido por uma parcela da bacia do Rio Piracicaba, desde a sua nascente no município de Ouro Preto até a sua confluência com o Rio Santa Bárbara, abrangendo tributários de primeira e segunda ordem em suas margens esquerda e direita (Figura 108).

Conforme a divisão das bacias hidrográficas estaduais em Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) no estado de Minas Gerais, regida pela Deliberação CERH-MG nº 06/2002, a bacia do Piracicaba é uma das seis regiões hidrográficas que compõem as unidades da bacia do Rio Doce, recebendo a identificação de UPGRH DO2.

Com uma área de drenagem igual a 83.069 km², a bacia hidrográfica do rio Doce atravessa o território dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo e está, portanto, sob o domínio federal. O estado de Minas Gerais possui 86% da área de drenagem desta bacia e é onde se localizam as cabeceiras do rio Piranga, principal formador do rio Doce, juntamente com os rios Piracicaba e do Carmo, também formadores do rio Doce. Em função de suas características físicas, a bacia do rio Doce é dividida em três áreas distintas:

- Alto rio Doce: das nascentes até a confluência com o rio Piracicaba, afluente do rio Doce pela margem esquerda, nas proximidades da cidade de Ipatinga, em Minas Gerais;
- Médio rio Doce: da confluência com o rio Piracicaba até a divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo, nas proximidades da confluência com o rio Guandu no Espírito Santo;
- Baixo rio Doce: da divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo até a foz no Oceano Atlântico.

Figura 108 Contexto da Área de Estudo Regional em relação à bacia federal do rio Doce e à bacia estadual do rio Piracicaba



Bacia do rio Piracicaba

A bacia do rio Piracicaba, pertencente ao alto rio Doce, apresenta uma rede de drenagem densa, de padrão dendrítico, nas posições de cabeceiras (cursos de primeira e segunda ordem), tendendo ao padrão em treliça na análise dos tributários em relação ao rio Piracicaba; os vales dos maiores cursos d'água são, em geral, encaixados, em forma de "V".

O rio Piracicaba nasce no município de Ouro Preto e percorre 241 km até desaguar no rio Doce, na divisa dos municípios de Ipatinga e Timóteo. A cabeceira do rio Piracicaba está localizada a 1.680 m de altitude, situada nas bordas das serras do Caraça e do Batatal (CBH DOCE ,2010). A bacia total possui área de drenagem total de 5.681,51 km^2 e seu território abarca 21 municípios e cerca de 800 mil pessoas e a economia é baseada em três atividades interligadas: mineração, reflorestamento de eucalipto e siderurgia (CBH PIRACICABA, 2013).

A Área de Estudo Regional (AER) não engloba toda a bacia do rio Piracicaba, mas uma grande parcela da mesma, ocupando o território de suas cabeceiras até a confluência dos rios Santa Bárbara e Piracicaba.

Segundo CBH DOCE (2010), o trecho alto curso do rio Piracicaba, porção sul-sudoeste da AER, correspondente à região de cabeceiras, compreende a porção de maior concentração de áreas naturais, pouco antropizadas, estando nesta região algumas áreas legalmente protegidas (*e.g.* RPPNs Caraça, Quebra Ossos, Horto-Alegria, parte do PARNA Serra do Gandarela, dentre outras). Os demais trechos dessa bacia dentro dos limites da AER (porções central e noroeste-norte-nordeste) são caracterizados por áreas mais antropizadas pela presença de extensos reflorestamentos de eucalipto, áreas de pastagem, expansões urbanas de sedes municipais (*e.g.* Rio Piracicaba, João Monlevade, Bela Vista de Minas), expansão da rede viária e presença de atividade minerária (Mina de Água Limpa).

A rede de drenagem da AER é fortemente condicionada pela tectônica do substrato litológico, com alinhamento de talvegues de drenagem e de divisores de águas dos cursos d'água segundo eixos de megadobras (sinclinais e anticlinais), lineamentos estruturais e falhas nas direções preferenciais sul-norte, sudoeste-nordeste, sudeste-noroeste. Na AER o vale do rio Piracicaba apresenta direção geral segundo sudoeste-nordeste, à exceção de seu trecho de cabeceiras que se alinha segundo oeste-leste até a confluência do ribeirão Durão.

Segundo Almeida *et al.* (2017), que realizou a análise morfométrica de parte da bacia do rio Piracicaba, a área da bacia entre as cabeceiras do rio Piracicaba até a Estação Fluviométrica Rio Piracicaba (56610000), dentro do limite da área de estudo regional, tem área de drenagem de 1.138,80 km^2 e perímetro de 205,16 km. Neste trecho tem-se uma altitude média de 813,40 m, variando de 630 m a 2.033 m e declividade variando entre 20 e 45% e média de 19,36%, com relevo ondulado a forte ondulado. A densidade de drenagem equivale a 0,74, o que está relacionado com o aumento do tempo de concentração da água na bacia. A bacia tem forma mais alongada, tendendo ao aumento do tempo de concentração de escoamento e na diminuição do risco de ocorrência de enchentes (ALMEIDA *et. al*, 2017). Cabe ressaltar, entretanto, que o trecho entre Rio Piracicaba até Bela Vista de Minas, há relatos históricos e de enchentes durante o período de chuvas mais intensas em vários anos. O histórico de problemas relacionados a enchentes levou à instalação de estações pluviométricas e fluviométricas na bacia, administradas pela Agência Nacional de Águas – ANA, visando alertar as populações locais de possíveis transbordamentos.

Esta bacia apresenta uma estimativa de produção de sedimentos que varia de 100 a 200 ton/km^2/ano e suscetibilidade a erosão classificada como forte em mais de 50% de sua área, em função da ocorrência de estiagens e de chuvas torrenciais, bem como da presença de solos suscetíveis a processos erosivos e à presença de depósitos superficiais friáveis nos terraços fluviais e em baixas vertentes (CBH DOCE,2010).

Conforme apresentado no Quadro 84, de acordo com dados da estação fluviométrica Mário de Carvalho mais próxima da AER, operada pela CPRM, a vazão média do rio Piracicaba é de 97,90 m^3/s; os meses de novembro a março apresentam as maiores vazões, com pico em janeiro, com registro de vazão média mensal igual a 189,5 m^3/s; e, as menores vazões ocorrem entre maio a outubro, com vazão mínima em setembro de 49,7 m^3/s. Segundo os registros entre 1970 e 2010, a maior média anual ocorreu em 1979, com valor superior a 160 m^3/s, sendo que neste ano ocorrem enchentes de grandes proporções A vazão de estiagem no Rio Piracicaba, conhecida como $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias e duração para um período de 10 anos) para área de drenagem da bacia é de 29,90 m^3/s (CBH DOCE ,2010).

Quadro 84 Disponibilidade hídrica superficial do rio Piracicaba - Estação Fluviométrica Mário de Carvalho

Sub-bacia	Código da Estação	Município	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Vazão Específica (L/s/km^2)			Vazão (m^3/s)		
			X (mE)	Y (mN)	Q_{MLT}	Q_{95}	$Q_{7,10}$	Q_{MLT}	Q_{95}	$Q_{7,10}$
Rio Piracicaba	56696000	Timóteo	747655	7839375	18,00	6,84	5,49	97,90	37,30	29,90

Principais cursos d'água da bacia do rio Piracicaba na AER

Os principais tributários do rio Piracicaba pela margem esquerda são: o rio Santa Bárbara, cuja sub-bacia está fora do limite estabelecido da AER; e os ribeirões Maquiné e Durão, ambos integrantes da AER. Pela margem direita seus principais afluentes são: rio da Prata, que deságua no Piracicaba a jusante da confluência do rio santa Bárbara, e que está também fora da AER; e os ribeirões do Turvo e Gomes de Melo, ambos de menor porte e situados dentro dos limites da área de estudo regional (ver Figura 79 apresentada no 11.5.2 - Contextualização Física Regional).

O rio Maquiné, tributário de maior porte da margem esquerda do rio Piracicaba, está situado na porção central da AER, com uma área de drenagem de 354 km^2 e perímetro de 118 km. A sua formação se dá pela confluência dos seguintes cursos d'água: ribeirão Vermelho, com cabeceira localizada no município de Santa Bárbara; ribeirão dos Coqueiros, com cabeceira no município de Catas Altas, na serra do Caraça; e ribeirão Valéria, que também nasce na porção sudeste de Catas Altas. A confluência do ribeirão Maquiné com o rio Piracicaba se dá na porção central da AER, nos limites municipais de Santa Bárbara e Rio Piracicaba e a montante desta última cidade (ALVARENGA-SILVA; MARQUES; MAGALHÃES JR., 2014). O rio Maquiné drena sentido sudoeste-nordeste, segundo controle estrutural imposto a toda rede de drenagem na região.

O ribeirão do Turvo é o tributário de maior porte pela margem direita do rio Piracicaba na AER. O ribeirão nasce no município de Alvinópolis, no limite sudeste da APA Municipal Carvão de Pedra e drena segundo a direção geral sul-norte, paralelo a um trecho do rio Piracicaba e alinhado segundo lineamento estrutural do substrato rochoso. Deságua na margem direita do rio Piracicaba, alguns metros a montante da confluência do ribeirão Maquiné neste rio pela margem esquerda, também a montante da cidade de Rio Piracicaba.

O ribeirão Gomes de Melo, outro tributário pela margem direita do rio Piracicaba, drena no sentido sudeste-noroeste, em talvegue praticamente paralelo ao do ribeirão do Turvo. Sua nascente está situada na porção noroeste do município de Alvinópolis e deságua no rio Piracicaba pela margem direita, próximo ao bairro Louis Ensch, na cidade de Rio Piracicaba.

Uso da água na bacia do Rio Piracicaba

Em relação ao uso das águas da bacia, conforme o Plano Integrado de Recursos Hídricos da UPGHR DO2, o abastecimento industrial corresponde a 51% do total; seguindo pelo abastecimento humano, com uso consuntivo responsável por cerca de 44% do total; pela irrigação com 3%; e o uso para dessedentação animal a 2% (CBH DOCE ,2010).

O estudo "Considerações sobre o Enquadramento das Águas da Bacia do Rio Piracicaba" realizado pelo Consórcio Ecoplan Engenharia & Lume Estratégia Ambiental (2008) buscou em 2008 avaliar e atualizar os usos d'água dos trechos já enquadrados da bacia do rio Piracicaba, a partir de uma análise comparativa ao estudo de Enquadramento dos Corpos D'água da Bacia do Rio Piracicaba (FEAM, 1993).

Segundo este estudo, o trecho 1 (Classe 1), rio Piracicaba de suas nascentes até a confluência com o córrego das Falhas, manteve os usos presentes no levantamento da FEAM (1993), sendo eles: preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

O trecho 2 (rio Piracicaba, do córrego das Falhas até a confluência com rio Doce), enquadrado como Classe 2, manteve os usos levantados pela FEAM (1993): dessedentação de animais, recebimento de efluentes domésticos e industriais e abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado e geração de energia. No entanto, na parte inicial do trecho 2, entre Rio Piracicaba e Bela Vista de Minas, verificou-se o aumento de atividades de mineração de ferro (minas de Água Limpa e do Andrade) e do uso relacionado a dessedentação de animais nas áreas rurais. Além disso, com o crescimento demográfico das áreas urbanas, houve incremento na demanda das águas neste trecho, bem como, no acréscimo do lançamento de efluentes domésticos e industriais.

O rio Maquiné possui enquadramento em seus trechos 9, 10 e 11, sendo que o trecho 9 (rio Maquiné, das nascentes até o ponto de captação de água do Morro da Água Quente, município de Santa Barbará) e o trecho 10 (rio Maquiné, das nascentes até o ponto de captação de água de Catas Altas, no município de Santa Bárbara), são enquadrados como Classe Especial, com uso do solo representado por fragmentos florestais e de campo rupestre. Esses trechos, de 1993 até 2008 permaneceram com o uso de abastecimento para consumo humano. O trecho 11 (rio Maquiné, das captações de água do Morro Água Quente e Catas Altas até a confluência com o rio Piracicaba) é enquadrado como Classe 1 e possui como usos principais a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, recreação de contato primário e dessedentação de animais. Este trecho apresenta potencial de assoreamento, devido a presença de áreas mineradas (catas de ouro antigas) não recuperadas à montante de Catas Altas. A demanda de uso para dessedentação animal diminuiu com a alteração do uso do solo para plantio de pinus e eucalipto.

O córrego Talho Aberto, tributário da margem esquerda do rio Piracicaba é enquadrado como Classe 1, conforme Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 09/1994. Neste trecho há captação de água pela COPASA para abastecimento doméstico do município de Rio Piracicaba, com tratamento convencional. A captação é realizada em dois barramentos, sendo o primeiro no córrego Mãe D'água, afluente da margem esquerda do córrego Talho Aberto; e, o um segundo após a confluência dos córregos Mãe D'água e Talho Aberto. A sub-bacia do córrego Talho Aberto está inserida em propriedade da Vale S.A (ECOPLAN ENGENHARIA & LUME ESTRATÉGIA AMBIENTAL, 2008). O uso das águas neste trecho se manteve destinado ao abastecimento doméstico e preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, em contrapartida o uso para recreação e pesca deixou de existir neste trecho. A qualidade das águas melhorou desde o levantamento de 1993, a partir do encerramento das atividades minerárias na sub-bacia, da execução de recuperação ambiental de áreas expostas e pela presença de mata ciliar.

De acordo com o estudo "Considerações sobre o Enquadramento das Águas da Bacia do Rio Piracicaba", foi sugerida a inclusão no enquadramento do trecho referente ao ribeirão Padre Pinto ou Caxambu (das nascentes até a confluência com o rio Piracicaba) como Classe 1. Este trecho está situado no município de Rio Piracicaba e abastece o distrito de Padre Pinto, após o tratamento convencional realizado pela COPASA. A montante do ponto de captação foram verificados os seguintes usos: dessedentação de animais e pesca e recreação de contato primário. A jusante da ETE operada pela COPASA, verificou-se segundo o referido estudo, o lançamento de efluentes no ribeirão Padre Pinto ou Caxambu.

Em comparação entre o estudo do Consórcio Ecoplan Engenharia & Lume Estratégia Ambiental (2008) e FEAM (1993) foi observado que os usos dos recursos hídricos na bacia do rio Piracicaba se mantiveram na maior parcela dos trechos inventariados. Entretanto, a qualidade e quantidade das águas ao longo dos anos vem sofrendo alterações em função do crescimento demográfico, da implantação de novas atividades e da alteração do uso do solo.

11.5.9.3 Hidrografia da Área de Estudo Local e da Área do Projeto

Conforme apresentado no mapa da hidrografia (Figura 109) a rede de drenagem da Área de Estudo Local em estudo abrange seis sub-bacias tributárias diretas da margem esquerda do rio Piracicaba, sendo elas: córrego Pé-de-Serra (sub-bacia 1), na porção norte; córrego do Diogo (sub-bacia 2), na porção leste; córrego Vale das Cobras (sub-bacia 3), na porção centro-oeste; córrego do Elefante (sub-bacia 4), na porção sudoeste; córrego da Pêra (sub-bacia 5), na porção sudeste; e um curso d'água sem denominação formal (sub-bacia 6), também na porção sudeste da AEL.

Esta rede de drenagem da AEL tem cabeceiras de seus principais cursos d'água situadas em cotas altimétricas entre 900 e 950 metros, na vertente leste-sudeste da serra da Água Limpa, da qual fazem parte o Morro Agudo (noroeste-norte-nordeste) e o Morro do Elefante (sudoeste). O padrão dessa rede de drenagem é dentrítico, com nítido controle estrutural, segundo a direção de falhas, eixos de sinclinais e anticlinais, fraturas e lineamentos estruturais, com talvegues principais segundo a direção oeste-leste.

O córrego Pé-de-Serra, localizado na porção norte da AEL, nasce na vertente norte do Morro Agudo, a uma altitude de cerca de 950 m e seu leito principal drena no sentido oeste-leste. O trecho final desse córrego foi alterado com a implantação da barragem do Diogo, que recebe contribuições dos córregos Pé-de-Serra, Vale das Cobras e do Elefante.

O córrego Vale das Cobras é formado pela confluência de três drenagens com cabeceiras em altitudes da ordem 950 m, na vertente leste-sudeste do Morro Agudo. Seu talvegue principal drena segundo a direção noroeste-sudeste.

Uma das drenagens formadoras do córrego Vale das Cobras tem cabeceiras entre a cava Morro Agudo e a pilha de estéril Nova Cururu e em seu talvegue principal foi implantado um *sump* (chamado de *sump* da estrada) para contenção de sedimentos desta pilha, o qual é objeto de processo de outorga. Pela margem direita, as drenagens que vertem para o talvegue principal deste *sump*, foram parcialmente canalizadas para a implantação da PDE Nova Cururu ou serão canalizadas como drenos de fundo para a expansão desta pilha: dreno 01 (portaria nº 5228/2018), que teve seu processo de outorga retificado para um prolongamento (portaria nº 1503457/2019); dreno 02 (portaria nº 1503454/2019); e dreno 03 (portaria nº 1503451/2019). As portarias de outorga desses drenos de fundo da PDE Nova Cururu estão vigentes e são apresentadas no **Anexo 5** deste EIA.

A jusante deste *sump* a drenagem atravessa a estrada de ligação às cavas Morro Agudo/Espigão do Pico por meio de um bueiro e, a partir deste ponto, segue por meio de um canal de drenagem que foi implantado para desviar o fluxo de água do empilhamento drenado, até desaguar no talvegue principal do córrego Vale das Cobras. A canalização deste trecho do córrego é outorgada e faz parte da estrutura licenciada de Empilhamento Drenado Vale das Cobras. A outorga da canalização é apresentada no **Anexo 5** deste EIA (Portaria nº /1545782019 – renovação da Portaria nº 0002091/2011, integrante do processo nº 16699/2017). A segunda drenagem formadora do córrego Vale das Cobras nasce na porção nordeste da cava Morro Agudo; e, a terceira drenagem tributária desse curso d'água nasce entre as cavas Morro Agudo e Espigão do Pico. Após receber o aporte dessas três drenagens, o córrego Vale das Cobras verte para a barragem do Diogo.

O córrego do Diogo nasce na vertente sul do Morro Agudo, porção centro-leste da AEL, que é o interflúvio deste córrego com o córrego Pé-de-Serra. No córrego do Diogo está implantada a barragem de rejeitos do Diogo, que recebe contribuições pluviais e fluviais de toda a porção oeste da Mina de Água Limpa, onde estão atualmente em operação as cavas Morro Agudo/Espigão do Pico e a PDE Nova Cururu. O efluente da barragem do Diogo verte para o talvegue natural do córrego homônimo e escoa na direção noroeste-sudeste desaguando no rio Piracicaba. O talvegue do córrego do Diogo e a barragem nele implantada estão posicionados na margem da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Diogo de propriedade da Vale, situada na porção leste da AEL.

O córrego do Elefante, porção sudoeste da AEL, nasce entre a vertente norte do morro do Elefante e a vertente sudeste da serra de Água Limpa. O leito principal drena segundo sudoeste-nordeste e seu trecho médio é alterado pelo reservatório da barragem do Elefante, utilizada para captação de água da Mina de Água Limpa. A jusante do barramento seu curso verte na direção oeste-leste para a barragem do Diogo.

O córrego da Pêra compreende um pequeno curso d'água com cabeceiras na vertente sudeste do morro do Elefante, a cerca de 900 m de altitude e talvegue principal drenando segundo noroeste-sudeste. Este curso d'água está parcialmente canalizado para o sistema de drenagem da área do pátio de carregamento de minério do complexo minerário, desaguando a jusante no rio Piracicaba.

A sub-bacia 6, que completa a rede de drenagem da AEL, é formada por um pequeno curso d'água sem denominação formal que nasce a cerca de 650 m de altitude e drena sentido noroeste-sudeste, atravessando a porção norte do bairro Louis Ensch até desaguar no rio Piracicaba.

Registro fotográfico dos Corpos d'água na AEL e na Área do Projeto

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 47 Drenagem afluente do córrego Vale das Cobras, no trecho que atravessa a estrada de ligação a cava Morro Agudo (coordenadas UTM: 686.426/ 7.795.540).

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 48 Drenagem afluente do córrego Vale das Cobras na área do Projeto, no trecho onde foi implantado um *sump* da estrada, visando a retenção de sedimentos da PDE Nova Cururu (coordenadas UTM: 685.773/ 7.795.564).

Foto: Lais Jales/ imagem de drone, 2020

Foto 49 Barragem do Diogo, situada na AEL, que recebe as contribuições dos córregos Pé-de-Serra, Vale das Cobras e do Elefante (coordenadas UTM: 688.642/ 7.795.680).

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 50 Drenagem perene afluente do córrego Vale das Cobras, na área destinada à expansão da Cava Morro Agudo (coordenadas UTM: 687.542/ 7.796.179)

Foto: Samuel Murcia, 2020

Foto 51 Trecho assoreado do córrego Pé-de-Serra a montante da barragem do Diogo (coordenadas UTM 689.100/ 7.797.874).

Foto: Eduardo Andrade, 2020

Foto 52 Trecho canalizado do córrego Vale das Cobras, a montante do empilhamento drenado Vale das Cobras na área de estudo local do Projeto (coordenadas UTM: 687.021/ 7.796.041).

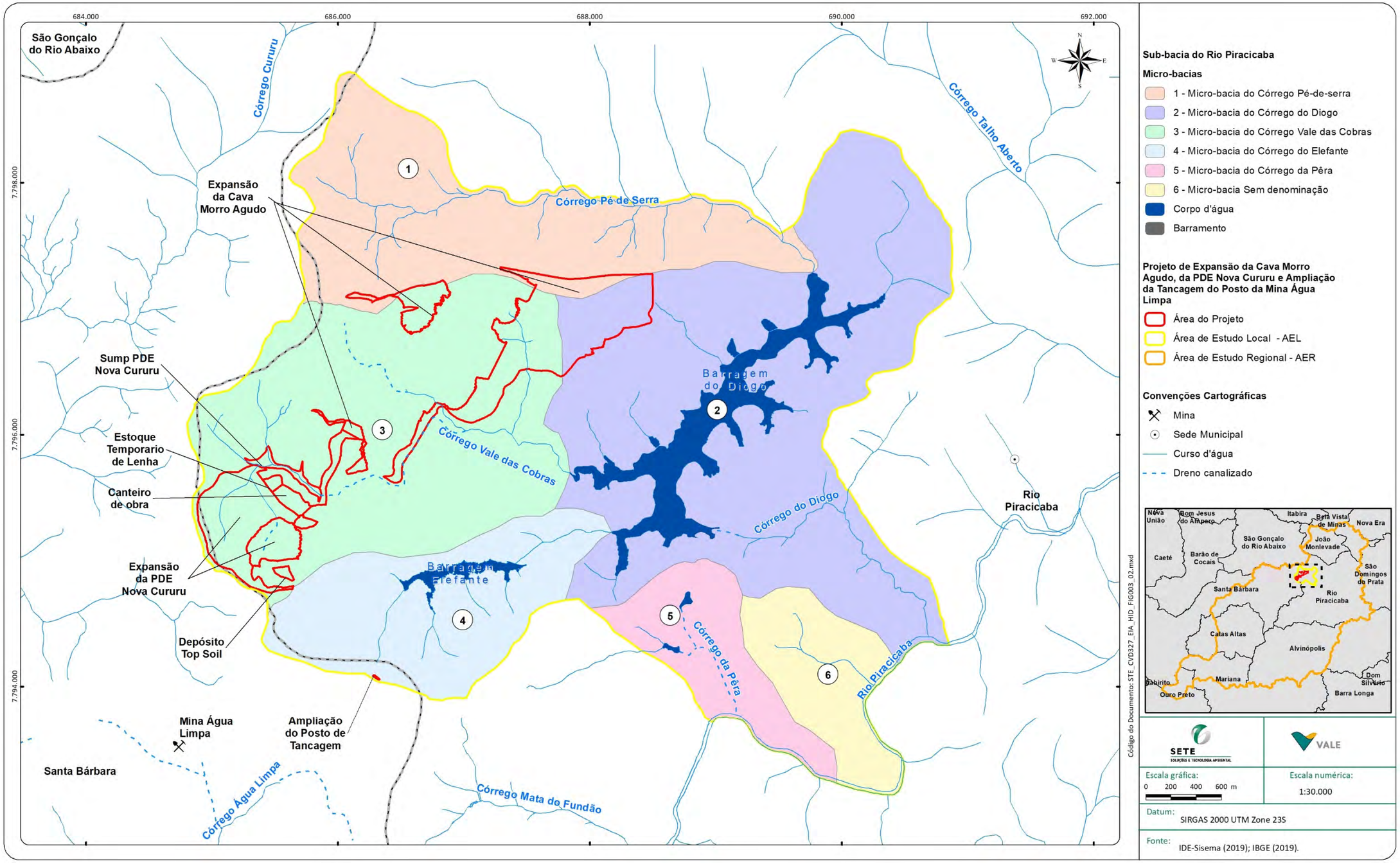
Foto: Gabriel Alkmin, 2020

Foto 53 Córrego do Diogo a jusante da Barragem do Diogo na AEL (coordenadas UTM: 689.518/ 7.795.186),

Foto: Gabriel Alkmin, 2020

Foto 54 Barragem do Elefante / córrego do Elefante na AEL (coordenadas UTM: 687.350/ 7.794.970).

Figura 109 Sub-bacias e rede hidrográfica da área de estudo local e da área do projeto



Cadastro de cursos d'água e nascentes com interferência pelo projeto

Em 2007, entre os meses de julho e setembro (período seco), foi realizado pela empresa MDGEO um inventário de pontos d'água compreendendo a área da Mina Água Limpa e seu entorno, quando foram cadastradas nascentes, drenagens secas e pontos de controle em cursos d'água da região. A MDGEO cadastrou no entorno das cavas Morro Agudo e Espigão, 56 pontos, sendo: 38 surgências, 05 drenagens secas e 13 pontos de controle.

Os dados de inventário de pontos d'água (MDGEO, 2008) foram recentemente utilizados no estudo "Análise Hidrogeológica da Expansão das Cavas Morro Agudo e Espigão", finalizado em novembro de 2020 pela empresa Watergeo Solutions, visando a caracterização hidrogeológica da área de influência das cavas Morro Agudo e Espigão, onde são desenvolvidas atividades de lavras da expansão da Cava Morro Agudo, o qual é apresentado no item 11.5.5 - Hidrogeologia deste EIA. Cabe ressaltar que alguns pontos cadastrados no inventário da MDGEO (2008), atualmente, apresentam intervenções das cavas em desenvolvimento (Morro Agudo e Espigão do Pico) e das pilhas de estéril, dentre elas a PDE Nova Cururu.

O mapa de cursos d'água e nascentes com interferência pelo Projeto em estudo é apresentado na Figura 110 e foi elaborado com base no mapa do inventário de nascentes e pontos de água, escala 1:10.000, do "Estudo Hidrogeológico do Complexo Água Limpa" (MDGEO, 2008). As áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu irão interferir em três nascentes (nomeadas como nascentes N01, N02 e N03). O Quadro 85 mostra as coordenadas de localização dessas nascentes e a correspondência com a nomenclatura dos estudos hidrogeológicos (MDGEO, 2008; WATERGEO, 2020).

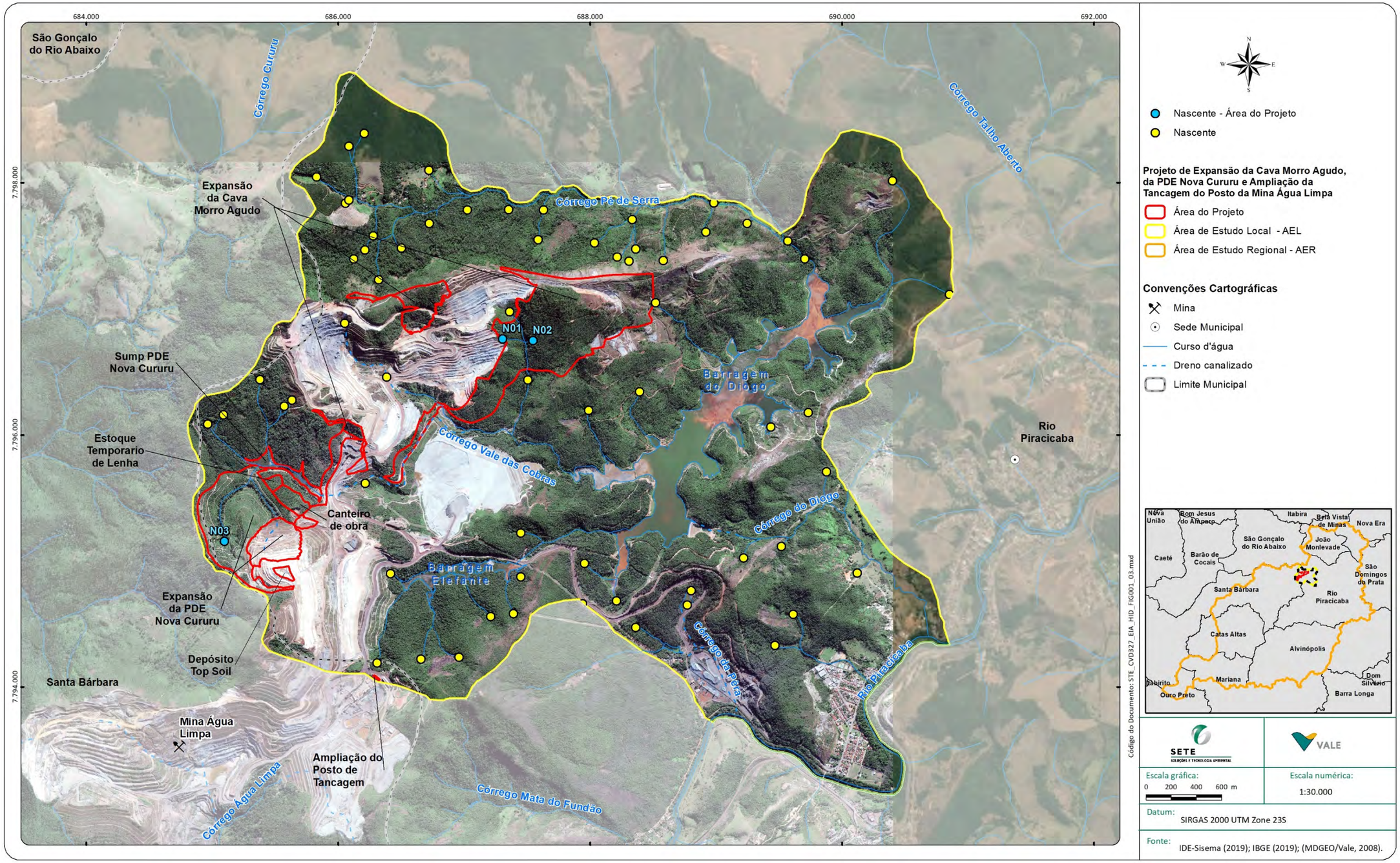
Quadro 85 Nascentes com interferência pela área do projeto

Identificação da nascente	Correspondência com estudo hidrogeológico (WATERGEO, 2020)	Localização	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)	
			X (mE)	Y (mN)
N01	AL84	Área da Expansão da Cava Morro Agudo	687303	7796761
N02	AL82	Área da Expansão da Cava Morro Agudo	687544	7796747
N03	AL92	Área da Expansão da PDE Nova Cururu	685095	7795154

Fonte: MDGEO, 2008; WATERGEO, 2020.

A área destinada à expansão da cava Morro Agudo, além das nascentes N01 e N02, interferirá em um trecho de cerca de 450 m de uma drenagem tributária do córrego Vale das Cobras. Já a área destinada à expansão da PDE Nova Cururu interferirá na nascente N03 e em trechos de aproximadamente 450 metros de duas drenagens também tributárias do córrego Vale das Cobras, que drenam para a um *sump* já implantado na PDE Nova Cururu.

Figura 110 Cursos d'água e nascentes com interferência pelo Projeto



11.5.10 Qualidade das Águas Superficiais

11.5.10.1 Metodologia

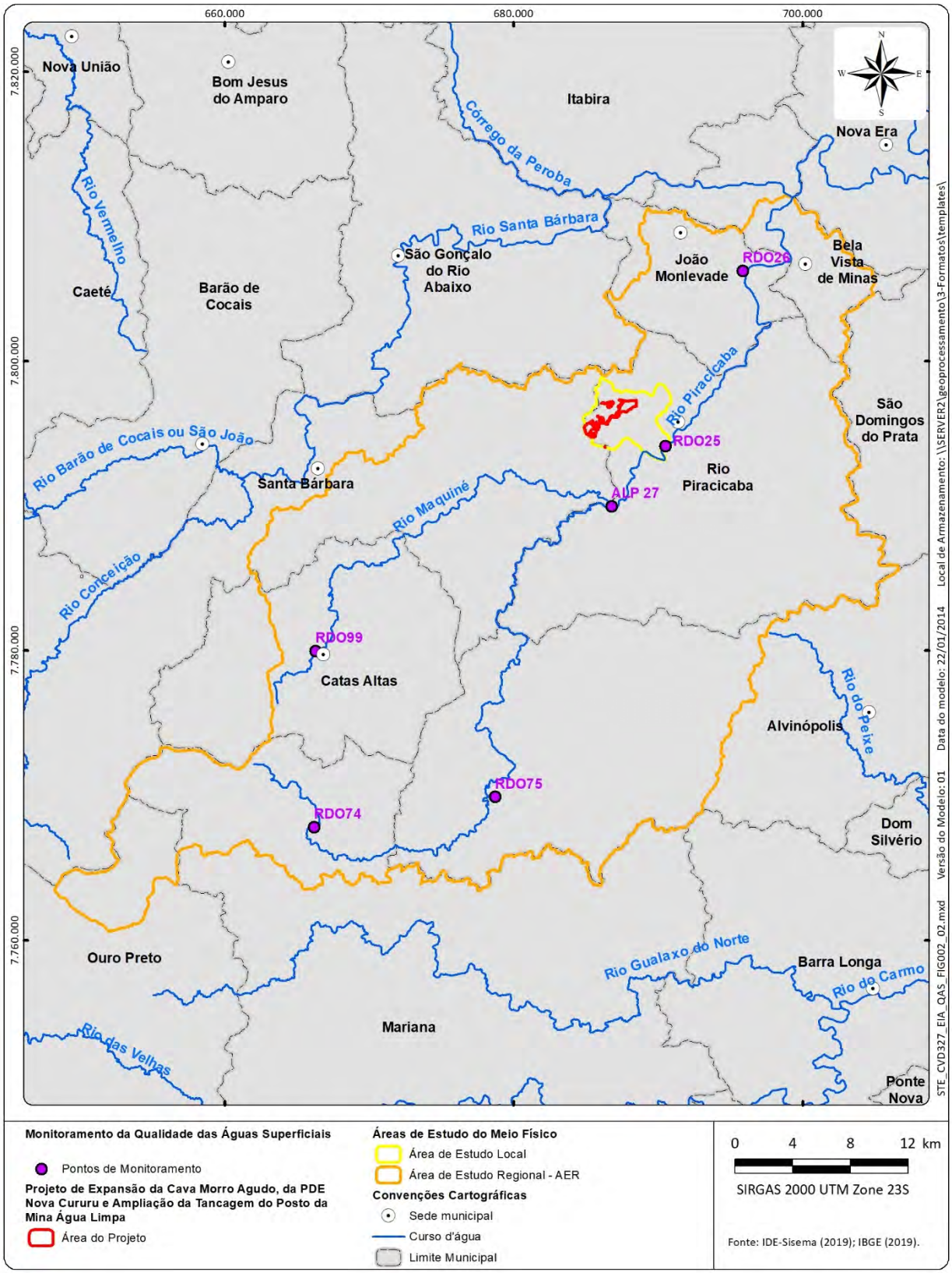
O presente diagnóstico visa avaliar a qualidade das águas superficiais dos principais cursos d'água inseridos nas Áreas de Estudo Regional (AER) e Local (AEL) do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa**.

O projeto em pauta está inserido na bacia hidrográfica do rio Piracicaba. No âmbito regional foram utilizados resultados apresentados no Boletim de Qualidade das Águas (IGAM, 2019) da rede de monitoramento IGAM, visando apresentar um panorama da qualidade das águas neste território. O monitoramento é realizado trimestralmente, sendo avaliados cerca de 50 parâmetros; entretanto, neste diagnóstico, foram avaliados parâmetros relacionados ao contexto minerário. Dentre as estações monitoradas pelo IGAM, foram selecionadas cinco situadas na área de estudo regional: RDO74, RDO75, RDO99, RDO25 e RDO26. Na caracterização regional utilizou-se também dados de monitoramento do ponto ALP27, integrante do *"Programa de Monitoramento Hídrico"* da Vale na Mina Água Limpa, posicionado a aproximadamente 6 km à montante da portaria de acesso a esta mina. O período amostral considerado foi de junho/2018 a junho/2020. O Quadro 86 apresenta a caracterização dos pontos de monitoramento avaliados no âmbito regional. Na Figura 111 tem-se a localização dos pontos avaliados no âmbito regional.

Quadro 86 Localização dos Pontos de Qualidade de Água na Área de Estudo Regional

Ponto de amostragem	Descrição	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Enquadramento	Fonte dos dados
		X (mE)	Y (mS)		
RDO74	Rio Piracicaba, no distrito de Santa Rita Durão, no município de Mariana	666148	7767804	Classe 2	IGAM
RDO75	Rio Piracicaba, no distrito de Fonseca, no município de Alvinópolis	678713	7769893	Classe 2	IGAM
RD099	Rio Maquiné, próximo à sua nascente, no município de Catas Altas	666265	7779980	Classe 1	IGAM
ALP27	Rio Piracicaba, a montante da Mina Água Limpa e do Projeto em estudo	686776	7789980	Classe 2	Vale
RDO25	Rio Piracicaba, na cidade de Rio Piracicaba, a jusante de contribuições da Mina Água Limpa	690478	7794126	Classe 2	IGAM
RDO26	Rio Piracicaba à jusante da cidade de João Monlevade	695847	7806246	Classe 2	IGAM

Figura 111 Localização dos Pontos de Qualidade de Água Superficial na Área de Estudo Regional



O diagnóstico de qualidade das águas superficiais para a área de estudo local (AEL) e para a área do Projeto se baseou nos resultados analíticos do *"Programa de Monitoramento Hídrico",* integrante do Programa de Controle Ambiental (PCA) da Mina Água Limpa. Dentre a malha amostral completa avaliada pela Vale foram selecionados os pontos de monitoramento inseridos na AEL: ALP07, no córrego da Pêra; ALP46, no córrego Vale das Cobras; e ALP12, no rio Piracicaba, imediatamente a jusante da confluência de drenagens inseridas na Mina de Água Limpa neste rio. Foram avaliados os resultados obtidos para o período de dois anos, entre junho/2018 e junho/2020.

O ponto ALP07 está posicionado no córrego do Pêra, a jusante do pátio de carregamento de minério da Mina Água Limpa. O ponto de monitoramento ALP46 está posicionado num pequeno trecho natural do córrego Vale das Cobras, a jusante do bueiro sob a estrada de ligação às cavas e a montante de seu trecho canalizado. O ponto ALP12 (rio Piracicaba jusante) está posicionado a jusante das contribuições das drenagens da Mina Água Limpa e do bairro Louis Ensch, pertencente a Rio Piracicaba.

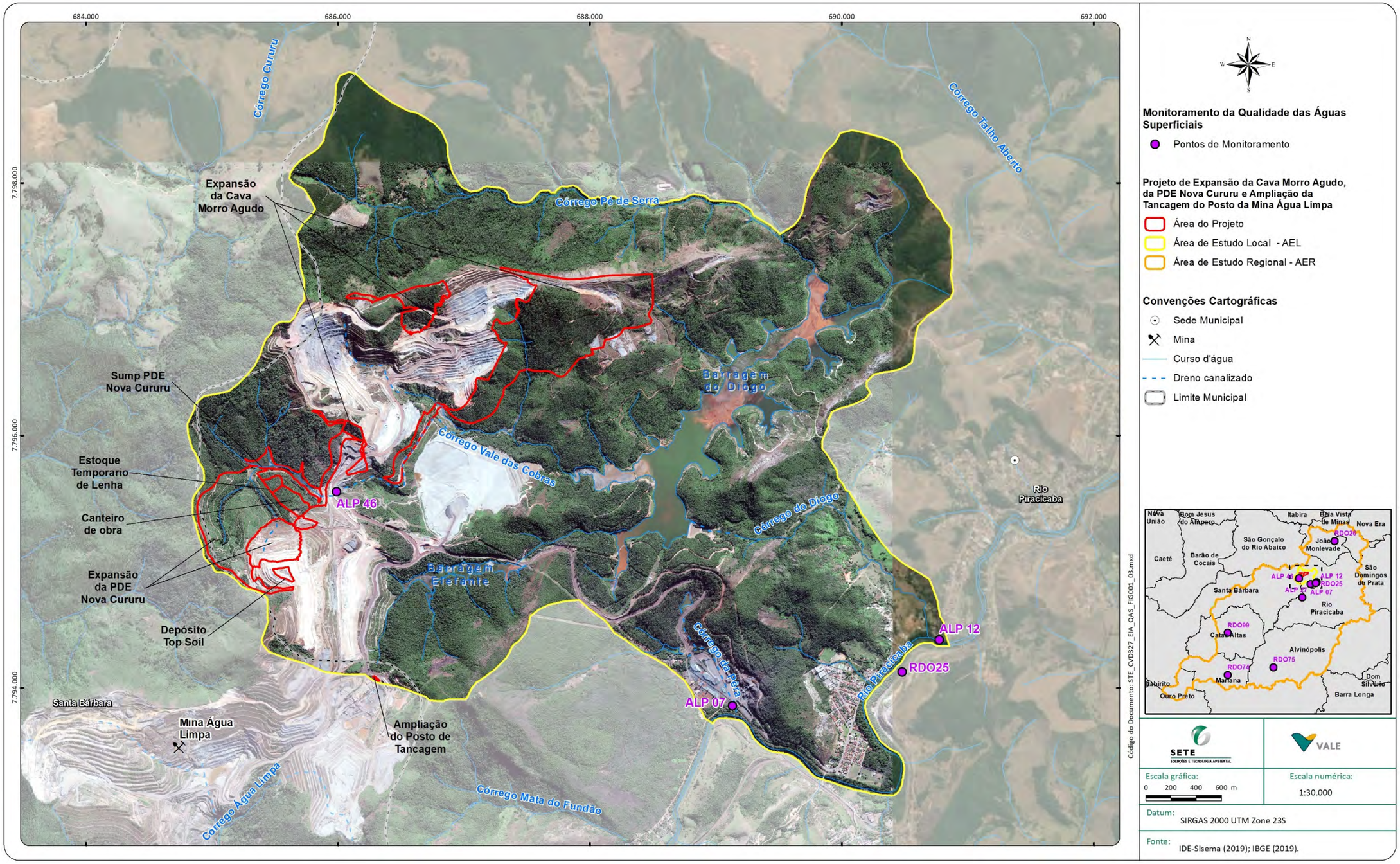
No Quadro 87 é apresentada a localização e caracterização dos pontos de monitoramento utilizados no diagnóstico da AEL. Na Figura 112 tem-se a espacialização desses pontos em relação a AEL e a área do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e do Posto de Tancagem da Mina Água Limpa.

O monitoramento da qualidade das águas na Mina de Água Limpa é de responsabilidade do laboratório ALS CORPLAB, empresa multinacional certificada quanto a ABNT NBR 17025:2017.

Quadro 87 Localização e caracterização dos pontos de amostragem de águas superficiais da Área de Estudo Local

Ponto	Descrição	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Parâmetros Monitorados	Ilustração
		X (mE)	Y (mS)		
ALP07	Córrego da Pêra, a montante da confluência com o rio Piracicaba	689131	7793857	Cádmio total, chumbo total, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO, ferro dissolvido, manganês dissolvido, manganês total, mercúrio total, oxigênio dissolvido, óleos e graxas totais, óleos minerais, pH, sólidos suspensos totais, surfactantes, temperatura da água, temperatura do ar.	
ALP46	Córrego Vale das Cobras, a jusante da canalização sob a estrada de ligação entre a cava Morro Agudo e a PDE Cururu (estruturas existentes)	685988	7795554	Condutividade elétrica, cor verdadeira, DBO, fenóis totais, ferro dissolvido, ferro total, fosfato total, manganês dissolvido, manganês total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas totais, oxigênio dissolvido, pH, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos totais, temperatura da água e turbidez.	
ALP12	Rio Piracicaba, a jusante do córrego do Diogo e das contribuições da Mina de Água Limpa	690773	7794379	Cádmio total, chumbo total, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO, ferro dissolvido, manganês dissolvido, manganês total, mercúrio total, oxigênio dissolvido, óleos e graxas totais, óleos minerais, pH, sólidos suspensos totais, surfactantes, temperatura da água, temperatura do ar.	

Figura 112 Localização dos pontos de amostragem da qualidade das águas superficiais na Área de Estudo Local do Projeto



11.5.10.2 Legislação Aplicável

A Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe, em âmbito federal, sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, visando avaliar a qualidade das águas superficiais. No estado de Minas Gerais a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008 é a legislação vigente que trata desta temática.

Para avaliação dos resultados de qualidade das águas, os mesmos serão comparados aos padrões legais previstos na deliberação normativa estadual, por se tratar da legislação mais restritiva.

O enquadramento dos corpos d'água da bacia do rio Piracicaba foi definido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 09/1994. Segundo esta legislação o rio Piracicaba é classificado como Classe 1 em sua cabeceira, próximo à serra do Caraça, em Ouro Preto, e como Classe 2 no trecho onde o ponto de monitoramento ALP12 está inserido.

> *"Trecho 01 - Rio Piracicaba, das nascentes até a confluência com o córrego das Falhas: Classe 1"*
>
> *"Trecho 02 - Rio Piracicaba, da confluência com o córrego das Falhas até a confluência com o rio Doce: Classe 2"*

Tendo em vista que os córregos Vale das Cobras e da Pêra não são abordados na Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 09/1994, os resultados dos pontos ALP46 e ALP07 também serão avaliados considerando-se os padrões legais previstos para corpos d'água Classe 2, conforme prevê o art. ,37 da DN Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008:

> *Art. 37. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2 (...)*

Os padrões de qualidade das águas referentes a classe 2 são apresentados no Quadro 88.

Quadro 88 Parâmetros e Padrões de Qualidade das Águas Superficiais - Classe 2

Parâmetros	Unidade	Padrões de Qualidade Águas Superficiais - Classe 2
Cádmio	mg/L	0,001
Chumbo	mg/L	0,01
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000
Condutividade elétrica	µS/cm	-
Cor Verdadeira	mgPt/L	75
DBO	mg/L	5
Fenóis Totais	mg/L	0,003
Ferro	mg/L	-

Parâmetros	Unidade	Padrões de Qualidade Águas Superficiais - Classe 2
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3
Fosfato	mg/L	-
Manganês	mg/L	0,1
Manganês Dissolvido	mg/L	-
Mercúrio	mg/L	0,0002
Nitrato	mg/L	10
Nitrito	mg/L	1
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	3,7 para pH ≤ 7,5
		2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0
		1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5
		0,5 para pH ≥ 8,5
Óleos e Graxas	mg/L	Ausente
Óleos Minerais	mg/L	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 5
pH (a 25°C)	-	6 - 9
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	100
Surfactantes	mg/L	-
Temperatura	°C	-
Turbidez	NTU	100

11.5.10.3 Contextualização Regional da Qualidade das Águas Superficiais

A AER do Projeto em estudo, que compreende uma grande parte da bacia do rio Piracicaba, deste suas cabeceiras, em Ouro Preto até a confluência com o rio Santa Bárbara, está inserida na UPGRH DO2.

De acordo com IGAM (2019) os municípios de Catas Altas (situado a montante do projeto e do ponto RDO99), Rio Piracicaba (região de inserção do projeto e dos pontos RDO25 e ALP27), Santa Bárbara e João Monlevade (situado a jusante do projeto e do ponto RDO26), realizam o lançamento pontual dos esgotos sanitários, interferindo na qualidade das águas da bacia. Em decorrência desses lançamentos e de outras atividades que ocorrem nesta área da bacia do rio Piracicaba, em todos os pontos de monitoramento da rede do IGAM verificou-se desconformidade em relação a contaminação fecal, a partir da presença de *Escherichia Coli* acima do limite legal referido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008. No ponto ALP27 (rio Piracicaba, montante da Mina Água Limpa), para o parâmetro Coliformes Termotolerantes, verificou-se que a maior parte dos resultados do período amostral entre junho/2018 a junho/2020, apresentou concentração superior ao limite legal estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008, equivalente a 1.000 NMP/100ml para águas superficiais Classe 2.

A concentração de Sólidos Suspensos Totais para águas doces Classe 1 é igual a 50 mg/L e de 100 mg/L para águas Classe 2. Para o parâmetro Turbidez, os limites para Classe 1 e Classe 2 são, respectivamente, 40 NTU e 100 NTU.

Na série de sólidos, para o ponto ALP27 é monitorado somente Sólidos Suspensos Totais, que apresentou uma desconformidade no período amostral avaliado, em abril/2019 com concentração igual a 122 mg/L. Segundo o monitoramento realizado pelo IGAM em 2019 para todos os pontos inseridos na área de estudo regional as concentrações de Sólidos Suspensos Totais e Turbidez ficaram abaixo do limite estabelecido pela legislação.

Em relação a Cor Verdadeira, o limite legal equivale a 75 mgPt/L para cursos d'águas Classe 2 e para cursos Classe 1 na legislação a cor deve ser natural. Este limite não foi ultrapassado nos pontos de monitoramento do IGAM em 2019. Em relação ao ponto ALP27 (rio Piracicaba, montante da Mina Água Limpa) houve registros de desconformidade com concentrações de 159 mgPt/L (dezembro/2019) e de 86 mgPt/L (janeiro/2020).

O parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais faz parte do monitoramento de qualidade das águas apenas da rede do IGAM; com valor máximo permitido de 500 mg/L (águas Classe 1 e Classe 2). Este parâmetro também se manteve em concordância com o limite legal nas campanhas de 2019 realizadas pelo IGAM.

O parâmetro Ferro Dissolvido possui limite legal de 0,3 mg/L para águas superficiais Classe 1 e Classe 2, conforme a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008. No monitoramento do IGAM, os seguintes resultados foram verificados: o ponto RDO99 (rio Maquiné, montante da Mina Água Limpa) ultrapassou o limite legal em todas as campanhas de 2019, variando de 0,75 mg/L (outubro/2019) a 0,93 mg/L (janeiro/2019); o ponto RDO25 (rio Piracicaba, a jusante da Mina Água Limpa) apresentou desconformidades nas campanhas de janeiro/2019, abril/2019 e outubro/2019, com concentrações de 0,5 mg/L, 0,47 mg/L e 0,47 mg/L, respectivamente; e o ponto RDO26 (rio Piracicaba, jusante de João Monlevade) extrapolou o limite legal com concentração de 0,6 mg/L (janeiro/2019) e 0,31 mg/L (julho/2019).

Para o parâmetro Manganês foram verificadas desconformidades em todos os pontos de monitoramento do IGAM, à exceção do ponto RDO74 (rio Piracicaba, montante da Mina Água Limpa). Este parâmetro, de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008 apresenta valor máximo permitido equivalente a 0,1 mg/L para cursos d'águas Classe 1 e Classe 2. O ponto RDO75 (rio Piracicaba, montante da Mina Água) apresentou as seguintes desconformidades: 0,103 (janeiro/2019), 0,13 mg/L (abril/2019) e 0,16 mg/L (julho/2019). No ponto RDO99 (rio Maquiné, montante da Mina Água Limpa) houve registros de extrapolação em todas as campanhas de 2019, com variação de concentração de 0,17 mg/L (abril/2019) a 0,22 mg/L (outubro/2019). Apenas em janeiro/2019 que o ponto RDO25 (rio Piracicaba, a jusante da Mina Água Limpa) apresentou desconformidade, com concentração igual a 0,11 mg/L. Já o ponto RDO26 (rio Piracicaba, a jusante de João Monlevade) as extrapolações ocorreram em: 0,12 mg/L (janeiro/2019), 0,11 (abril/2019) e 0,14 (outubro/2019).

Em relação aos parâmetros Ferro Dissolvido e Manganês o ponto ALP27 (rio Piracicaba, a montante da Mina Água Limpa) apresentou em concentração superior ao limite legal correspondente a cada um desses parâmetros em grande parcela dos resultados apresentados durante o período amostral de junho/2018 a junho/2020. Para Ferro Dissolvido os registros de desconformidade foram: novembro/2018 a janeiro/2019; abril a junho/2019; novembro/2019 a junho/2020, com concentrações entre 0,32 mg/L (abril/2019 e maio/2019) a 1,40 mg/L (janeiro/2020). O limite legal do parâmetro Manganês foi ultrapassado nos meses de novembro/2018 e dezembro/2018, fevereiro/2019 e março/2019, dezembro/2019 a abril/2020, com variação de concentração de 0,11 mg/L (março/2019) a 0,26 mg/L (março/2020).

Verifica-se que as concentrações elevadas de Ferro Dissolvido e Manganês ocorreram tanto a montante quanto jusante da área da Mina de Água Limpa e da área do Projeto em estudo, apresentando correlação com a geoquímica do substrato litológico desta região, com ocorrência em grande parte da bacia de rochas ricas nestes elementos, a exemplo de itabiritos, quartzitos, xistos e filitos ferruginosos e manganesíferos de unidades dos Supergrupos Mina e Rio das Velhas.

Segundo o IGAM (2019), a UPGRH DO2 apresentou distribuição percentual do Índice de Qualidade da Água (IQA) do total de amostras coletadas em 2019 correspondente a: Ruim (5%), Médio (80%), Bom (12%) e Excelente (3,3%). Os pontos RDO74 (rio Piracicaba, montante da Mina de Água Limpa e do Projeto) e RDO99 (rio Maquiné) apresentaram IQA classificado como Bom. Os demais pontos de monitoramento foram equivalentes a IQA Médio.

A boa qualidade verificada nos cursos d'água monitorados, por meio dos pontos RDO74 e RDO99, reflete uma boa conservação nas porções centro-sul e sul-sudoeste do território da AER, onde estes corpos hídricos drenam. O ponto RDO74 está situado na porção sudoeste da AER, próximo às cabeceiras do rio Piracicaba e na área da APA Municipal Carvão de Pedra, em região mais preservada em relação à cobertura vegetal. O trecho do rio Maquiné onde está o ponto RDO99 se situa próximo de suas cabeceiras e, também, em região mais preservada, próxima a unidades de conservação (RPPNs Serra do Caraça, Horto-Alegria e Quebra Ossos). Segundo a DN Conjunta COPAM-CERH nº 09/1994 o trecho do rio Maquiné onde está o ponto RDO99 é enquadrado como Classe 1 e região de cabeceiras na serra do Caraça, como Classe Especial.

Em estudo realizado por Soares *et al*. (2017), com objetivo de avaliar alterações nos corpos hídricos na bacia o rio Piracicaba, com base na rede de monitoramento do IGAM, entre o 4º trimestre de 2008 ao mesmo período de 2015, verificou-se que a qualidade das águas do rio Maquiné, no ponto RDO99, correspondeu à menos alterada dentre as estações da rede na UPGRH DO2. Já o ponto de monitoramento RDO26 (rio Piracicaba, jusante de João Monlevade) apresentou classificação de IQA Ruim, em decorrência do lançamento de esgotos tratados e não tratados e de efluentes industriais desta cidade que tem um polo siderúrgico.

11.5.10.4 Qualidade das Águas Superficiais na área de estudo local

Os resultados da rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais da Vale na Mina de Água Limpa para os pontos ALP07 (córrego da Pêra), ALP46 (córrego Vale das Cobras) e ALP 12 (rio Piracicaba, a jusante das contribuições da mina são apresentados na íntegra no **Anexo 12.1** deste EIA. A especialização desta rede de monitoramento é mostrada na Figura 112 .

Os resultados com indicação do sinal "<" correspondem àqueles cujos parâmetros permaneceram abaixo do limite de detecção dos métodos analíticos utilizados; e com indicação do sinal ">" refere-se àqueles com parâmetros acima do limite quantificável, nos quadros acima reportados.

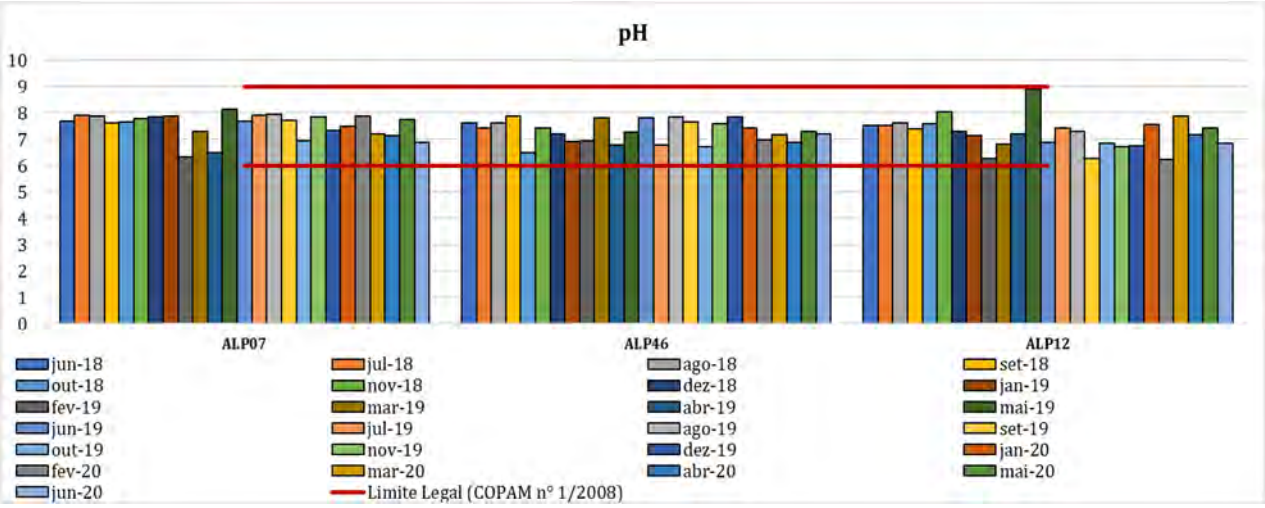
pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons hidrogênio presente nas águas superficiais e sua avaliação é importante, uma vez que influencia diretamente o equilíbrio de compostos químicos, como a presença de íons solúveis na água.

Ao se avaliar o equilíbrio ácido-básico (Figura 113), observa-se que todos os resultados apresentaram conformidade com o limite inferior (6) e superior (9) definidos pela DN Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008 para cursos d'água Classe 2.

Não é possível observar variação sazonal significativa entre os resultados de pH, indicando que as águas avaliadas apresentam satisfatória capacidade tampão, sendo capazes de manter-se na faixa de neutralidade ao longo de todo período hidrológico.

Figura 113 Variação espacial e temporal dos resultados de pH



Cor, Turbidez e Série de Sólidos

Os parâmetros Cor verdadeira e Turbidez são influenciados diretamente pela concentração dos Sólidos Dissolvidos Totais e Sólidos Suspensos Totais, respectivamente. Destaca-se que, tais parâmetros são os principais indicadores do carreamento de sedimentos aos corpos hídricos. Tendo em vista a interdependência entre estes parâmetros e visando facilitar o entendimento estes parâmetros são apresentados de forma integrada.

Para avaliação da qualidade das águas, os parâmetros de Cor Verdadeira, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos e Suspensos apresentam valores máximos permitidos segundo a DN Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008 equivalentes a 75 mg Pt/L, 100 NTU, 500 mg/L e 100 mg/L, respectivamente (conforme apresentado no Quadro 88).

Comparativamente aos padrões legais, o parâmetro Cor Verdadeira apresentou-se em concentrações superiores ao máximo permitido no período chuvoso no ponto ALP12 (rio Piracicaba, jusante das contribuições de drenagens da Mina Água Limpa), em dezembro/2019. Os resultados indicam que, de forma geral, os sistemas de controle de sedimentos existentes desta mina se apresentam eficientes, tendo em vista que houve apenas um desatendimento ao valor máximo permitido neste ponto.

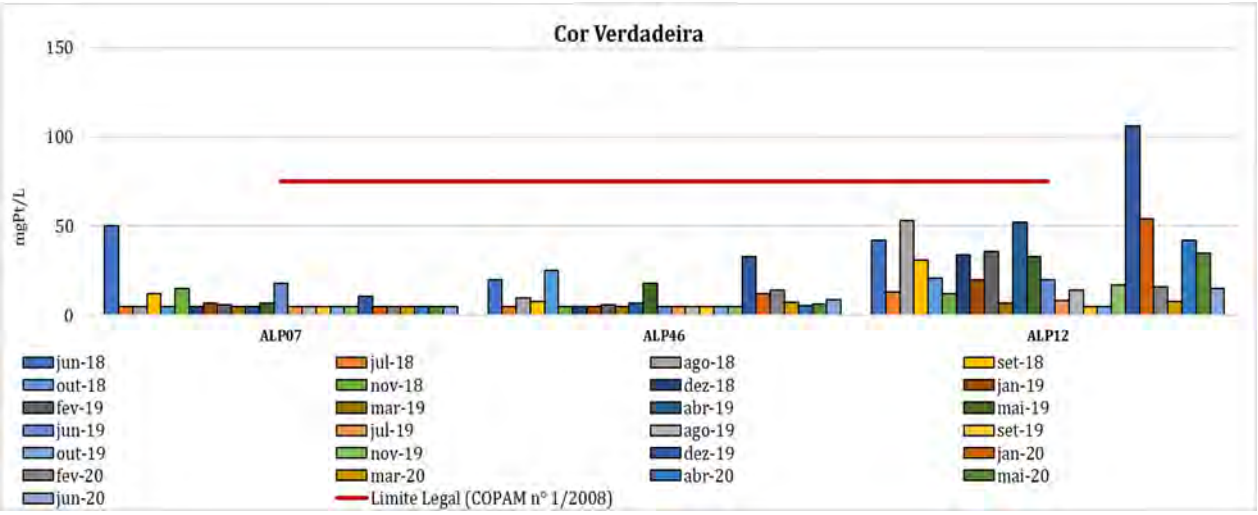
Conforme mostra a Figura 114 , a seguir, observa-se uma maior concentração do parâmetro Cor Verdadeira no ponto ALP12, em relação aos outros dois pontos alocados a montante de áreas operacionais dentro do complexo minerário de Água Limpa (ALP07 e ALP46), ainda assim em concentrações que atendem aos padrões de qualidade das águas. Cabe destacar, que o córrego Vale das Cobras, onde está alocado o ponto ALP46, drena para a barragem do Diogo, que por sua vez verte para o rio Piracicaba e o córrego da Pêra verte diretamente para este rio, podendo assim acarretar um incremento do nível de cor a jusante (ponto ALP12), além de outras contribuições inclusive advindas de uma área já antropizada pela expansão da cidade de Rio Piracicaba (como o bairro Louis Ensch).

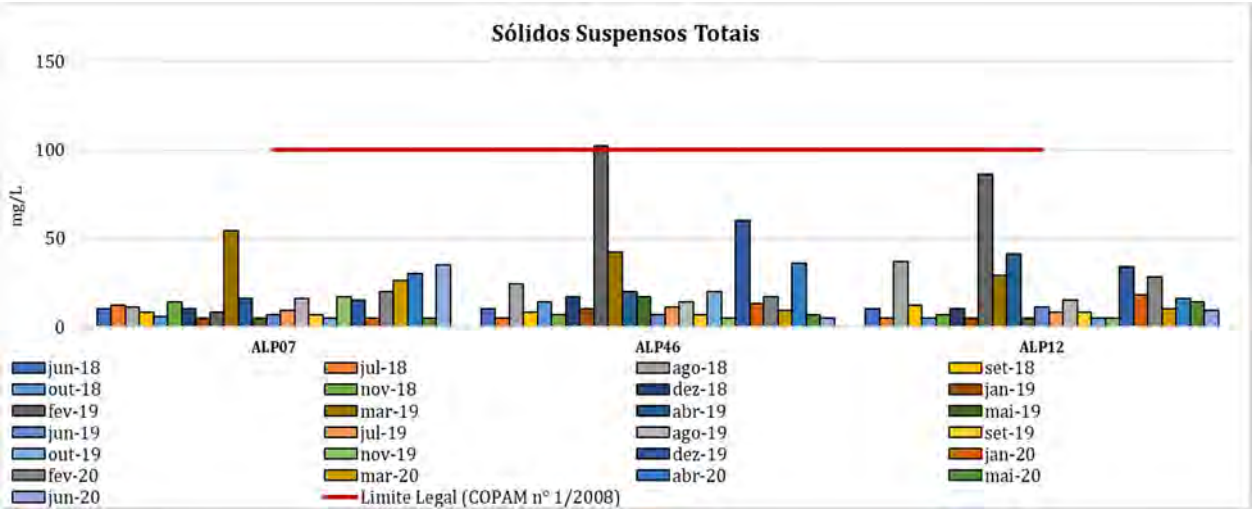
Em relação a Sólidos Suspensos Totais, a maior parte dos resultados apresentou conformidade com valor máximo permitido (100 mg/L). Houve desatendimento em fevereiro/2019 no ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras), com concentração de 102 mg/L, correspondendo uma ocorrência pontual e não representativa frente à série avaliada.

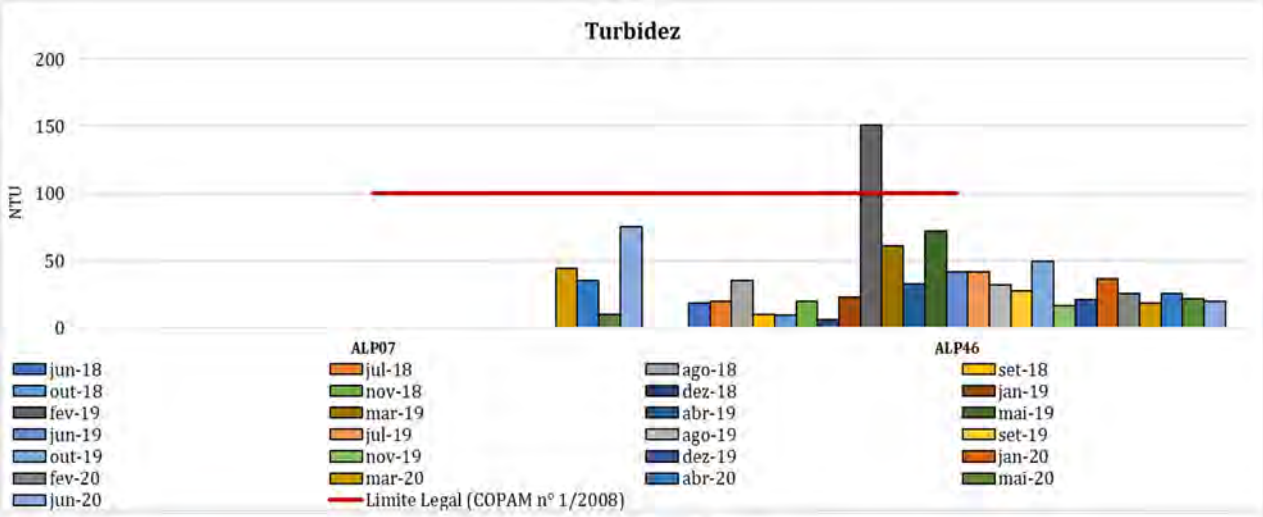
Nos pontos ALP07 (córrego da Pêra) e ALP46 (córrego Vale das Cobras) é realizado o monitoramento do parâmetro Turbidez, que não é avaliado no ponto ALP12. No ponto ALP07 (córrego da Pêra), para complementação e melhoria no monitoramento, o parâmetro foi inserido na malha amostral a partir de março/2020. O parâmetro em pauta foi monitorado em todo período amostral avaliado somente no ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras). Na maior parcela dos resultados as concentrações de Turbidez foram inferiores ao valor máximo permitido pela legislação (100 NTU). Desvio ocorreu em fevereiro/2019, no ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras), com concentração de 151 NTU. Este mesmo desvio foi verificado em relação a Sólidos Suspensos Totais. Já as concentrações de Sólidos Dissolvidos Totais ficaram abaixo do limite legal estabelecido pela legislação em todo período avaliado.

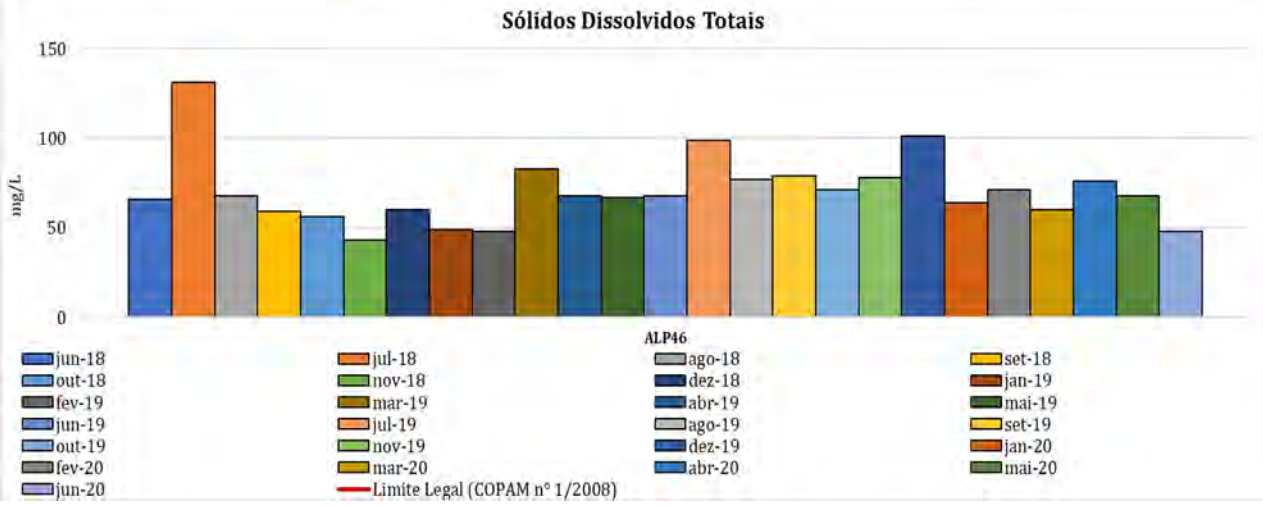
Os resultados apresentados para a série de sólidos indicam, de modo geral, um incremento de concentração de Cor Verdadeira de montante para jusante. Observa-se que o sistema de contenção de sólidos da mina, a exemplo da barragem do Diogo e de um dique a montante do pátio de carregamento de minério, mostra-se eficiente, tendo em vista os resultados satisfatórios nas concentrações de sólidos ao longo de todo período analisado.

Figura 114 Variação espacial e temporal dos resultados de Cor, Turbidez e Série de Sólidos nas águas superficiais





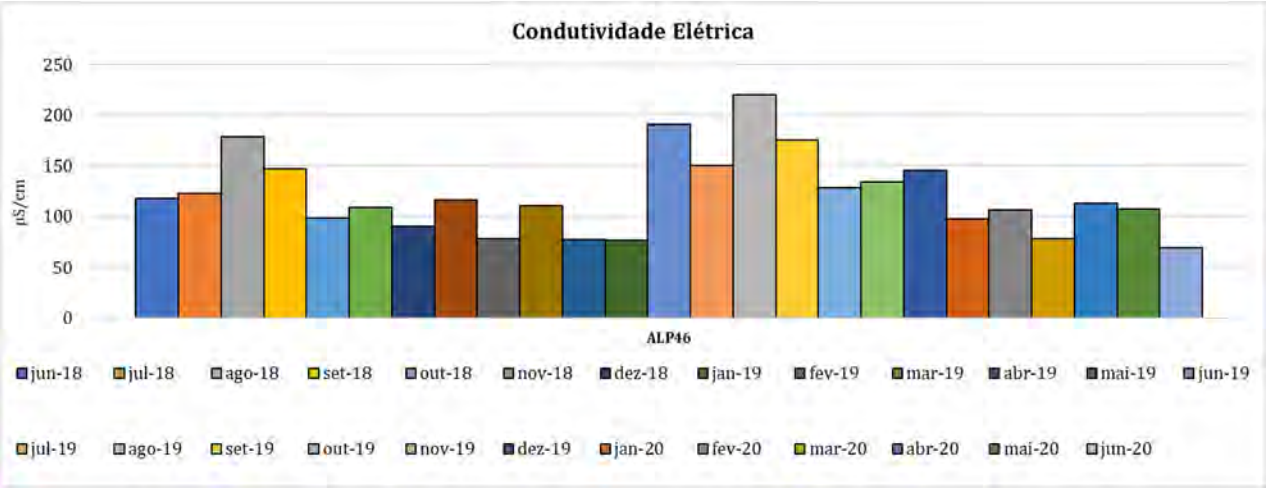




Condutividade Elétrica

A Condutividade Elétrica representa a capacidade da água de conduzir eletricidade, estando diretamente relacionada ao seu conteúdo iônico/ dissolução. No ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras), a concentração variou de 68,70 µS/cm (junho/2020) a 220 µS/cm (agosto/2019) (Figura 115). Cabe ressaltar que não há padrão legal para este parâmetro, segundo a DN COPAM-CERH nº 01/2008. O parâmetro não é monitorado nos pontos ALP07 (córrego da Pêra) e ALP12 (rio Piracicaba, jusante da mina).

Figura 115 Variação espacial e temporal dos resultados de Condutividade Elétrica nas águas superficiais



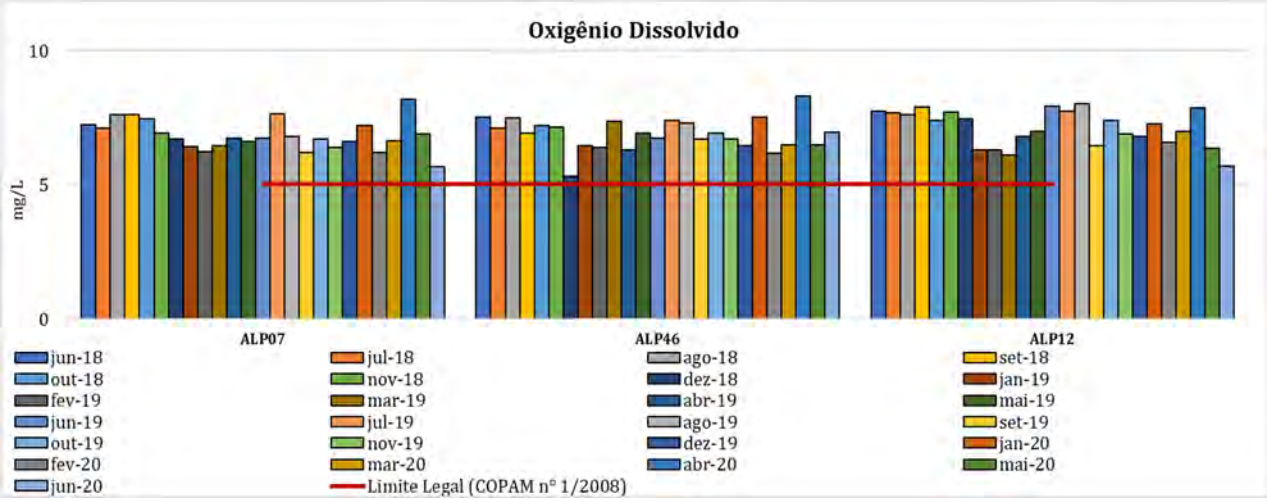
Matéria Orgânica e Oxigênio Dissolvido

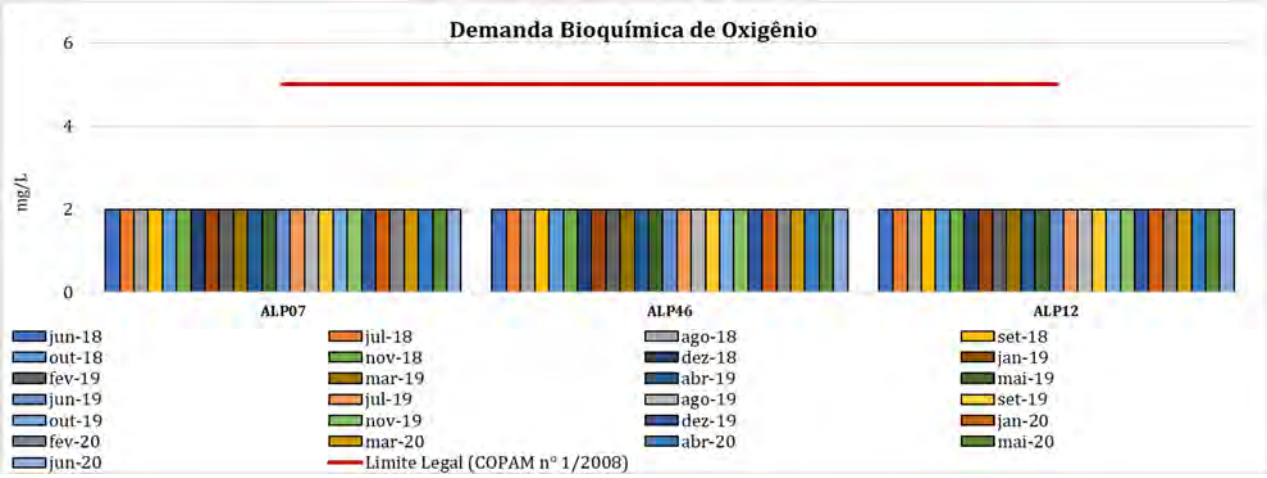
A análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) permite estimar indiretamente a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente nas águas superficiais, correspondendo a uma análise relevante, uma vez que os processos envolvidos na degradação aeróbia da matéria orgânica demandam Oxigênio Dissolvido (OD), que é um essencial à manutenção do ecossistema aquático.

A Figura 116 apresenta o histórico de monitoramento da Vale na rede da Mina de Água Limpa para OD e DBO. Todos os resultados se apresentaram em conformidade com o limite legal. As concentrações de DBO ficaram abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado (2 mg/L) em todos os pontos e campanhas avaliadas.

Não foi observada variação sazonal significativa para DBO e OD, assim como variação de comportamento entre os pontos amostrais. Os resultados indicam níveis satisfatórios de oxigenação nas águas nos pontos avaliados. As operações da mina Água Limpa não têm influenciado na qualidade das águas no que se refere a esses parâmetros.

Figura 116 Variação espacial e temporal dos resultados de Oxigênio Dissolvido e DBO nas águas superficiais





Coliformes Termotolerantes

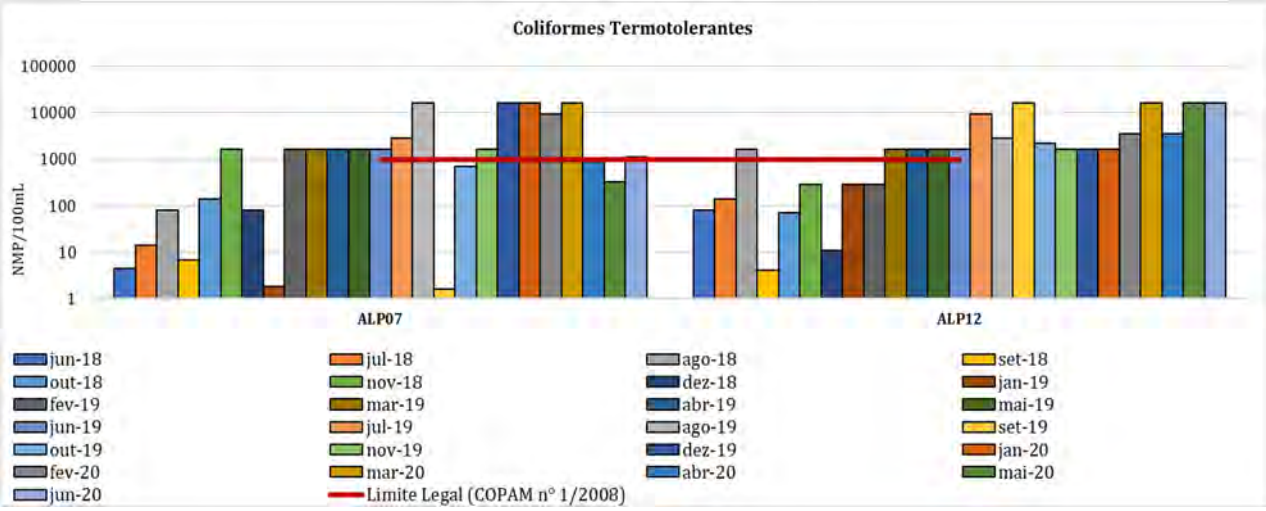
Para a avaliação microbiológica das águas superficiais foram analisadas concentrações de Coliformes Termotolerantes. O grupo dos Coliformes Totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, o que limita sua aplicação como indicador geral de contaminação por lançamento de esgoto sanitário. Dentre os Coliformes Totais, há o subgrupo Coliformes Termotolerantes, os quais são diferenciados dos totais pela capacidade de fermentar a lactose em temperatura elevada (44,5± 0,2 °C). Contudo, ambos os grupos estão presentes naturalmente em ambientes não contaminados, não sendo, portanto, exclusivos do trato intestinal humano.

A despeito das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos pontos avaliados, nota-se por meio da Figura 117 que na maior parte dos resultados, a concentração superior foi ao limite legal estabelecido pela DN Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008, equivalente a 1.000 NMP/100ml para águas superficiais.

As não conformidades ocorreram nos meses de novembro/2018; fevereiro a agosto/2019; novembro a março/2020; e junho/2020, para o ponto ALP07 (córrego da Pêra); e, ainda em agosto/2018; março/2019 a junho/2020, para o ponto ALP12 (rio Piracicaba jusante da Mina Água Limpa).

Conforme mencionado, Coliformes Termotolerantes não são exclusivos de ambientes contaminados, podendo estar presentes em ambientes naturais e de satisfatória integridade ambiental. Tendo em vista as baixas concentrações de série de sólidos e de matéria orgânica observadas nos pontos avaliados, é possível que as concentrações de coliformes registradas em desatendimento ao limite legal não estejam associadas a aportes de excrementos humanos e/ou animais.

Figura 117 Variação espacial e temporal dos resultados Coliformes Termotolerantes nas águas superficiais



Compostos Nitrogenados e Fosforados

O processo de estabilização do Nitrogênio Orgânico à Amônia, desta à Nitrito e deste à Nitrato, implica no consumo de Oxigênio Dissolvido (OD) nas águas, sendo assim importante a avaliação das concentrações das frações deste elemento. Além disso, o Nitrogênio é um nutriente essencial para o desenvolvimento de algas, estando diretamente relacionado com o processo de eutrofização, principalmente em corpos lênticos (presença de água parada ou com pouco movimento).

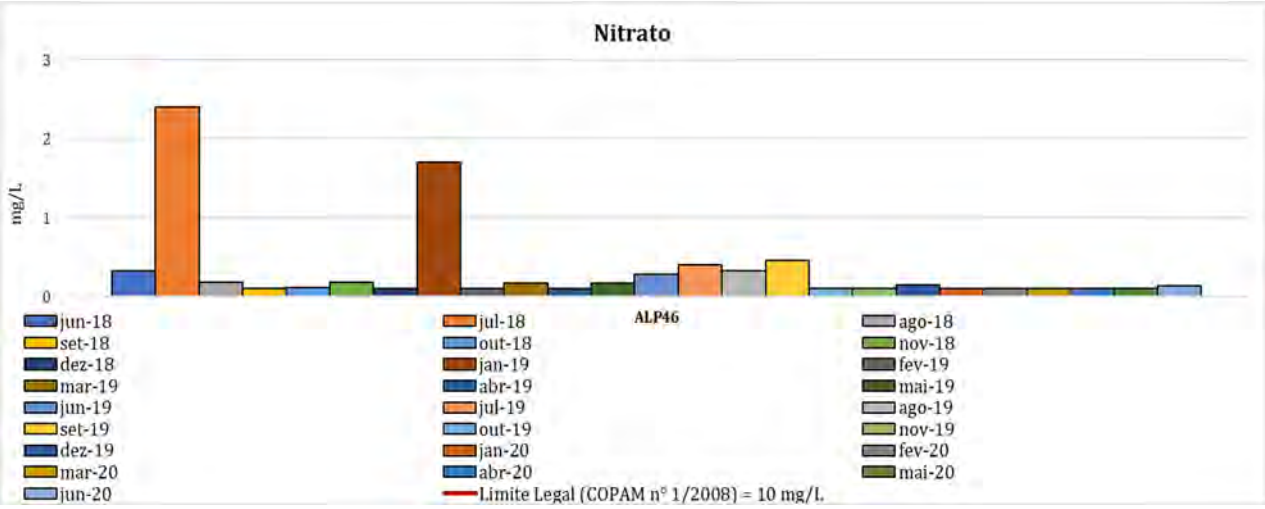
Segundo von Sperling (2014), a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio de poluição das águas, uma vez que fontes orgânicas de Nitrogênio, como por exemplo esgoto sanitário, são ricas em Nitrogênio Amoniacal e Orgânico e pobres em termos de Nitrito e Nitrato. Contudo, à medida que ocorre o processo de autodepuração há oxidação das frações de Nitrogênio. Assim sendo, em pontos distantes de um despejo de esgoto há predominância de Nitrito e Nitrato.

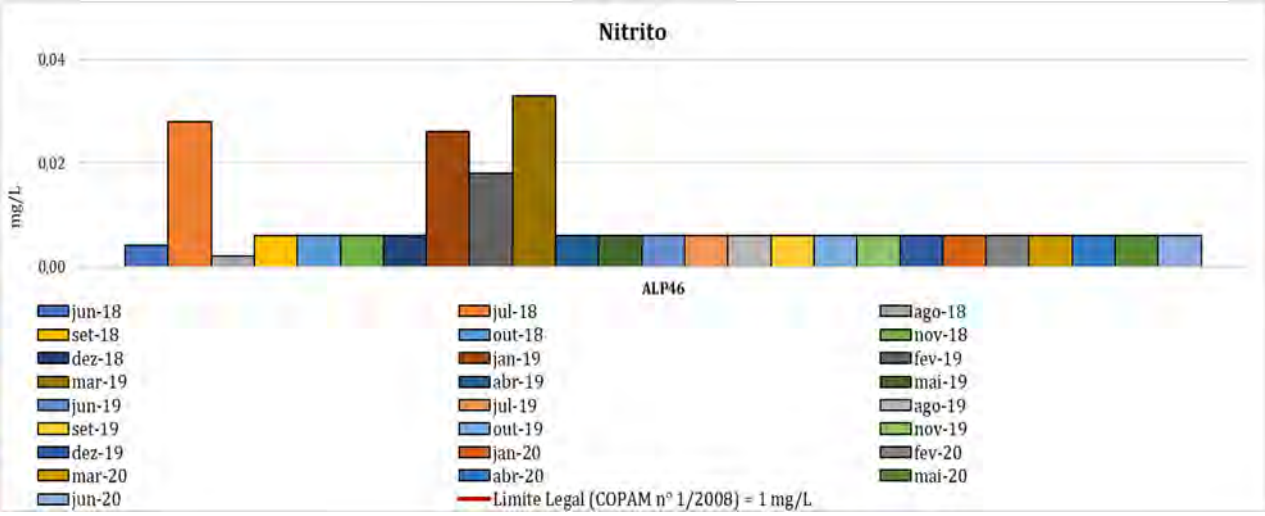
Nos pontos monitorados pela Vale avaliados, todas as frações atenderam aos padrões ambientais previstos na DN Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008 para qualidade das águas superficiais, como mostra a Figura 118 . Cabe mencionar que o limite legal para o Nitrogênio Amoniacal é variável em função do pH das águas. Na análise foi considerado o limite legal equivalente a 3,7 mg/L, previsto para pH igual ou inferior a 7,5.

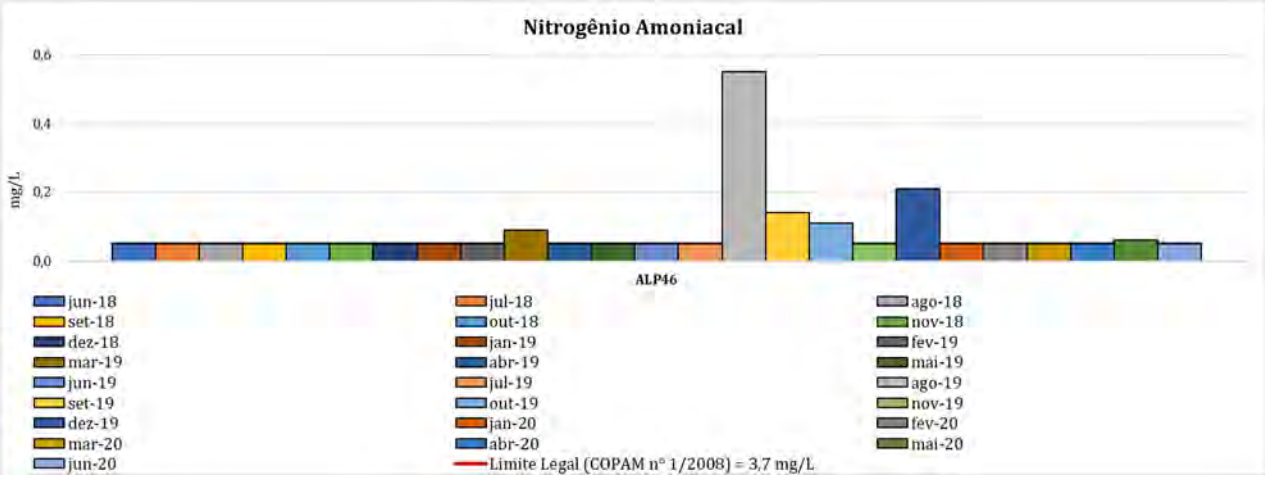
Em relação ao Fósforo, este elemento ocorre nas águas principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico, sendo o mesmo indispensável para o crescimento das algas; entretanto, quando em elevadas concentrações, pode conduzir a um crescimento exagerado desse organismo, relacionado diretamente ao processo de eutrofização. Além disso, é um nutriente essencial para crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Destaca-se que o Fosfato não é contemplado na DN COPAM-CERH nº 01/2008.

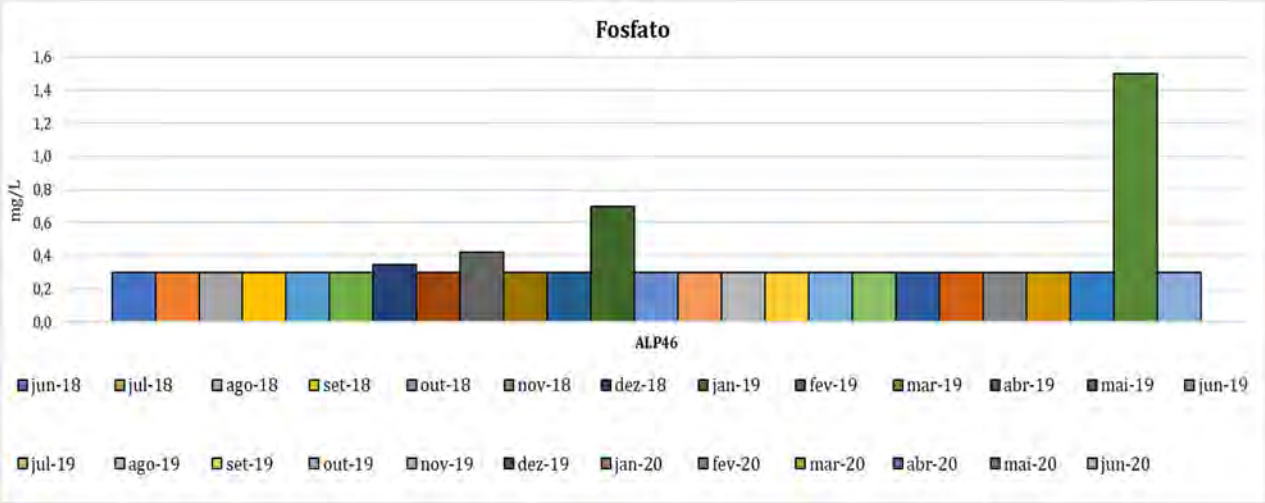
Este elemento é monitorado somente para o ponto ALP46. Conforme mostra a Figura 118 , a maior parte dos resultados de Fosfato para este ponto ficou abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado (0,30 mg/L), sendo as maiores concentrações verificadas de 0,70 mg/L (maio/2019) e 1,50 mg/L (maio/2020).

Figura 118 Variação espacial e temporal dos resultados de Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal e Fosfato nas águas superficiais




Nitrito
0,04
0,02
0,00
mg/L
ALP46
jun-18
jul-18
ago-18
set-18
out-18
nov-18
dez-18
jan-19
fev-19
mar-19
abr-19
mai-19
jun-19
jul-19
ago-19
set-19
out-19
nov-19
dez-19
jan-20
fev-20
mar-20
abr-20
mai-20
jun-20
Limite Legal (COPAM nº 1/2008) = 1 mg/L


Nitrogênio Amoniacal
0,6
0,4
0,2
0,0
mg/L
ALP46
jun-18
jul-18
ago-18
set-18
out-18
nov-18
dez-18
jan-19
fev-19
mar-19
abr-19
mai-19
jun-19
jul-19
ago-19
set-19
out-19
nov-19
dez-19
jan-20
fev-20
mar-20
abr-20
mai-20
jun-20
Limite Legal (COPAM nº 1/2008) = 3,7 mg/L

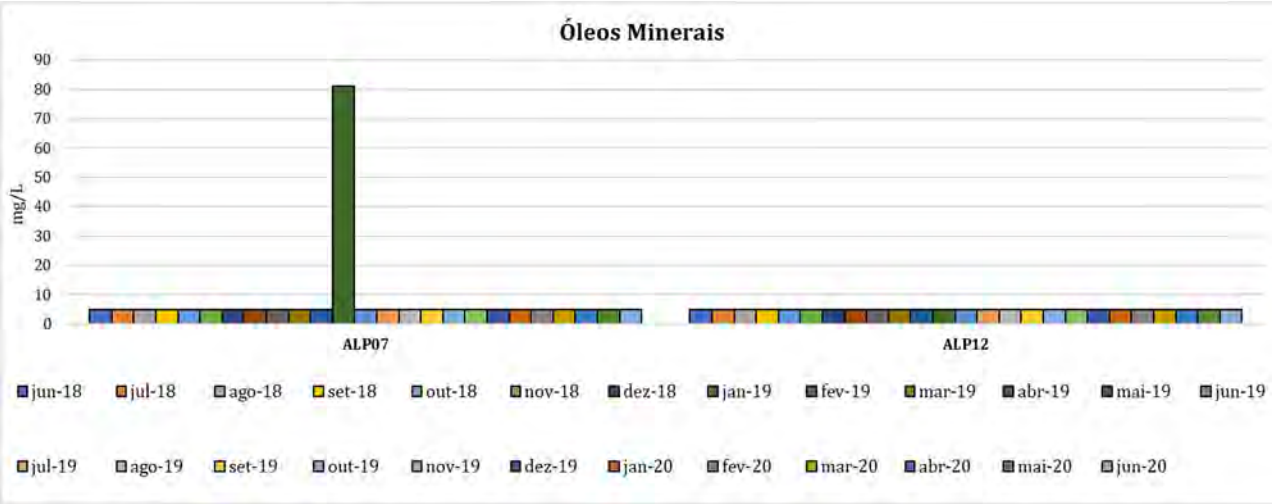

Fosfato
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
mg/L
ALP46
jun-18
jul-18
ago-18
set-18
out-18
nov-18
dez-18
jan-19
fev-19
mar-19
abr-19
mai-19
jun-19
jul-19
ago-19
set-19
out-19
nov-19
dez-19
jan-20
fev-20
mar-20
abr-20
mai-20
jun-20

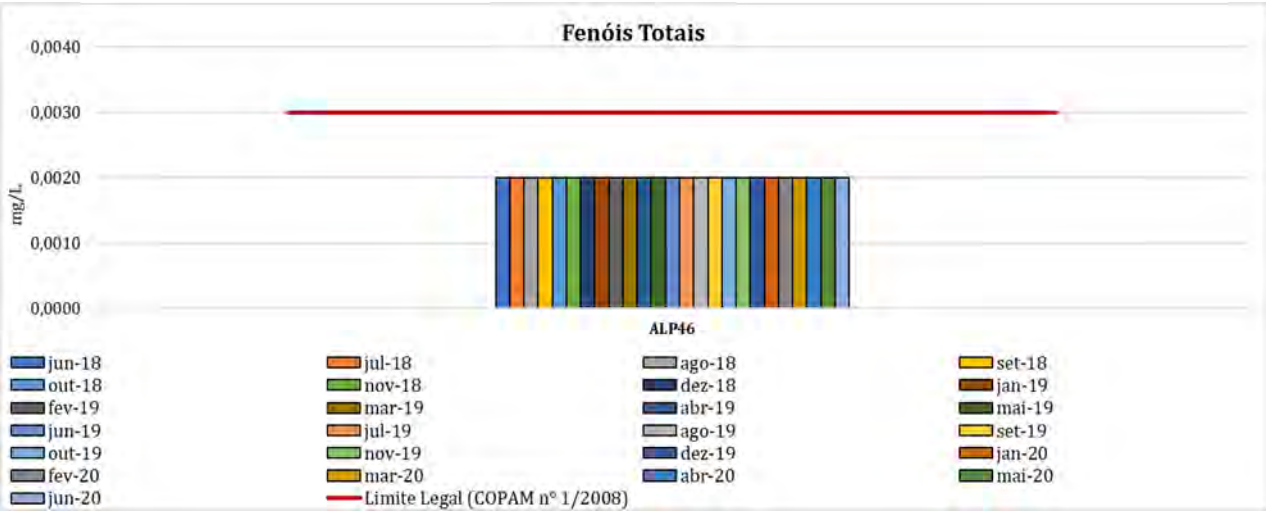
Óleos e graxas, Óleos Minerais, Fenóis Totais e Surfactantes

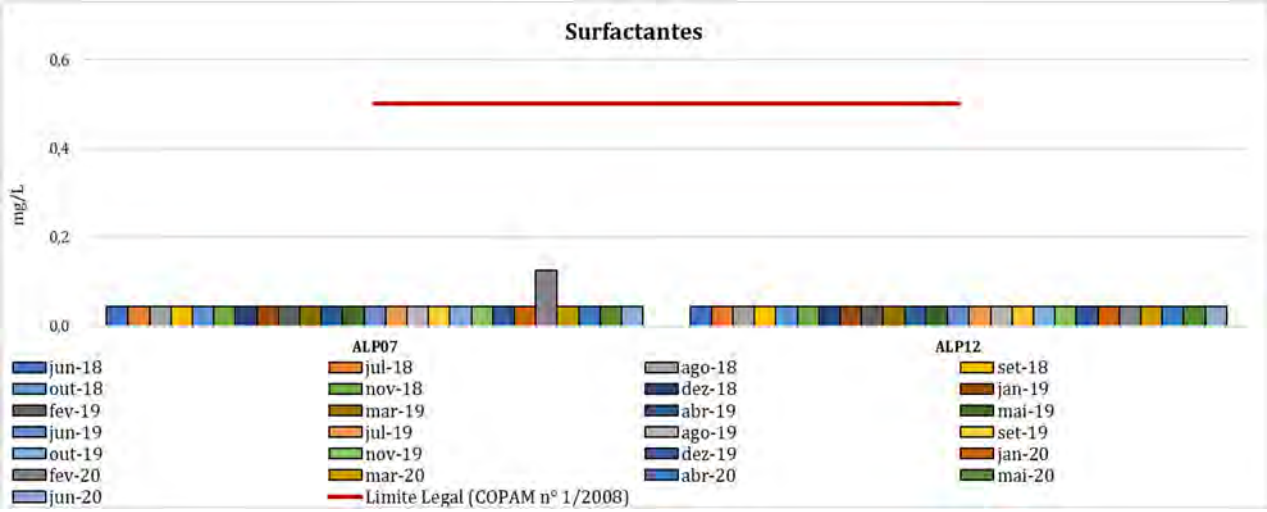
A DN Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008 estabelece que Óleos e Graxas devem estar ausentes nas águas superficiais Classe 2. Conforme mostra a Figura 119 , para o parâmetro Óleos Minerais, os resultados ficaram a abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado (5 mg/L), à exceção da campanha de maio/2019 para o ponto ALP07, que apresentou concentração igual a 81 mg/L. Ressalta-se que é uma ocorrência pontual, não sendo representativa frente à série histórica avaliada.

O valor máximo permitidos para Fenóis Totais e Surfactantes, de acordo com a referida legislação é de 0,003 mg/L e 0,5 mg/L, respectivamente. Em todos os pontos analisados, as concentrações de Fenóis Totais e Surfactantes mantiveram-se em conformidade com os padrões legais.

Figura 119 Variação espacial e temporal dos resultados de Óleos e graxas, Óleos Minerais, Fenóis Totais e Surfactantes nas águas superficiais







Metais

A avaliação deste grupo de elementos químicos visa identificar suas concentrações nos corpos hídricos inseridos ou com potencial influência da Mina de Água Limpa, correlacionando-as em especial à geoquímica do substrato litológico da região. Visa ainda subsidiar avaliações futuras de possíveis interferências relacionadas ao Projeto em estudo, a partir da comparação de resultados nas concentrações desses elementos nas águas superficiais.

Considerando o monitoramento disponível do *"Programa de Monitoramento Hídrico",* foram avaliados os seguintes metais:

- Metais de transição: Cádmio, Ferro, Ferro Dissolvido, Manganês, Manganês Dissolvido e Mercúrio;
- Outros metais: Chumbo.

Segundo a DN Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008 o limite de concentração de Ferro, em sua fração dissolvida, equivale a 0,3 mg/L, para qualidade das águas Classe 2. Conforme mostra a Figura 120 , as concentrações deste metal no ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras) foram iguais a 1,50 mg/L (setembro/2018), 2,40 mg/L (outubro/2018), 2,30 mg/L (novembro/2018), 4,00 mg/L (dezembro/2018) e 3,70 (janeiro/2019), caracterizando desatendimentos à legislação. Destaca-se que entre setembro/2018 a janeiro/2019 as concentrações registradas foram superiores às observadas nos demais meses avaliados.

No ponto ALP12 (rio Piracicaba, a jusante da Mina de Água Limpa) os desatendimentos em relação à legislação para Ferro Dissolvido ocorreram em: janeiro/2019, fevereiro/2019, abril/2019, maio/2019, julho/2019, novembro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020, fevereiro/2020, março/2020, abril/2020, maio/2020, junho/2020 e julho/2020. sendo as maiores concentrações equivalentes a 0,604 mg/L (janeiro/2019) e 1,40 mg/L (janeiro/2020).

Os resultados indicam que, ao longo do ano hidrológico, são observadas concentrações de Ferro dissolvido superiores ao padrão legal em pontos relacionados à operação da Mina Água Limpa (ALP46, ALP07 dentro da área operacional desta mina) e no ponto ALP12, a jusante da mina, assim como no ponto ALP27, também monitorado pela Vale e posicionado a montante desta mina. Estes resultados corroboram a relação da elevação deste parâmetro nas águas superficiais, pela presença deste elemento, por vezes em elevadas concentrações, nas unidades litológicas do Supergrupo Minas e, também, do Supergrupo Rio das Velhas (como quartzitos, filitos e xistos ferruginosos e, em especial, itabiritos, hematitas e cangas ferruginosas) e sua concentração nas águas dos corpos hídricos que drenam a região por dissolução.

O Ferro total não apresenta padrão legal segundo a legislação. Este elemento é monitorado somente no ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras) e suas concentrações variaram de 0,22 mg/L (julho/2018) a 7,00 mg/L (janeiro/2019) conforme pode ser observado na Figura 120 .

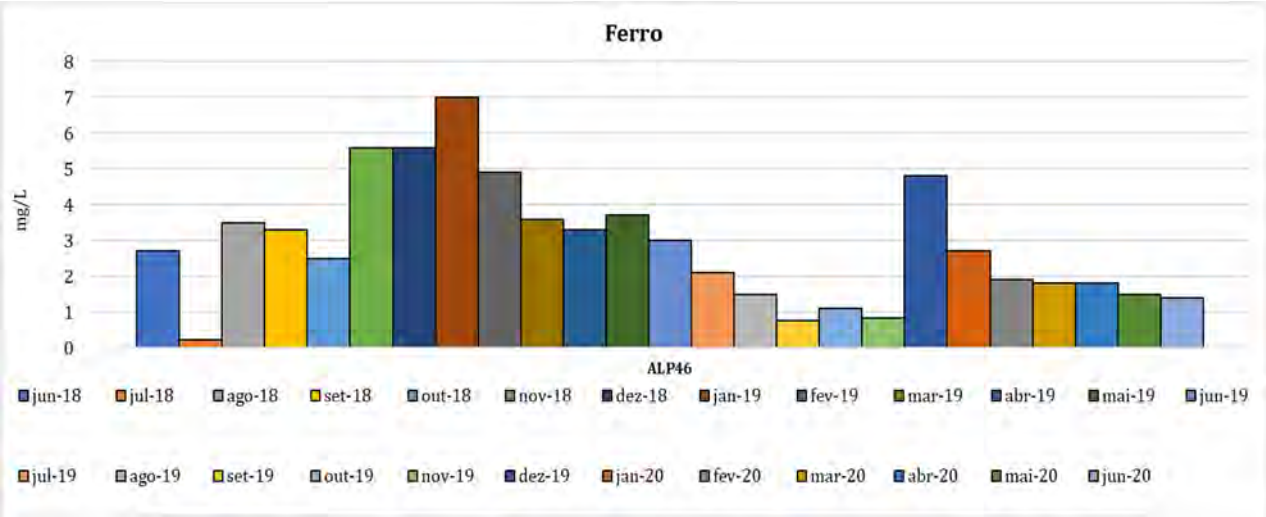
Referente aos parâmetros Manganês e Manganês Dissolvido, nota-se que o ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras) apresentou concentrações superiores àquelas registradas nos demais pontos, para o período avaliado. O ponto ALP07 (córrego da Pêra) apresentou concentrações superiores às verificadas no ponto ALP12.

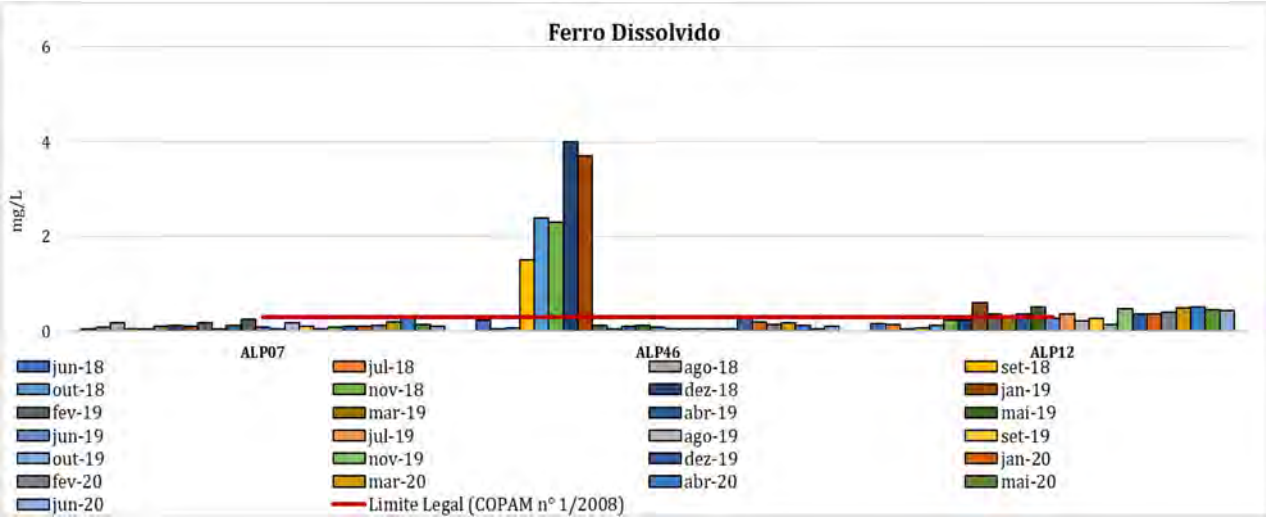
Como mostra a Figura 120 , para o ponto ALP07 (córrego da Pêra) as desconformidades referentes ao parâmetro Manganês, com limite legal de 0,1 mg/L, ocorreram em todo o período amostral, com a menor concentração equivalente a 0,236 mg/L, registrada em setembro/2018, e maior concentração de 1,70 mg/L, em abril/2020. Já no ponto ALP 46 (córrego Vale das Cobras), as concentrações variaram de 0,066 mg/L, em julho/2018, a 5,50 mg/L, em março/2019. E no ponto ALP12 (rio Piracicaba jusante da mina) houve extrapolação quanto ao limite legal na maior parcela dos resultados, com concentrações variando de 0,054 mg/L em setembro/2018 a 0,334 mg/L em março/2020. Da mesma forma que analisado para o elemento Ferro, este comportamento evidencia a presença de Manganês em rochas ferruginosas e manganesíferas, que compõem o substrato da região.

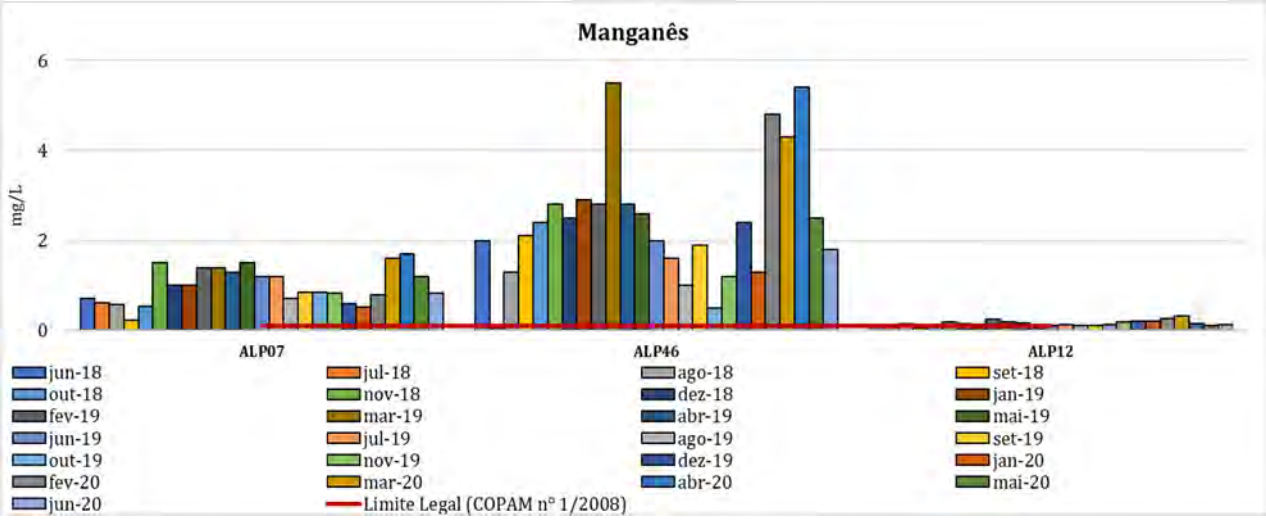
Seguindo a mesma linha de análise do elemento Ferro, verifica-se que para o ponto ALP27, também integrante da rede de monitoramento da Vale na Mina Água Limpa, e situado a montante do complexo e fora do limite estabelecido como AEL, também apresentou elevadas concentrações de Manganês nas águas superficiais. Observou-se uma maior concentração de Manganês no ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras), tendo extrapolado o limite legal (0,1 mg/L) em todos os resultados, à exceção de julho/2018. Este resultado pode estar associado à proximidade deste ponto de amostragem da área operacional da cava Morro Agudo, onde há movimentação do solo e substrato rochoso no processo de lavra, com possível disponibilização desse metal para as águas naturais. Em relação às desconformidades verificadas no ponto ALP07 (córrego da Pêra), pode ter relação à um possível carreamento de sedimentos para o corpo hídrico no ponto avaliado, uma vez está localizado a jusante do pátio de carregamento de minério da Mina Água Limpa.

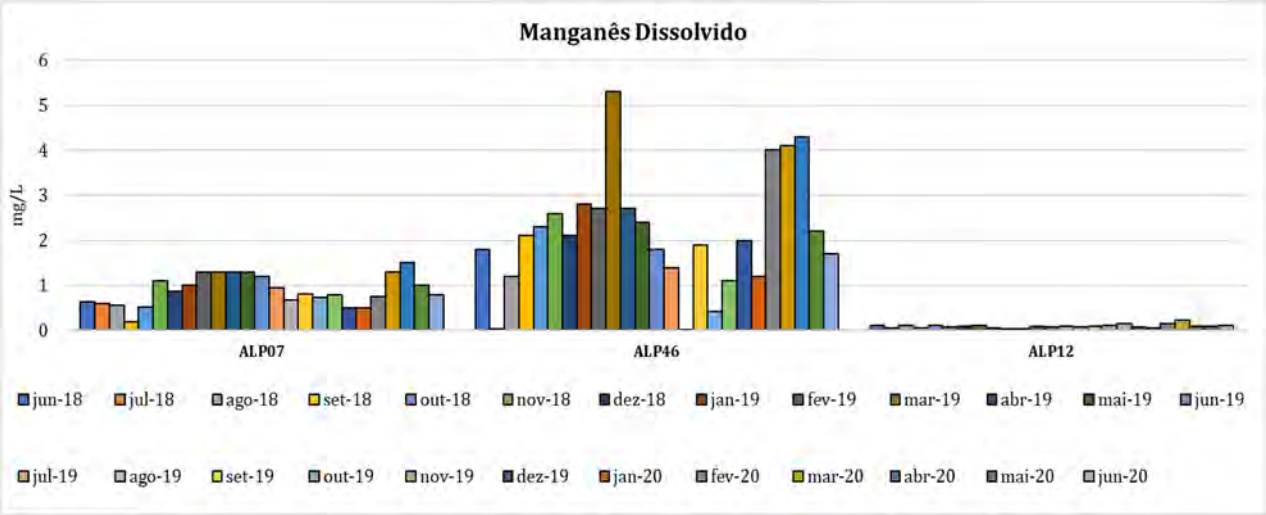
Em relação aos elementos Cádmio, Chumbo e Mercúrio, monitorados apenas para os pontos ALP07 (córrego da Pêra) e ALP12 (rio Piracicaba jusante da mina), todas as concentrações ficaram abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado e, por conseguinte, inferiores também aos respectivos limites legais (Figura 120).

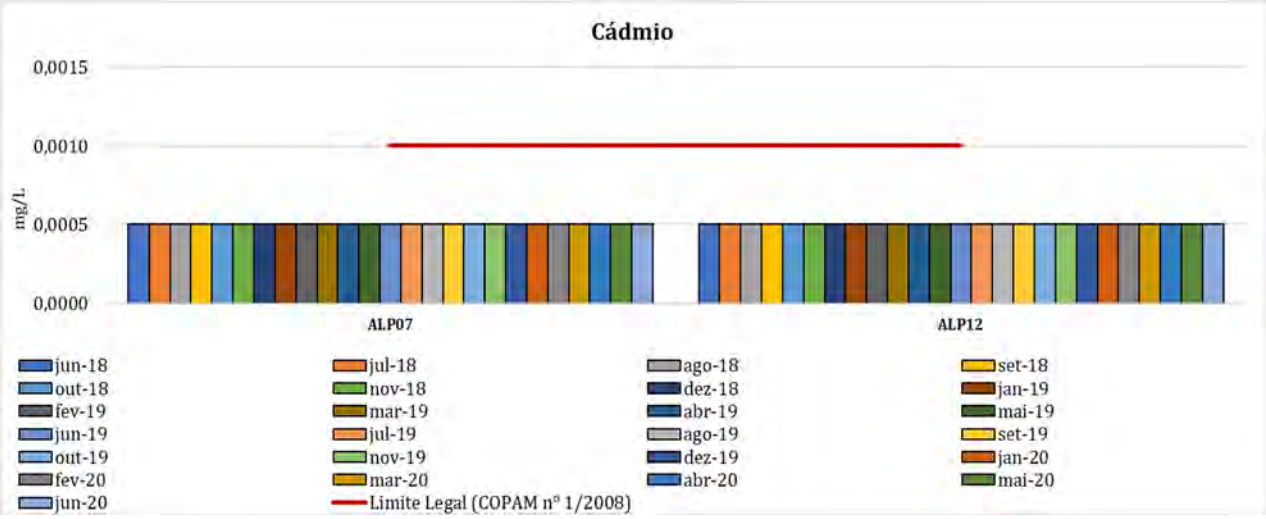
Figura 120 Variação espacial e temporal dos Metais nas águas superficiais

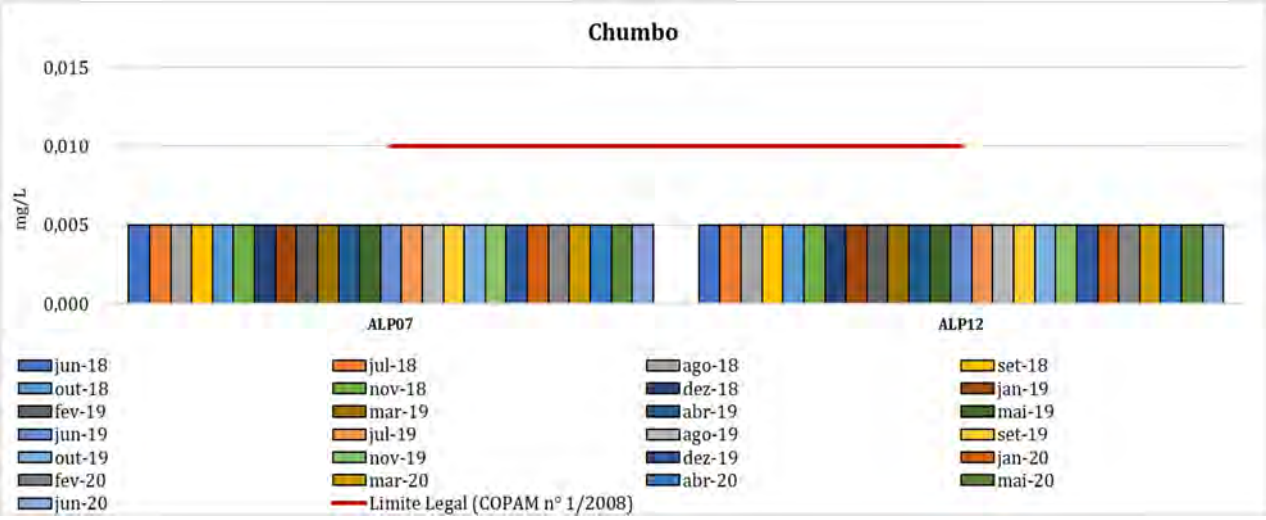


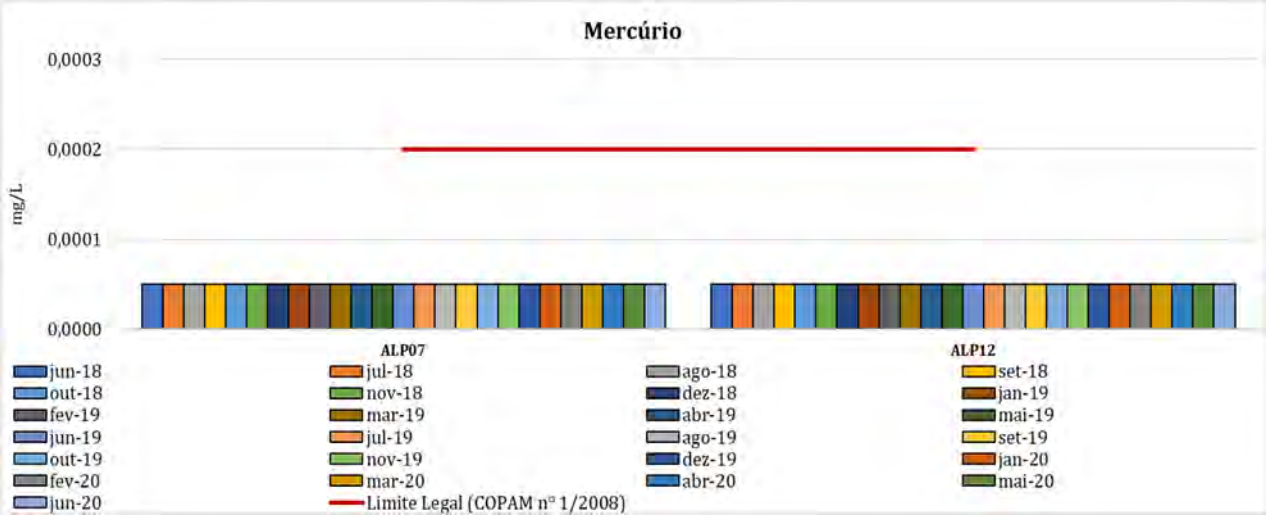



Manganês
mg/L
6
4
2
0
ALP07
ALP46
ALP12
jun-18
jul-18
ago-18
set-18
out-18
nov-18
dez-18
jan-19
fev-19
mar-19
abr-19
mai-19
jun-19
jul-19
ago-19
set-19
out-19
nov-19
dez-19
jan-20
fev-20
mar-20
abr-20
mai-20
jun-20
Limite Legal (COPAM nº 1/2008)


Manganês Dissolvido
mg/L
6
5
4
3
2
1
0
ALP07
ALP46
ALP12
jun-18
jul-18
ago-18
set-18
out-18
nov-18
dez-18
jan-19
fev-19
mar-19
abr-19
mai-19
jun-19
jul-19
ago-19
set-19
out-19
nov-19
dez-19
jan-20
fev-20
mar-20
abr-20
mai-20
jun-20


Cádmio
mg/L
0,0015
0,0010
0,0005
0,0000
ALP07
ALP12
jun-18
jul-18
ago-18
set-18
out-18
nov-18
dez-18
jan-19
fev-19
mar-19
abr-19
mai-19
jun-19
jul-19
ago-19
set-19
out-19
nov-19
dez-19
jan-20
fev-20
mar-20
abr-20
mai-20
jun-20
Limite Legal (COPAM nº 1/2008)


Chumbo
0,015
0,010
0,005
0,000
mg/L
ALP07
ALP12
jun-18
jul-18
ago-18
set-18
out-18
nov-18
dez-18
jan-19
fev-19
mar-19
abr-19
mai-19
jun-19
jul-19
ago-19
set-19
out-19
nov-19
dez-19
jan-20
fev-20
mar-20
abr-20
mai-20
jun-20
Limite Legal (COPAM n° 1/2008)


Mercúrio
0,0003
0,0002
0,0001
0,0000
mg/L
ALP07
ALP12
jun-18
jul-18
ago-18
set-18
out-18
nov-18
dez-18
jan-19
fev-19
mar-19
abr-19
mai-19
jun-19
jul-19
ago-19
set-19
out-19
nov-19
dez-19
jan-20
fev-20
mar-20
abr-20
mai-20
jun-20
Limite Legal (COPAM n° 1/2008)

11.5.10.5 Síntese Conclusiva

Diante das interpretações e discussões dos resultados dos monitoramentos realizados pela Vale no *"Programa de Monitoramento Hídrico"* da Mina Água Limpa, constata-se que a maior parcela dos parâmetros monitorados apresentaram-se em conformidade com os respectivos limites legais. Foram observadas em geral, águas superficiais com pH neutro, baixa concentração de materiais sólidos, cor e turbidez, baixa concentração de matéria orgânica (DBO) e satisfatórios níveis de oxigenação.

A análise comparativa entre os resultados registrados nos pontos localizados no rio Piracicaba (ALP27, a montante da Mina Água Limpa; ALP12, a jusante desta mina), não evidencia variação significativa em termos de qualidade das águas de montante para jusante, o que indica que a operação desse complexo minerário não tem acarretado alterações significativas na qualidade das águas neste curso d'água. Além disso, não houve variação significativa entre a qualidade das águas em relação à sazonalidade, tendo sido mantida boa qualidade em todo o ano hidrológico, indicando que os sistemas de controle ambiental voltados à contenção de sedimentos carreados nas áreas operacionais da mina, mostra-se eficientes mesmo no período de maior incidência pluviométrica.

Desatendimentos aos respectivos limites legais foram observados para Ferro Dissolvido nos pontos ALP46 (córrego Vale das Cobras) e ALP12 (rio Piracicaba jusante), e Manganês Total em toda malha amostral. Conforme já discutido, estes metais estão diretamente associados ao arcabouço geológico do Quadrilátero Ferrífero. O ponto ALP46 (córrego Vale das Cobras), apresentou maior concentração de Manganês que os pontos localizados no rio Piracicaba (ALP27, a montante; ALP12, a jusante da mina), podendo ter uma relação com a proximidade com as áreas atuais de lavra desta mina (cavas Morro Agudo e espigão do Pico), onde há movimentação de solo e do substrato rochoso. As concentrações elevadas de Manganês e Manganês Dissolvido verificadas no ponto ALP07, podem estar relacionadas à localização deste ponto, a jusante do pátio de carregamento de minério do complexo minerário.

11.5.11 Qualidade do Ar

11.5.11.1 Metodologia

A avaliação da qualidade do ar da área de estudo local do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa** busca quantificar os níveis de poluentes atmosféricos antecedentes à implantação do referido projeto, representando o *background* no entorno do empreendimento. Assim, durante sua implantação e operação, o monitoramento periódico da qualidade do ar possibilitará acompanhar a evolução das concentrações de poluentes associada ao empreendimento em pauta.

Este diagnóstico da qualidade do ar foi elaborado com base nos resultados do monitoramento realizado pela Vale na Mina Água Limpa, com medições de partículas totais em suspensão (PTS) realizadas por meio de Amostrador de Grande Volume "Hi Vol - *High Volume Sampler*", e coletas de amostras de seis em seis dias e com duração de 24 horas. Para o presente diagnóstico foram analisados os resultados referentes ao período de dois anos, entre julho/2018 a junho/2020.

Os procedimentos metodológicos adotados para a execução do estudo foram direcionados para fornecer informações sobre o grau de integridade e qualidade do ar no entorno da área do empreendimento (AEL). Para análise dos resultados e verificação da qualidade do ar, os resultados foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018.

A contextualização da bacia hidrográfica do rio Piracicaba dentro do limite abarcado como Área de Estudo Regional não foi realizada devido à ausência de monitoramento da qualidade do ar por órgãos públicos e, portanto, inexistência de dados bibliográficos no âmbito regional.

11.5.11.2 Rede de Amostragem

O monitoramento realizado pela Vale para a Mina de Água Limpa contempla resultados da estação EMM06, localizada no bairro Louis Ensch, próximo à portaria deste complexo minerário.

A amostragem da qualidade do ar seguiu os procedimentos relacionados às seguintes normas:

- NBR nº ABNT 9547 – Material Particulado em suspensão no ar ambiente – determinação da concentração total pelo método do amostrador de grandes volumes.
- *US EPA Reference Method for the Determination of Particulate Matter in the Atmosphere,* contido no *Federal Register 40 CFR 50, Appendix B*.
- *US EPA Guideline for Reporting of Daily Air Quality - Pollutant Standards Index (PSI)*.

A caracterização do ponto de amostragem EMMA06 é apresentada no Quadro 89; sua espacialização representada na Figura 121, apresentada adiante.

Quadro 89 Caracterização do ponto de amostragem de qualidade do ar

Nome	Caracterização	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Parâmetro avaliado	Ilustração
		X (mE)	Y (mS)		
EMMA06	Localizado na Casa de Hospedes no bairro Louis Ensch.	689928	7793785	PTS	

11.5.11.3 Legislação Aplicável

A legislação federal que dispõe sobre padrões de qualidade do ar é a Resolução CONAMA nº 491/2018, na qual são estabelecidos os seguintes conceitos:

> I – Padrão de qualidade do ar - instrumento de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica;
>
> II – Padrões de qualidade do ar intermediários (PI) - padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas;
>
> III – Padrão de qualidade do ar final (PF) - valores guia definidos pela Organização Mundial da Saúde – OMS em 2005;

No Art. 4° da referida legislação é definido que os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários deverão ser adotados de forma subsequente, conforme definições dos órgãos ambientais estaduais e distrital.

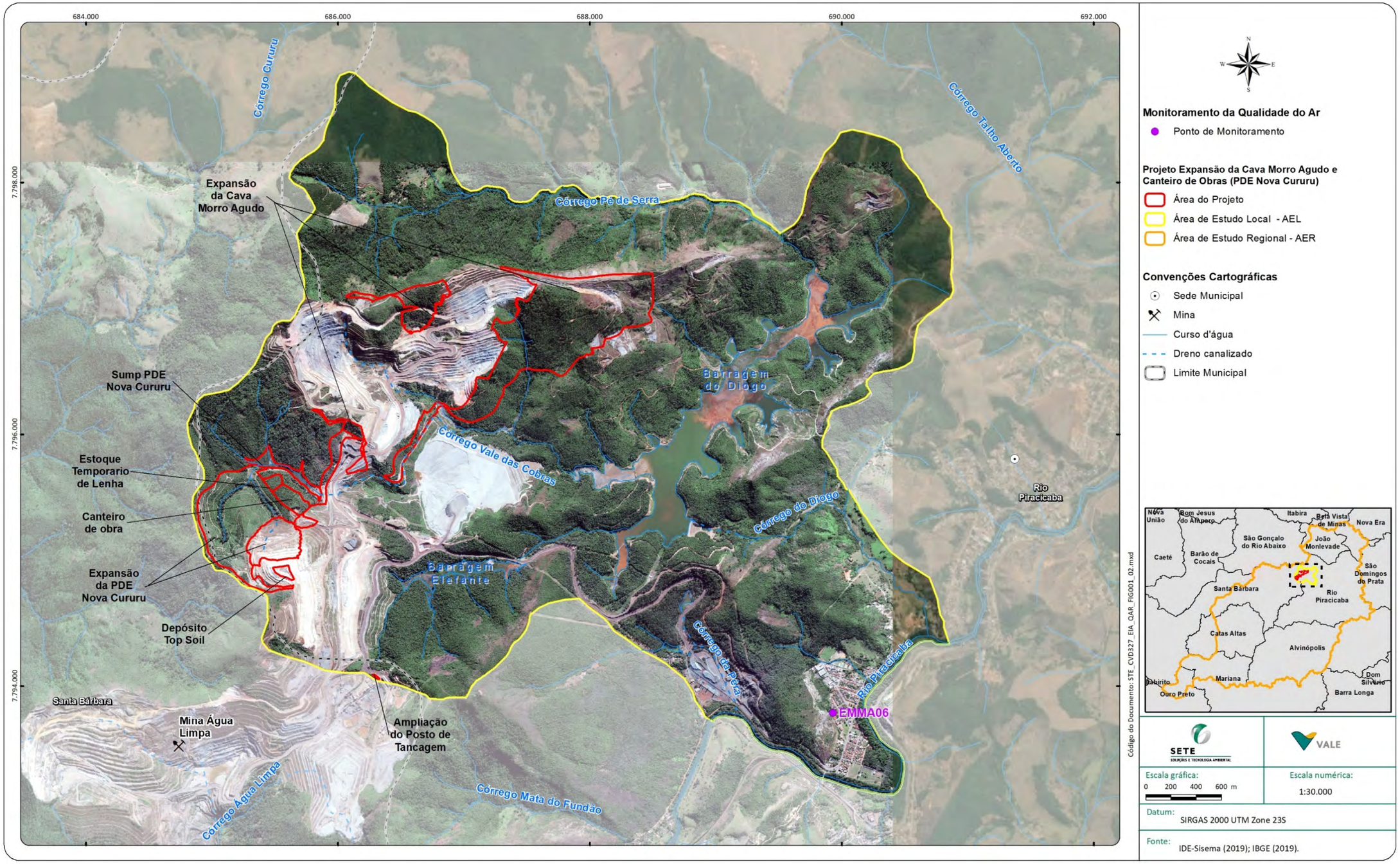
No que tange às Partículas Totais em Suspensão, o Padrão Final estabelecido pela nova legislação (Resolução CONAMA nº 491/2018) equivale a 240 µg/m^3, para a concentração média de 24 horas, e 80 µg/m^3, para média geométrica anual, mesmos valores anteriormente vigentes para PTS na Resolução CONAMA nº 03/1990. Em Minas Gerais, estas mesmas concentrações são estabelecidas como padrões ambientais em âmbito estadual, por meio da Deliberação Normativa COPAM nº 01/1981. O Quadro 90 a seguir apresenta os padrões da qualidade do ar segundo esta legislação.

Quadro 90 Padrões legais de qualidade do ar

Fonte: Resolução CONAMA nº 491/2018 e Deliberação Normativa COPAM nº 01/1981.

Parâmetro	Padrão Ambiental	Valor	Observação
PTS	Concentração média geométrica anual	80 µg/m^3	-
	Concentração média de 24 horas	240 µg/m^3	Não deve ser excedida mais de uma vez por ano

Figura 121 Localização do ponto de amostragem de qualidade do ar na Área de Estudo Local do Projeto



11.5.11.4 Índice de Qualidade do Ar (IQAr)

De modo a facilitar a interpretação e divulgação de dados de concentração de poluentes atmosféricos, foi desenvolvido pela USEPA - *United States Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana) o índice de qualidade do ar (IQAr). Trata-se de uma ferramenta matemática utilizada para transformar as concentrações medidas dos diversos poluentes em um valor adimensional, de modo a possibilitar uma compreensão facilitada sobre a qualidade do ar de uma região. Dependendo do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, que é uma nota para a qualidade do ar, conforme apresentado no Quadro 91 a seguir.

A estrutura do IQAr tem como objetivo principal estabelecer uma padronização na divulgação de dados sobre a qualidade do ar, conforme as categorias apresentadas no Quadro 91, no qual são apresentados, ainda, os limites de concentração de poluentes atmosféricos referentes a cada índice, a cor de referência usada na divulgação dos resultados. Ressalta-se que, para cada poluente medido, é calculado um índice correspondente. Contudo, para efeito de divulgação dos resultados, deve ser utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada conservadoramente pelo pior resultado.

A partir da publicação da Resolução CONAMA nº 491/2018, o Ministério do Meio Ambiente, em conjunto com os órgãos ambientais estaduais e distrital, ficaram responsáveis por sistematizar o cálculo do índice de qualidade do ar. A Resolução CONAMA nº 491/2018 estabeleceu como obrigatoriedade dos órgãos estaduais a sistematização do cálculo do IQAr. Em Minas Gerais, a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM-MG) sistematizou o cálculo do IQAr, conforme apresentado no Quadro 91.

Quadro 91 Estrutura do índice de qualidade do ar (IQAr)

Fonte: FEAM, 2019.

Categoria de Qualidade do Ar	Índice de Qualidade do Ar – IQA	Limites de Concentração - PTS (µg/m³)	Cor de Referência	Resolução CONAMA n° 491/2018
Boa	0 – 40	0 – 240		Atende ao padrão
Regular	>40 – 96	≥240 e <285		Não atende ao padrão
Inadequada	>96 – 144	≥285 e <330		
Má	>144 – 200	≥330 e <375		
Péssima	>200	≥375		

Esta qualificação do ar está associada a efeitos sobre a saúde humana, independentemente do poluente em questão, conforme apresentado no Quadro 92.

Quadro 92 Efeitos sobre a saúde humana relacionados às diferentes categorias de qualidade do ar

Fonte: CETESB, 2014.

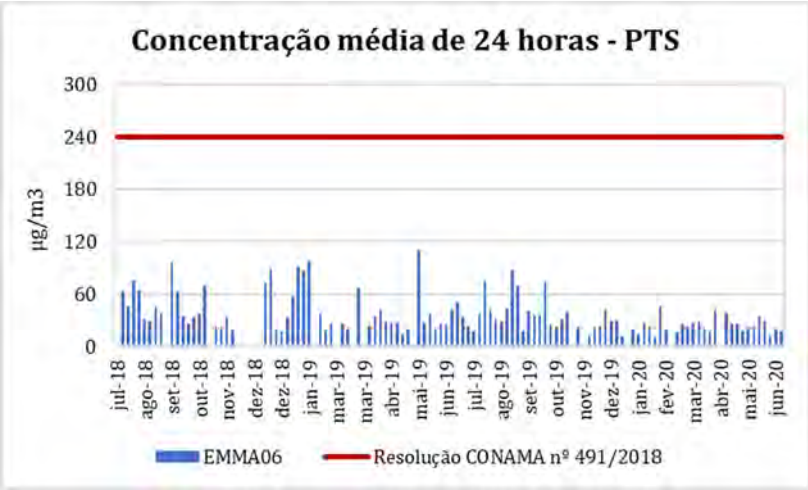
Categoria de Qualidade do Ar	Efeitos sobre a Saúde
Boa	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
Péssima	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

11.5.11.5 Resultados da Qualidade do Ar

Os resultados do monitoramento da qualidade do ar foram compilados na forma gráfica sendo comparados aos limites estabelecidos pela legislação de referência (Resolução CONAMA nº 491/2018). O Quadro 93 mostra os resultados da média geométrica anual de PTS. Os resultados do monitoramento da qualidade do ar no ponto EMMA06 são apresentados no **Anexo 12.2**.

Os resultados analíticos de partículas totais em suspensão (PTS) demonstraram que os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018 para as médias de 24h e para as médias geométricas foram respeitados em todo o período avaliado, conforme pode ser observado na Figura 122 . Em relação ao Índice de Qualidade do Ar (IQAr), observa-se na Figura 122 que os valores resultantes se enquadraram na faixa Boa em todo período avaliado.

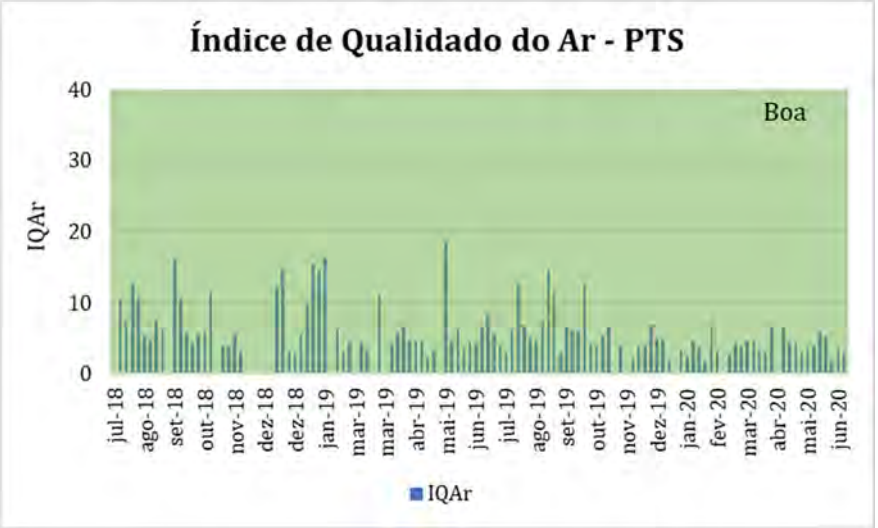
Figura 122 Variação temporal das concentrações médias diárias de PTS – EMMA06



Quadro 93 Resultados da média geométrica anual de PTS

Poluente	EMMA06		Limite Legal (Resolução CONAMA nº 491/2018)
	Ano 1	Ano 2	
PTS (µg/m³)	36,93	27,38	80

Figura 123 Índice de Qualidade do AR – EMMA06



11.5.11.6 Síntese Conclusiva

Os resultados de Partículas Totais em Suspensão (PTS) obtidos a partir do monitoramento ambiental realizado pela Vale na estação EMMA06 da Mina de Água Limpa, anteriormente à implantação e operação do Projeto em pauta indicam que a qualidade do ar no período avaliado manteve-se satisfatória, e conforme IQAr (ver Quadro 92), praticamente não apresentando riscos à saúde da população residente nas proximidades deste complexo, em especial do bairro Louis Ensch, o mais próximo das instalações. Desse modo, indica-se que os sistemas de controle de emissões atmosféricas existentes atualmente na Mina de Água Limpa têm se mostrado eficientes.

11.5.12 Ruído Ambiental

A avaliação do ruído ambiental tem como objetivo a caracterização do *background* de níveis de pressão sonora previamente ao **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa**, de forma a possibilitar uma análise comparativa nas etapas de implantação, operação e desativação do empreendimento e, por conseguinte, identificar e controlar eventuais alterações no ruído ambiental.

O diagnóstico de ruído ambiental da Área de Estudo Local (AEL) foi realizado a partir dos níveis de pressão sonora registrados em pontos de monitoramento integrantes do *"Plano de Monitoramento de Ruído"* em execução pela Vale na Mina de Água Limpa. Foram utilizados os dados mensais registrados para um período de dois anos, entre junho/2018 e junho/2020.

A contextualização de ruído ambiental no âmbito regional não se aplica tendo em vista a inexistência de uma rede monitoramento por órgãos públicos e de dados bibliográficos de referência. Entretanto será apresentado o resultado do monitoramento do ponto RD022 da Vale, situado a aproximadamente 1 km a montante da Área de Estudo Local, no bairro Santa Isabel (ou Fundão), caracterizando assim o entorno da área da Mina de Água Limpa.

A audição humana tem uma sensibilidade diferenciada em relação às específicas frequências de ondas sonoras. Desta forma, é feita uma ponderação entre o nível de ruído e o incômodo a ele associado (chamado de ponderação em curva A), de forma automática por meio do equipamento de medição de ruído no momento da amostragem. Além disso, durante a medição de ruído ambiental são registrados níveis de pressão sonora a cada segundo, resultando em um ruído flutuante ao longo do período de amostragem. No entanto, para efeito de comparação com a legislação ambiental é necessário que seja feita uma correção dessa flutuação; sendo assim, as variações de nível de um ruído flutuante passam a ser representadas pelo Nível de Som Contínuo Equivalente (L_{eq}) e, deste modo, obtém-se um nível de ruído contínuo, que apresenta a mesma energia acústica que os níveis flutuantes originais.

Os resultados de Nível de Som Contínuo Equivalente (L_{eq}), obtidos nas amostragens foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 01/1990, que faz referência à NBR 10.151, norma publicada em sua segunda versão em 2019.

11.5.12.1 Rede de Amostragem e Metodologia

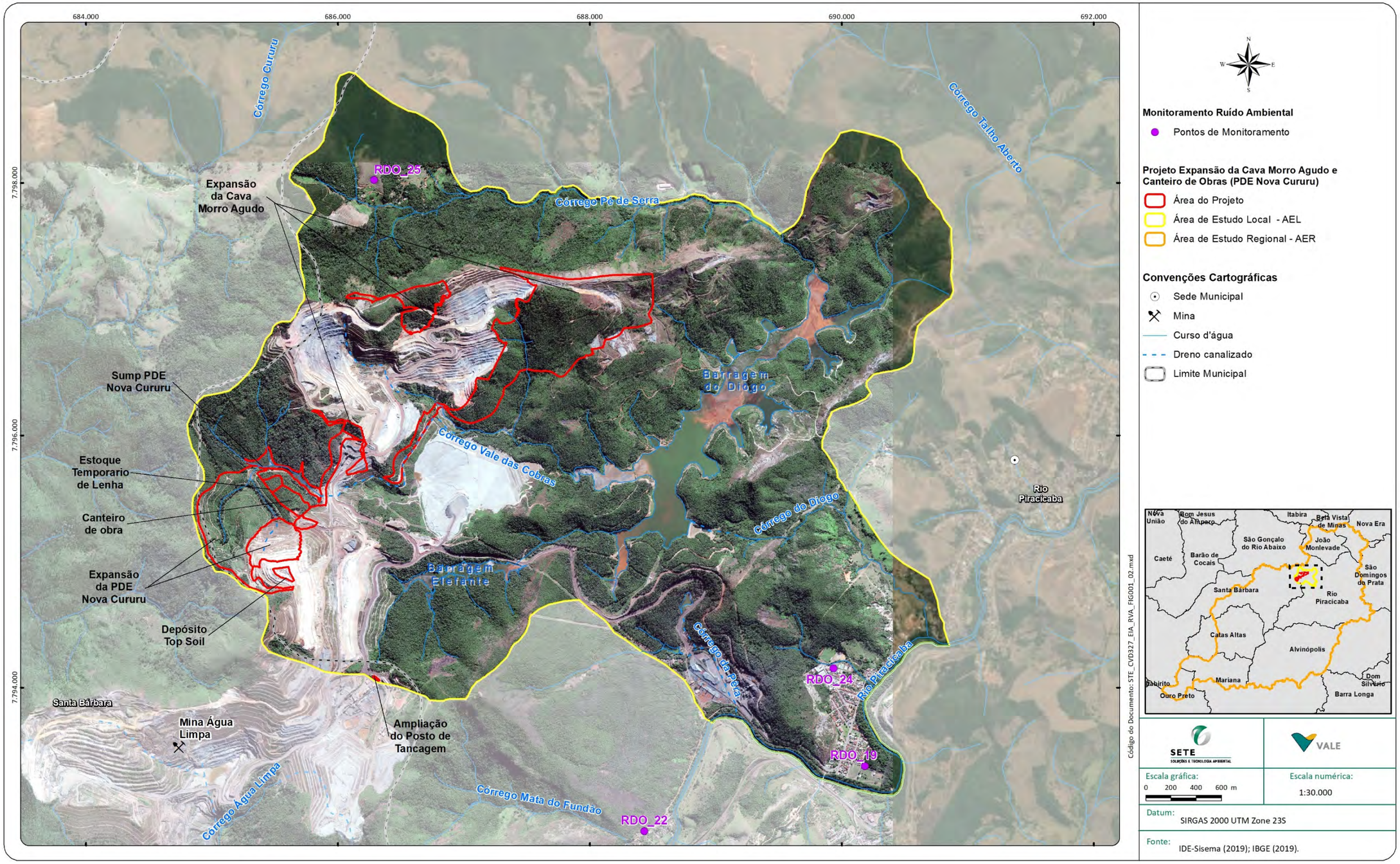
A rede amostral avaliada em âmbito da AEL foi determinada considerando-se a presença de comunidades no entorno e mais próximas ao Projeto em pauta, de modo a permitir a caracterização dos níveis sonoros vivenciados nessas comunidades, previamente às etapas de implantação e operação.

O *"Plano de Monitoramento de Ruído"* da Mina de Água Limpa contempla medições mensais diurnas e noturnas em três (03) pontos amostrais, caracterizados no Quadro 94 a seguir. A Figura 124 mostra a especialização dos pontos da rede de monitoramento de ruído na AEL e em seu entorno.

Quadro 94 Pontos de amostragem de ruído ambiental

Ponto	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Descrição	Ilustração
	X (mE)	Y (mN)		
RDO19	690183	7793374	Portaria da Mina Água Limpa, no bairro Louis Ensch	
RDO24	689933	7794151	Incubadora, no bairro Louis Ensch	
RDO25	686286	7798025	Comunidade Morro Agudo, na vertente norte da cava Morro Agudo	

Figura 124 Pontos de amostragem de ruído ambiental na área de estudo local do projeto e entorno (AER)



11.5.12.2 Requisitos Aplicáveis

A legislação vigente no âmbito federal sobre os níveis de ruído é a Resolução CONAMA nº 01/1990, que determina os valores máximos estipulados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, de acordo com critérios estabelecidos na norma técnica ABNT NBR 10.151:2019 – "Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando ao Conforto da Comunidade", para ruídos emitidos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas. Esta norma técnica foi atualizada em maio de 2019 e estabelece procedimentos técnicos para execução das medições de pressão sonora, bem como para sua avaliação.

A norma técnica ABNT NBR 10.151:2019 considera recomendáveis, para conforto acústico, os níveis máximos de ruído externo apresentados no Quadro 95 a seguir.

Quadro 95 Limites definidos pela Norma Técnica ABNT NBR 10.151:2019

Fonte: ABNT NBR nº10.151:2019.

Tipos de Área	RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Diurno (dB)	**Noturno (dB)**
Áreas de residências rurais	**40**	**35**
Áreas estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	**55**	**50**
Área mista, com vocação comercial e/ou administrativa	60	55
Área mista, com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Os limites de horário para os períodos diurno e noturno, indicados no quadro acima, podem ser definidos pelas autoridades, de acordo com os hábitos da população local. Porém, o período noturno deve iniciar após as 22 horas, não finalizando antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deverá ser anterior às 9 horas.

Conforme requerido pela norma ABNT-NBR 10.151:2019, a classificação do tipo de uso e ocupação do solo nos pontos receptores medidos deverá ser realizada por meio de observação local realizada durante as medições dos níveis de ruído. Todavia, esta classificação poderá não corresponder ao zoneamento oficial do município, tendo em vista alterações frequentes no uso e ocupação do solo, bem como alterações do tipo de uso e zoneamento local.

Cabe destacar que na referida norma técnica são estabelecidos como aceitáveis, os níveis de pressão sonora do som específico que não ultrapassem os respectivos valores apresentados no Quadro 95.

A nível estadual, para o estado de Minas Gerais, a Lei Estadual nº 10.100/1990 estabelece os níveis máximos de ruído ambiental admitidos e apresenta valores menos restritivos que aqueles determinados pela Resolução CONAMA nº 01/1990 (NBR ABNT 10151:2019). Segundo a legislação estadual, consideram-se prejudiciais à saúde, à segurança ou ao sossego público quaisquer ruídos que:

- Atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som superior a 10 dB(A), acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego;
- Independentemente do ruído de fundo, atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível sonoro superior a 70 dB (A), durante o dia, e 60 dB (A), durante a noite;
- Explicitado o horário noturno como aquele compreendido entre 22h e 6h, se outro não estiver estabelecido na legislação municipal pertinente.

Considerando o uso e ocupação do solo atribuído às áreas avaliadas no presente diagnóstico, nota-se que a legislação federal apresenta limites legais mais restritivos que a estadual (Quadro 96).

Quadro 96 Tipos de áreas consideradas para os pontos de amostragem de ruído ambiental

Abrangência	Ponto	Uso do Solo
Área de Estudo Local	RDO19	Área mista, predominantemente residencial
	RDO24	Área mista, predominantemente residencial
	RDO25	Área de residências rurais

11.5.12.3 Contextualização do Ruído Ambiental no entorno da AEL

Conforme já mencionado na introdução deste item, não cabe uma caracterização de ruído ambiental no âmbito regional. Assim é feita uma caracterização do ruído em área próxima, porém fora do limite da AEL, tendo em vista que o *"Plano de Monitoramento de Ruído"* da Vale na Mina Água Limpa tem em sua rede de monitoramento o ponto RDO22, localizado na igreja do bairro Santa Isabel (ou Fundão).

O ponto RD022 (coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000, Fuso 23, X (mE) 688.431; Y (mS) 7.792.860) está posicionado a montante da Mina Água Limpa, a cerca de 2 km da área de ampliação da tancagem do Posto e a aproximadamente 4 km das áreas de expansão da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu. A área deste ponto é caracterizada como mista, predominantemente residencial conforme norma técnica ABNT NBR 10.151:2019– "Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando ao Conforto da Comunidade".

Em consonância com os limites estabelecidos pela legislação federal, considerando o período amostral de junho/2018 a junho/2020, 84,6% dos resultados diurnos e 96% dos resultados noturnos, apresentados no ponto RDO22 (bairro Santa Isabel) estiveram em conformidade. As interferências sonoras na área de amostragem ocorreram em função da presença de fauna e do tráfego de veículos, principalmente no período diurno, pela estrada de acesso a este bairro e que também é utilizada para pela população local para acesso às propriedades rurais ou com destino ao distrito de Florália, no município de Santa Bárbara.

11.5.12.4 Resultados da Avaliação do Ruído Ambiental na AEL

Os resultados do monitoramento de ruído ambiental em pontos da rede amostral da Vale na Mina de Água Limpa são apresentados numericamente no **Anexo 12.3**. A Figura 125 apresentada adiante, mostra a representação gráfica dos resultados do monitoramento de ruído localizados na AEL.

Nota-se que, quando comparados aos limites legais previstos pela na legislação estadual (Lei nº 10.100/1990), todos os resultados permaneceram abaixo dos padrões estabelecidos para os períodos diurno e noturno, 70 e 60 dB (A), respectivamente.

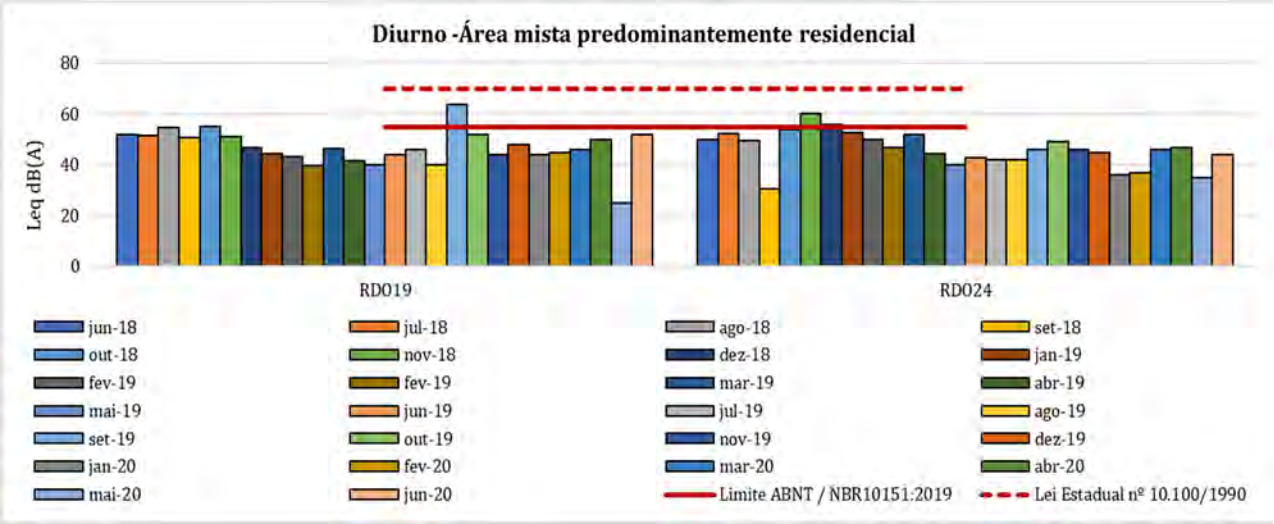
Em comparação aos limites definidos pela Resolução CONAMA nº 01/1990 e pela norma ABNT NBR 10.151:2019, foram observadas algumas desconformidades, em todos os pontos monitorados no período diurno, conforme descrito a seguir.

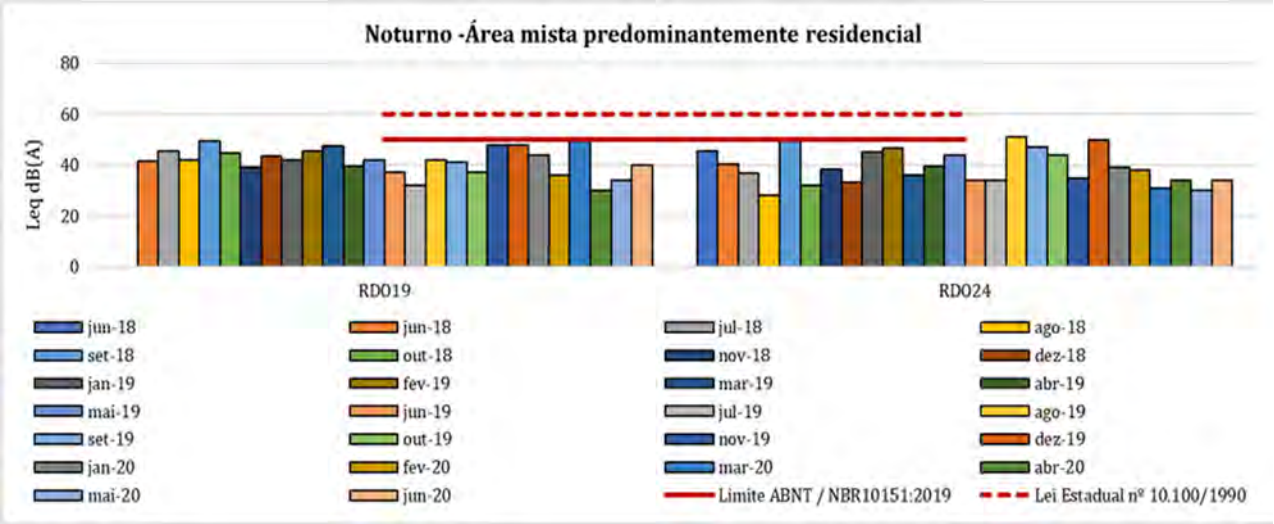
Os pontos RDO19 (portaria da Mina de Água Limpa) e RDO24 (bairro Louis Ensch) estão localizados em área mista predominantemente residencial e possui nível de critério de avaliação (NCA) diurno de 50 dB(A) e noturno de 50 dB(A) previstos na ABNT NBR 10.151:2019. No ponto RDO19 houve extrapolação quanto ao limite legal em setembro/2019 com nível de ruído diurno equivalente a 64 dB(A). Já no ponto RDO24, as desconformidades ocorreram em novembro/2018 e dezembro/2018 com nível de ruído diurno de 60,2 dB(A) e 56 dB(A), respectivamente. No monitoramento noturno ocorreu uma desconformidade com NCA no ponto RDO24, em agosto/2019 com nível de ruído igual a 51 dB(A).

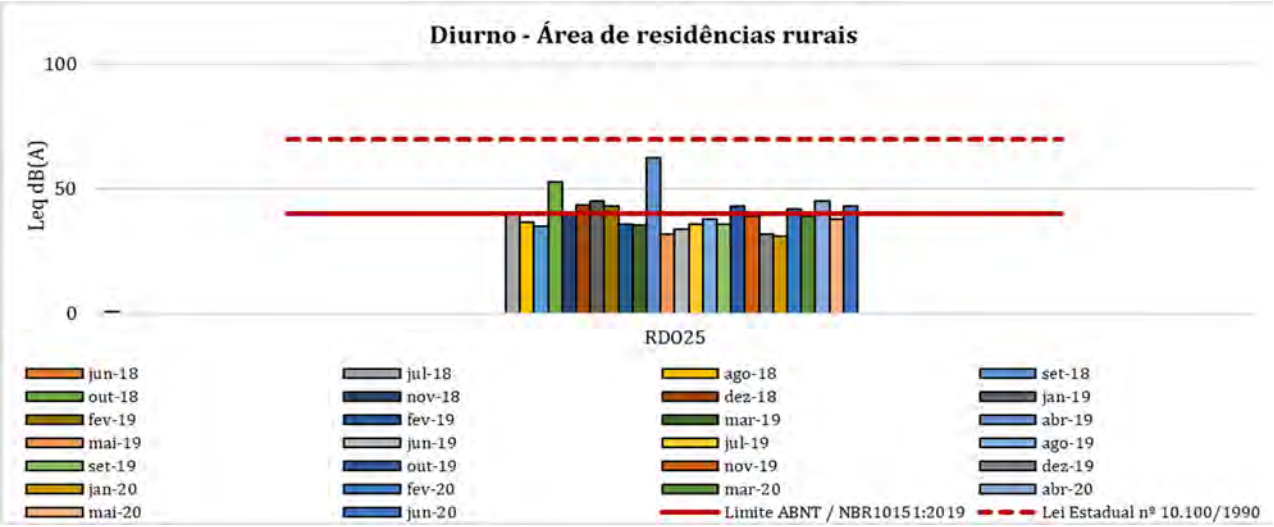
O ponto RDO25 (comunidade Morro Agudo, situada a norte da área da cava Morro Agudo) é o único inserido em área de residências rurais, tipologia de uso do solo para o qual a ABNT NBR 10.151 prevê níveis de critério de avaliação mais restritivos, equivalentes a 40 dB (A) no período diurno e 35 dB (A) no noturno. Neste ponto houve desconformidades quanto a estes níveis nos períodos diurno e noturno.

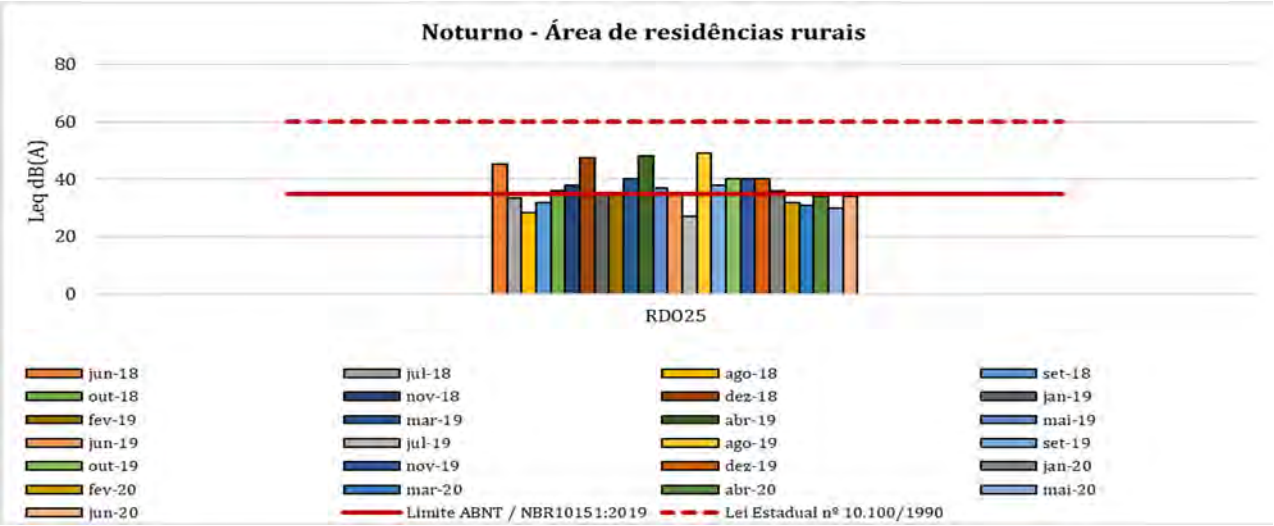
As extrapolações no período diurno ocorreram em outubro/2018 a fevereiro/2019, abril/2019, outubro/2019, fevereiro/2020, abril/2020 e junho/2020, sendo o nível de ruído mais elevado correspondente a 62,7 dB(A) em abril/2019. No período noturno as extrapolações foram em junho/2018, outubro a dezembro/2018, março a maio/2019, agosto/2019 a janeiro/2020, com pico em agosto/2019 com nível de ruído igual a 49 dB(A). Conforme registros da Vale, os resultados para os quais houve desatendimento ao limite legal decorreram de influências sonoras de fauna, tráfego de veículos e ruído ambiente.

Figura 125 Variação Espacial e Temporal do Monitoramento de Ruído Ambiental









11.5.12.5 Síntese Conclusiva

Diante do exposto, observa-se que a maior parcela dos resultados de ruído ambiental esteve em conformidade com o limite previsto na ABNT NBR 10151:2019, com desatendimentos pontuais nos pontos RDO19 (portaria da Mina Água Limpa) e RDO24 (bairro Louis Ensch). O ponto RDO25 (comunidade Morro Agudo), classificado como área de residências rurais e mais próximo à área operacional da Mina Água Limpa mais precisamente ao norte da cava Morro Agudo, apresentou mais resultados não conformes em relação à legislação se comparado ao bairro Louis Ensch, tendo em vista que os padrões legais neste ponto são mais restritivos (área de sítios e fazendas) que dos pontos situados no bairro Louis Ensch (área mista predominantemente residencial) em função da tipologia de uso e ocupação do solo. Na comunidade Morro Agudo, monitorada pelo ponto RDO25, houve desatendimento ao limite legal nos períodos diurno e noturno. No ponto RDO19 houve desvio no período diurno e não houve no período noturno; no ponto RDO24 foram verificadas desconformidades esporádicas. De forma geral as principais fontes sonoras apontadas como contribuintes para os desvios registrados foi o tráfego de veículos e a fauna local.

Cabe destacar que os pontos de monitoramento RDO19 (portaria) e RDO24 (incubadora), ambos localizados no bairro Louis Ensch, serão essenciais para o acompanhamento do nível de ruído durante a etapa de implantação do projeto em estudo, uma vez que o bairro faz parte da rota de acesso à Mina de Água Limpa, sendo destinada ao fluxo de veículos, caminhões e equipamentos durante essa etapa.

11.5.13 Vibração

11.5.13.1 Metodologia

Para vibração, da mesma forma que para ruído ambiental, não se aplica uma caracterização regional tendo em vista a inexistência de rede monitoramento por órgãos públicos e dados bibliográficos, assim como pelo fato de que alterações relacionadas a vibração deverão ocorrer no entorno da área da Mina de Água Limpa, decorrente de detonações nas frentes de lavra.

Cabe destacar que fora do limite da Área de Estudo Local (AEL) a Vale possui o ponto de monitoramento de vibração SIS36, situado no bairro Santa Isabel (Fundão), a aproximadamente 1 km dessa área. Este ponto está a cerca de 4 km das áreas destinadas à expansão da cava Morro Agudo do Projeto em estudo. No Quadro 97 apresenta-se a caracterização deste ponto de monitoramento situado na AER do Projeto.

Quadro 97 Pontos de monitoramento de vibração na Área de Estudo Regional

Ponto	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Descrição	Ilustração
	X (mE)	Y (mN)		
SIS036	688380	7792818	Igreja Fundão	

Para caracterização dos níveis de vibração dentro do limite estabelecido neste estudo no Área de Estudo Local (AEL) foram utilizados os dados mensais de três pontos de monitoramento do *"Programa de Monitoramento de Vibração"* da Mina Água Limpa, no período de dois anos, entre junho/2018 a junho/2020. O Quadro 98 apresenta a caracterização destes pontos de monitoramento.

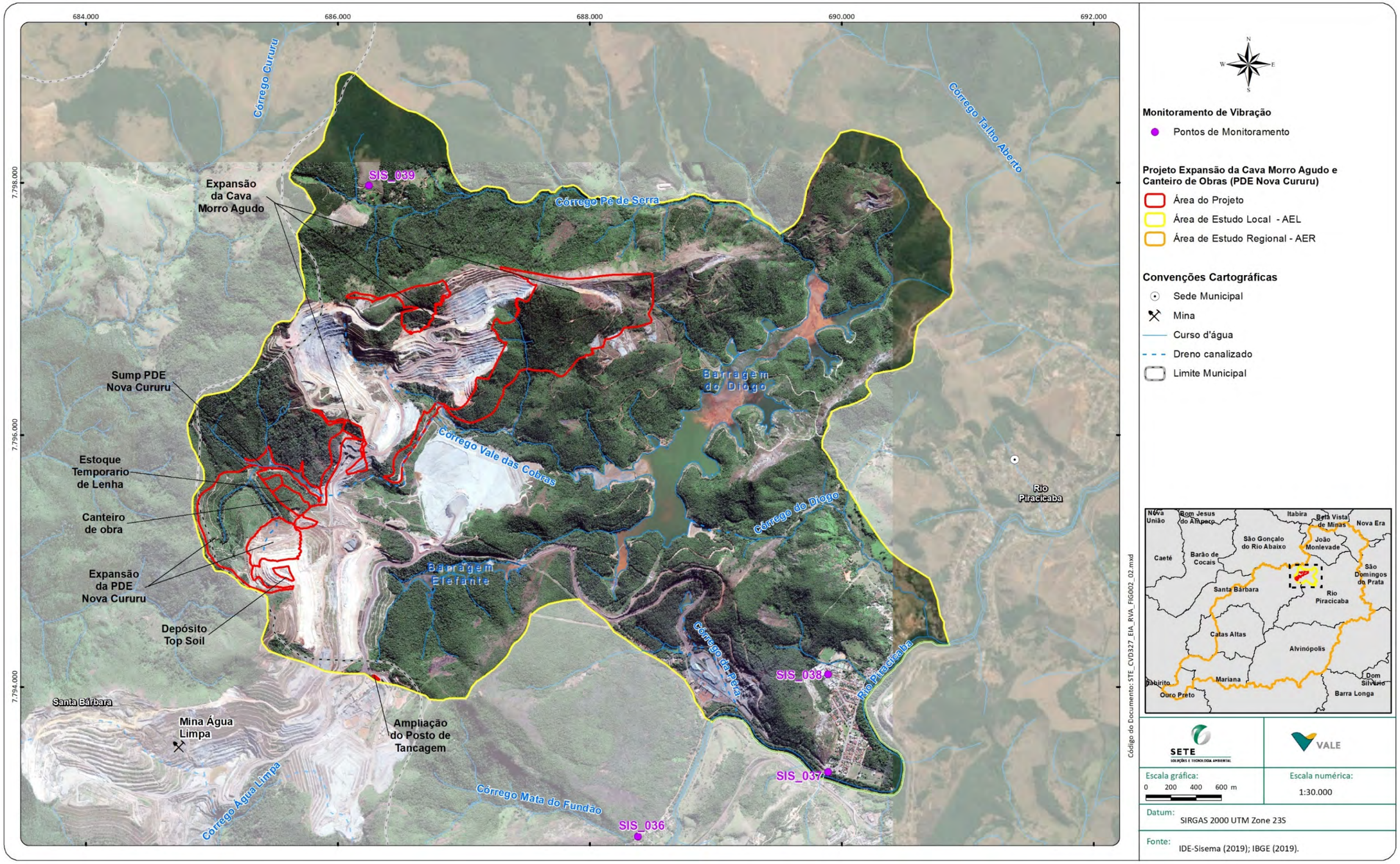
As medições foram executadas com a utilização de Sismógrafo, apto para registrar vibrações do terreno provocadas pelos desmonte de rocha por explosivos. Como resultados o sismógrafo mede a velocidade de partícula nas direções vertical (Z), longitudinal (Y) e horizontal (X). Quando o *tigger* é acionado, é medido também a frequência da partícula.

Quadro 98 Pontos de monitoramento de vibração na Área de Estudo Local

Ponto	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000 – Fuso 23S)		Descrição	Ilustração
	X (mE)	Y (mN)		
SIS037	689889	7793324	Portaria da Mina Água Limpa, bairro Louis Ensch	
SIS038	689890	7794097	Incubadora, no bairro Louis Ensch	
SIS039	686245	7797979	Comunidade Morro Agudo	

A Figura 126 apresenta a localização dos pontos de amostragem de vibração na área de estudo local do projeto.

Figura 126 Pontos de amostragem de vibração na Área de Estudo Local do Projeto e entorno (AER)



11.5.13.2 Legislação Aplicável

Atualmente não existem no Brasil normas elaboradas para a avaliação dos efeitos de vibração no solo, contínuas ou repetitivas, sobre as estruturas edificadas. A única norma sobre vibrações no terreno é a norma da ABNT NBR 9.653:2018, que trata das vibrações impulsivas ou de curta duração, como aquelas típicas de uma detonação. Essa legislação apresenta limites para a velocidade de vibração de partícula de pico, acima dos quais podem ocorrer danos estruturais às edificações, induzidos por vibrações do terreno. No Quadro 99 são apresentados os limites de vibração da partícula de pico estabelecidos na referida norma técnica.

Cabe ressaltar que a ABNT NBR 9.653:2018 define a Velocidade de Vibração de Partícula de Pico (VP) como o máximo valor instantâneo da velocidade de uma partícula em um ponto durante determinado intervalo de tempo. A normativa menciona que a VP é considerada como o maior valor dentre as componentes de velocidade de vibração de partícula.

Quadro 99 Limites de velocidade de vibração de partículas de pico por faixas de frequência

Fonte: ABNT NBR 9653:2018

Faixa de Frequência (Hz)	Limite de Vibração de Partícula de Pico – VP (mm/s)
4 a 15	Inicialmente em 15, aumenta até 20
15 a 40	Acima de 20, aumentando linearmente até 50
Acima de 40	50
Para valores de frequência abaixo de 4 Hz, deve ser utilizado como limite o critério de deslocamento de partícula de pico de no máximo 0,6 mm (de zero a pico)	

Além dos limites estabelecidos pela legislação nacional (NBR 9653:2018), de maneira complementar, os resultados obtidos pelo monitoramento realizado pela Vale S.A. serão avaliados também frente às normas internacionais.

Os critérios de avaliação de vibração propostos por Whiffin & Leonard para seres humanos e edificações são apresentados no Quadro 100. Cabe mencionar que a legislação internacional considera como velocidade de pico (VP) a componente vertical da vibração. No Quadro 101 são apresentadas algumas legislações internacionais usualmente utilizadas.

Quadro 100 Critérios de avaliação de vibração

Fonte: WHIFFIN; LEONARD, 1971.

Velocidade de Partícula de Pico (mm/s) [1]	Reação Humana	Efeitos sobre as Construções
0 – 0,15	Imperceptível pela população, não incomoda	Não causam danos de nenhum tipo
0,15 – 0,30	Limiar de percepção – possibilidade de incômodo	Não causam danos de nenhum tipo
2,0	Vibração perceptível	Vibrações máximas recomendadas a ruinas e monumentos antigos
2,5	Vibrações contínuas produzem incômodo na população	Virtualmente, não há risco de dano arquitetural às construções normais
5,0	Vibrações incomodativas	Limiar, no qual existe risco de dano às construções
10 - 15	Vibrações desagradáveis	Causam danos arquiteturais às residências

[1]: Os valores de velocidade de pico referem-se ao componente vertical da vibração.

Quadro 101 Limites definidos pelas legislações internacionais para vibração

Fonte: SEGMA, 2019.

Critérios	Classificação Subjetiva		
	Levemente Perceptível	Claramente Perceptível	Perturbadora
Reiher – Meister (1931)	0,030 a 0,90 mm/s	0,90 a 2,50 mm/s	>2,50 mm/s
DIN 4150 (1939)	0,45 a 0,80 mm/s	0,80 a 1,50 mm/s	>1,50 mm/s
Dieckaman (1955)	0,10 a 0,60 mm/s	1,0 a 3,0 mm/s	>3,0 mm/s
VDI 2057 (1963)	0,10 a 0,60 mm/s	1,0 a 3,0 mm/s	>3,0 mm/s
Richart (1970)	0,25 a 0,76 mm/s	0,76 a 2,54 mm/s	>2,54 mm/s
DIN 4150 (1970)	0,10 a 0,60 mm/s	0,90 a 1,20 mm/s	>2,0 mm/s
ISO/2631/DAD1 (1980)	0,10 a 0,60 mm/s	0,60 a 1,20 mm/s	>2,0 mm/s
ANSI/S3.29 (1983)	0,14 a 0,40 mm/s para as áreas residenciais		

11.5.13.3 Contextualização da vibração no entorno da Área de Estudo Local

A caracterização de vibração no entorno e fora dos limites estabelecidos neste estudo como área de estudo local (AEL) é feita com base no monitoramento do ponto SIS036 da Mina de Água Limpa.

As vibrações que influenciam o nível de vibração registrado pelo ponto de monitoramento são oriundas das detonações que ocorrem no complexo minerário da Mina de Água Limpa. Segundo critério da ABNT NBR 9653:2018 e conforme os resultados das medições realizadas entre junho/2018 e junho/2020, para a totalidade dos resultados apresentados, o nível de vibração provenientes na área não causa danos de nenhum tipo em construções e dentro da faixa considerada como "limiar de percepção" e "levemente perceptível" para reação humana, de acordo com os critérios de Whiffin & Leonard (1971) e com as legislações internacionais apresentadas no Quadro 101.

11.5.13.4 Avaliação de vibração na Área de Estudo Local

Os resultados de vibração obtidos pelo monitoramento da Vale são apresentados no **Anexo 12.4**.

Para o ponto SIS037 (portaria da Mina Água Limpa) a velocidade de pico vertical, na totalidade dos resultados ficaram abaixo de 0,50 mm/s, caracterizando-se dentro da faixa de reação humana como "limiar de percepção" e "levemente perceptível", conforme critérios de Whiffin & Leonard (1971) e levemente perceptível pelas outras legislações internacionais apresentadas no Quadro 101. Segundo critério da ABNT NBR 9653:2018 caracteriza-se como um nível de vibração que não causa danos de nenhum tipo em construções.

Os resultados para o ponto SIS038 (Incubadora no bairro Louis Ensch) também foram registradas velocidades de pico de <0,50 mm/s, com exceção de abril/2020 que apresentou velocidade de pico vertical com 1,411 mm/s e velocidade de pico longitudinal com 1,852 mm/s. De modo geral, as medições dos níveis de vibração variam entre "no limiar da percepção" e "levemente perceptível" segundo critérios de Whiffin & Leonard (1971) e as legislações internacionais apresentadas no Quadro 101. Segundo critério da ABNT NBR 9653:2018 caracteriza-se como um nível de vibração que não causa danos de nenhum tipo em construções.

O ponto SIS039 (comunidade Morro Agudo) foi o que apresentou maior variação nos resultados de velocidade, tendo sido o *tigger* acionado na maior parcela das campanhas. Este ponto está inserido em uma área mais próxima à Cava do Morro Agudo que está em operação. De modo geral os resultados do monitoramento neste ponto variam entre "perceptível" e "claramente perceptível" conforme os limites definidos por Whiffin & Leonard (1971) e as legislações internacionais apresentadas no Quadro 101. Segundo critério da ABNT NBR 9653:2018 caracteriza-se como um nível de vibração que não causa danos de nenhum tipo em construções.

11.6 Meio Biótico

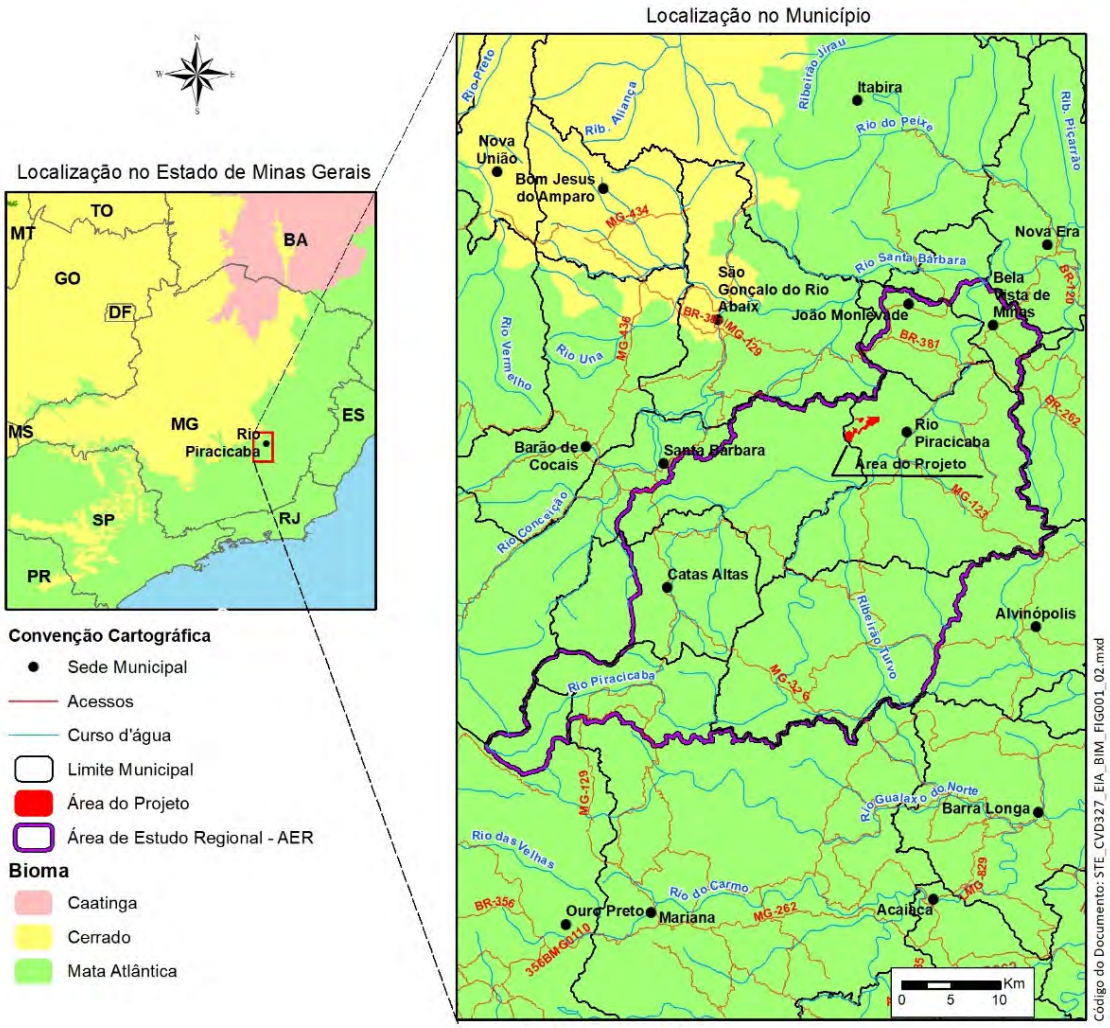
11.6.1 Flora

11.6.1.1 Caracterização da Área de Estudo Regional

A área do presente estudo está em sua totalidade inserida no Bioma Mata Atlântica de acordo com o Mapa da Área de Aplicação da Lei Federal Nº 11.428 de 2006 (IBGE, 2008) (Figura 127).

Em virtude de sua riqueza biológica e nível de ameaça, a Mata Atlântica foi apontada como um dos *hotspots* mundiais, ou seja, uma das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade a nível global (MYERS *et al*., 2000; MITTERMEIER *et al*., 2004). Devido à sua grande extensão territorial esse bioma apresenta grandes variações no relevo, nos regimes pluviométricos e nos mosaicos de unidades fitogeográficas, as quais contribuem para a grande biodiversidade encontrada nesse *hotspot* (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; SILVA & CASTELETI, 2003).

Figura 127 Localização da área do projeto em relação aos Biomas brasileiros



Fonte: IBGE (2017), IGA (2019)

A devastação da Mata Atlântica, hoje reduzida a cerca de 12,4% de sua extensão original, de acordo com dados apresentados no último balanço elaborado pela Fundação SOS Mata Atlântica, é reflexo da ocupação territorial e da exploração desordenada dos recursos naturais.

Os sucessivos impactos resultantes de diferentes ciclos de exploração, da concentração da população e dos maiores núcleos urbanos e industriais levaram a uma drástica redução na cobertura vegetal natural, que resultou em paisagens fortemente dominadas pelo homem (DEAN, 1996; CÂMARA, 2003; HIROTA, 2003; MITTERMEIER, *et al*. 2004). Apesar da perda expressiva de habitat, a Mata Atlântica ainda abriga uma parcela significativa da diversidade da flora do Brasil com altos níveis de endemismo. As estimativas indicam que o bioma possui aproximadamente 15.782 espécies de plantas e que aproximadamente 7.155 (45%) são endêmicas (STEHMANN, *et al.* 2009).

Inserida nesse contexto de degradação, encontra-se a região da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, principal afluente do rio Doce. Conforme já descrito, a Área de Estudo Regional (AER) abrange a porção oeste da bacia do rio Piracicaba, desde suas cabeceiras situadas em terrenos de altitudes elevadas (entre 1200 a mais de 2000 m) que formam as serras do Batatal e do Caraça, até a confluência com o rio Santa Bárbara, onde as altitudes são menos elevadas, entre 600 e 900 m, próximo às cidades de João Monlevade, Rio Piracicaba e Bela Vista de Minas.

Nesse sentido, o território da AER apresenta unidades de paisagens distintas, com diferenças nas formações litológicas, nos solos e na altimetria (relevo), que refletem na coexistência de diferentes unidades fitofisionômicas, assim como no avanço da antropização e nas alterações no uso e ocupação do solo.

Historicamente, a geodiversidade da AER direcionou os processos de uso e ocupação da terra, cujas marcas estão impressas desde o século XVII, condicionadas à busca de riquezas minerais. Auguste de Saint-Hilaire, botânico e naturalista francês que realizou pesquisas no Brasil Colônia entre os anos de 1816 e 1822 já relatava em seus diários alguns desses processos. Segundo o naturalista as terras na região do Alto Rio Doce, a essa época, já haviam sido cortadas e revolvidas a procura de ouro, restando "*tufos de matas ainda aqui ou acolá, principalmente nos outeiros; mas, por todos os lados só se veem terrenos cobertos de capim gordura"* (SAINT-HILAIRE, 1941). Além da alteração da paisagem natural devido as atividades auríferas, seja pela exploração direta ou pelo corte de madeira para construções ou lenha, extensas áreas florestais da região também sofreram corte raso para fins de agricultura, que devido as técnicas rudimentares não permitiam o cultivo por longos anos, sempre requerendo que novas áreas florestais fossem convertidas para o cultivo.

No século XX, o processo de industrialização na bacia do rio Piracicaba teve início no final da década de 30 com a chegada da ferrovia no município mineiro de Itabira, que, na década seguinte, passa a escoar, regularmente, o minério de ferro produzido neste município em direção ao porto de Vitória, no estado do Espírito Santo. Em função dos recursos naturais encontrados na região adjacente à Itabira, associado à existência de uma rede ferroviária possibilitando o escoamento do minério (Estrada de Ferro Vitória-Minas – EFVM), foram criadas condições favoráveis para implantação de um polo siderúrgico conhecido como "Vale do Aço". O primeiro polo siderúrgico foi instalado na cidade de João Monlevade em 1937, com a Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, situada às margens do rio Piracicaba; já em 1942, foi criada a Companhia Vale do Rio Doce, na cidade de Itabira. No ano de 1975 ocorreu a instalação de um outro segmento industrial, o da celulose (COELHO, 2009).

Ainda na década de 40, houve a introdução do eucalipto nas adjacências das indústrias, de forma a aliviar a pressão sobre os fragmentos de florestas naturais, praticamente inexistentes, atendendo a uma demanda cada vez mais crescente das siderurgias e da indústria produtora de celulose (COELHO, 2007).

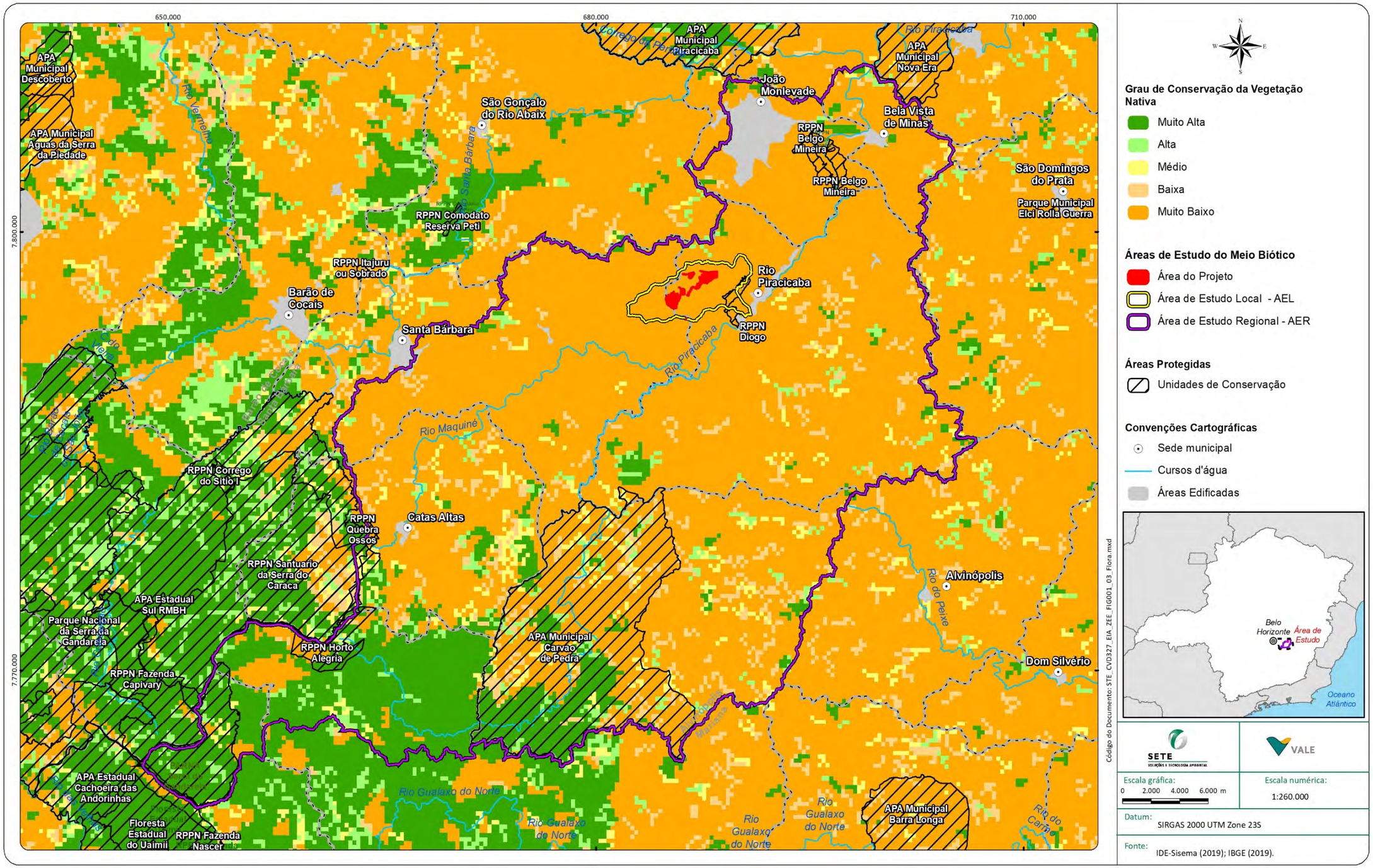
Em decorrência das variações naturais (formações litológicas, solos e relevo) e do histórico da ocupação supracitados, a Área de Estudo Regional pode ser subdividida basicamente em duas grandes porções: a porção sudoeste-sul-sudeste e a porção central-norte.

A porção sudoeste-sul-sudeste da AER (Figura 128) é caracterizada por altitudes mais elevadas, acima dos 900 metros, e pela presença de substratos formados por litologias mais resistentes ao intemperismo que ocorrem no maciço da serra do Caraça (quartzitos) e da serra do Batatal-Ouro Fino (quartzitos e itabiritos). Nesses trechos predominam os campos limpos e campos rupestres que, a depender da litologia, podem ser classificados como quartzíticos ou ferruginosos. De acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) esses ambientes são considerados refúgios vegetacionais, definidos como toda e qualquer vegetação diferenciada nos aspectos florísticos e fisionômico-ecológico da flora dominante na região fitoecológica. Verifica-se que nessa porção da AER também estão presentes remanescentes florestais mais extensos, principalmente nas encostas mais íngremes e em fundos de vale de difícil acesso e contínuos florestais.

Em função das condições edáficas e das características do relevo, essa sudoeste-sul-sudeste da AER apresenta maior grau de conservação da vegetação nativa, sendo esse classificado predominantemente como 'Muito Alto' conforme observado no mapeamento apresentado no Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (SCOLFORO *et al.*, 2008). Também estão concentradas as principais Unidades de Conservação observadas na AER, tais como: uma parcela do Parque Nacional da Serra do Gandarela; parcelas das RPPNs Serra do Caraça, Horto-Alegria e Quebra Ossos; e a APA Municipal Carvão de Pedra no município de Alvinópolis (Figura 128 , integralmente inserida neste território sudoeste-sul-sudeste da AER).

Já na porção central-norte da AER, onde localiza-se a Mina de Água Limpa e o Projeto em estudo, a cobertura vegetal era caraterizada, predominantemente, por extensas áreas de Floresta Estacional Semidecidual, em áreas com altitudes entre 600 e 900 metros, e pequenas áreas insulares cobertas por vegetação campestre, em altitudes acima dos 900 m. Em função do histórico de ocupação as florestas nativas foram sendo gradativamente substituídas por plantações de eucalipto, que atualmente dominam a paisagem, restando apenas pequenos e isolados fragmentos de vegetação nativa concentrados nas margens de cursos d'água e meias encostas de algumas vertentes serranas. Conforme observado no mapeamento do Zoneamento Ecológico-Econômico do estado de Minas Gerais (Figura 72 do item 11.2.1 – Inserção do projeto no ZEE do Estado de Minas Gerais no Volume I deste EIA), o grau de conservação da vegetação nativa nessa porção é classificado, predominantemente, como 'Muito Baixo'. Nessa porção também há pouca representativa de áreas protegidas no interior de Unidades de Conservação, representada pelas RPPNs do Diogo (Vale S/A) e Belgo-Mineira (Belgo-Acelor Brasil), como mostra a Figura 72 do item 11.1.3 – Unidades de Conservação no Volume I deste EIA.

Figura 128 Grau de conservação da vegetação nativa na Área de Estudo Regional do Projeto



11.6.1.2 Metodologia para a caracterização da Área de Estudo Local e Área do Projeto

Para a caracterização florística e fitossociológica das comunidades vegetais foram utilizados dados primários coletados na Área do Projeto (AP) e na Área de Estudo Local (AEL) definida para o Meio Biótico.

Os trabalhos de campo para a coleta de dados da flora na AEL e AP foram realizados nos períodos de 9 a 30 de setembro; 01 a 23 de outubro; e 04 a 06 de novembro de 2020. As atividades foram desenvolvidas por duas equipes, cada uma composta por um engenheiro florestal, um biólogo botânico e dois auxiliares campo.

A classificação das fitofisionomias baseou-se no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), com foco em aspectos fitogeográficos, fitofisionômicos e florísticos. A avaliação da estrutura e do grau de conservação dos ambientes florestais se baseou em parâmetros como estrutura vertical e horizontal, adensamento do dossel, tipo de manejo e evidências de usos antropogênicos como queimadas, corte seletivo e cultivo.

Para a classificação dos estágios sucessionais dos remanescentes florestais foram seguidos os parâmetros da Resolução CONAMA n° 392/2007, que define a vegetação primária e secundária de regeneração da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais e propõe os parâmetros básicos para a classificação dos estágios de regeneração da vegetação secundária. Para a classificação da vegetação campestre foram seguidos os parâmetros da Resolução CONAMA nº 423/2010.

11.6.1.2.1 Amostragem florística

Na Área de Estudo Local e na Área do Projeto foi realizada a amostragem qualitativa por meio do levantamento florístico nas diferentes classes de cobertura vegetal mapeadas.

Para além da amostragem no interior das parcelas alocadas para a amostragem fitossociológica foram realizadas caminhadas aleatórias para procura randômica, a fim de identificar o maior número possível de espécies.

Foram consideradas espécies vegetais de todos os estratos, incluindo pteridófitas, herbáceas, arbustivas e arbóreas.

Para a determinação da taxonomia das espécies não reconhecidas em campo, foram coletadas amostras preferencialmente férteis que, depois de prensadas e secas em estufa, foram identificadas com o auxílio de bibliografia especializada e consultas a plataforma *Species Link* do Centro de Referência de Informações Ambientais (disponível em: http://splink.cria.org.br/tools?criaLANG=pt).

Após os levantamentos de campo foi realizada a compilação dos dados, quando as espécies vegetais registradas foram organizadas em planilha. Nessa foram acrescidos dados referentes à família botânica, nome científico (de acordo com Lista de Espécies da Flora do Brasil -Jardim Botânico do Rio de Janeiro, **Flora do Brasil 2020**- disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> acessado em: dezembro de 2020), hábitat, hábito, e demais informações pertinentes. A verificação da identidade das espécies foi revista através do sítio http://plantminer.com/ (CARVALHO *et al*., 2010), sendo que a base para a averiguação é o da Flora do Brasil 2020. A classificação das fanerógamas seguiu o proposto pelo *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016).

11.6.1.2.1.1 Avaliação das espécies

Foram consideradas como espécies de maior interesse aquelas pouco frequentes, as raras, as endêmicas, as ameaçadas de extinção e imunes de corte, as quais foram enquadradas de acordo com os seguintes critérios:

- ***Espécies ameaçadas de extinção***: foram consideradas como ameaçadas de extinção as espécies listadas na Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014, que apresenta a "**Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção**". Também foram consultadas **listas não oficiais** tais como a do Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora (2019), que traz as atualizações constantes na Flora do Brasil 2020; a "Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais" (The IUCN Red List; Disponível em: http://www.iucnredlist.org/); e a "Lista Vermelha da Flora de Minas Gerais" (BIODIVERSITAS, 2007).
- ***Espécies pouco frequentes***: foram consideradas para tal classificação as espécies consideradas "raras", "muito raras", e "raríssimas" no Catálogo das Árvores Nativas de Minas Gerais (OLIVEIRA-FILHO, 2006);
- ***Espécies raras***: a possível ocorrência de espécies classificadas como raras também foi verificada por meio de consulta à publicação Plantas Raras do Brasil (GIULIETTI *et al*., 2009), onde uma determinada espécie é classificada como rara quando apresenta distribuição pontual, com registros até 150 Km entre si. Isso corresponde a uma área de ocorrência de até 10.000 km^2;
- ***Espécies endêmicas***: a avaliação dos endemismos, em macro-escala, considerou as espécies endêmicas do Brasil e da Mata Atlântica de acordo com o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), disponíveis em Flora do Brasil 2020. Em micro-escala considerou-se as espécies endêmicas do Quadrilátero Ferrífero, segundo Jacobi & Carmo (2012) e Carmo *et al.* (2018); e
- ***Espécies imunes ao corte***: foram consultadas as legislações e normas vigentes que prevêem algum tipo de restrição específica para as espécies da flora brasileira, tais como a Lei Estadual n° 20.308, de 27 de julho de 2012, que declara como de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte no Estado de Minas Gerais o pequi (*Caryocar brasiliense*) e as espécies de ipê-amarelo e pau-d`arco (gêneros *Tabebuia* e *Handroanthus*).

Também foi verificada a ocorrência de espécies exóticas invasoras. Para tal foi consultada a lista elaborada pelo Instituto Horus (disponível em <http://www.institutohorus.org.br>).

A classificação ecológica das espécies foi realizada para avaliar o perfil de estratégias ecológicas da comunidade, com a identificação em três sistemas de guildas: de regeneração, de ocupação do espaço e de dispersão.

As informações das espécies em relação à guilda de dispersão foram coletadas na literatura. A classificação seguiu a proposta de Van der Pijl (1982) que classifica a dispersão em biótica ou biótica.

Quanto às estratégias de regeneração e ocupação do espaço as espécies foram classificadas seguindo a metodologia descrita por Budowski (1965), Whitmore (1982), e Swaine & Whitmore (1988), com modificações sugeridas por Oliveira-Filho *et al.* (1994). Dessa maneira foram definidos os conceitos em relação à grupos ou guildas de atuação ecológica e funcional. Tais guildas foram nomeadas como o descrito no Quadro 102.

Quadro 102 Guildas e estratégias de ocupação e dispersão no espaço natural designado para as espécies vegetais.

Guilda biológica / Estratégia ecológica	Enquadramento	Abreviação
Grupo Ecológico (GE)	Pioneira	Pi
	Não Pioneira	NP
	Secundária Inicial	Si
	Secundária Tardia	St
Grupo Funcional (GF)	Preenchimento	Pre
	Diversidade	Di
Sem Grupo Definido	Sem Classificação	SC
Dispersão	Biótica	-
	Abiótica	-

O Grupo Ecológico classifica as plantas em pioneiras (ou oportunistas), secundárias e tardias (climáxicas). As Pioneiras (Pi) são as espécies que se estabelecem no ambiente na primeira etapa da sucessão ecológica. Podem ter características agressivas em relação à competição ou resistentes/resilientes em relação à sua fisiologia. As Secundárias são aquelas que constituem os estágios intermediários da sucessão vegetal, desenvolvendo-se depois do estabelecimento das espécies pioneiras. As secundárias iniciais (Si) têm crescimento rápido como as pioneiras, mas perduram no ambiente mais tempo que aquelas. Uma pioneira pode durar na sucessão e ter comportamento de secundária (P[Si]). As secundárias tardias e climáxicas são ainda posteriores e crescem mais lentamente (St e C, respectivamente).

O Grupo Funcional é o agrupamento de espécies que apresentam características semelhantes em relação à exploração do ambiente. Espécies de preenchimento são as que possuem rápido crescimento e boa cobertura de copa, proporcionando o rápido fechamento da área. Essas espécies em sua maioria são classificadas como pioneiras, mas algumas espécies secundárias também podem fazer parte desse grupo. Com o rápido recobrimento da área essas espécies criam um ambiente favorável ao desenvolvimento de espécies de diversidade (mais frequentemente, secundárias tardias e clímax) que por sua vez desfavorecem o desenvolvimento de espécies competidoras e agressivas como gramíneas e lianas, através do sombreamento da área em sucessão.

O enquadramento dos táxons em relação ao grupo ecológico ou funcional é complexo (KAGEYAMA & GANDARA, 2004) e no trabalho de revisão bibliográfica assumiu-se a classificação em que a espécie predominava de acordo com as fontes: Martins (2001), Silva *et al.,* (2003), Blum (2007), Nave (2005), NBL (2013), Scolforo *et al*., (2008) e Iema (2016).

11.6.1.2.2 Amostragem fitossociológica e inventário nos ambientes florestais

11.6.1.2.2.1 Definição do método de amostragem

O tamanho da área com cobertura florestal determinou que o inventário florestal fosse por amostragem. Os fragmentos de vegetação presentes e o tipo do empreendimento conferem à área do Projeto um formato irregular, o que indicou a distribuição casual das unidades amostrais. A existência de várias fitofisionomias de porte florestal definiu, enfim, a análise estratificada da cobertura vegetal. Por tanto, o método de seleção e distribuição das unidades de amostra na Área do Projeto foi casual estratificado.

Para a coleta de dados para a análise fitossocilógica e elaboração do inventário florestal nas áreas de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios de regeneração natural e nas áreas de plantio de eucalipto não manejado, foram adotadas unidades amostrais (parcelas) de área fixa, retangulares, com 300 m^2 (30 m x 10 m). Spurr (1952) *apud* Queiroz (1977) recomenda que o tamanho da unidade amostral seja suficientemente grande para conter um mínimo de 20 (vinte) a 30 (trinta) árvores e pequena para não necessitar de um tempo excessivo para a mensuração dos dados (IBGE, 2012).

Para a caracterização fitossociológica na Área de Estudo Local (AEL) foram também alocadas unidades amostrais de 300 m^2, distribuídas aleatoriamente nos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual mais preservados.

11.6.1.2.2.2 Estabelecimento das unidades amostrais

O caminho até o local da parcela foi feito mediante abertura de trilha na mata e, nos locais mais afastados dos acessos, foi utilizada fita de marcação fosforescente para indicar o trajeto.

No local de cada parcela foi colocada uma estaca de PVC de 1m de altura definindo seu início e, também, registrada a coordenada UTM, Datum SIRGAS 2000. Na primeira árvore mensurada, no ponto inicial da parcela, foi amarrada uma fita de marcação fosforescente e identificado o número da parcela utilizando uma placa de alumínio. Em seguida foi aberta a picada e esticada a trena em direção ao fim da parcela, onde foi colocada a estaca para definição do ponto final. Um barbante foi esticado entre as estacas com a finalidade de visualizar o eixo central da parcela. A largura de 10 m foi definida pela faixa de 5 m a cada lado do eixo. Essas distâncias foram verificadas com trena à *laser* com o objetivo de determinar a inclusão ou exclusão dos indivíduos arbóreos da referida unidade amostral.

11.6.1.2.2.3 Coleta dos dados na unidade amostral

No interior das unidades amostrais foram considerados todos os indivíduos arbóreos e arborescentes vivos e mortos (em pé) que apresentaram no tronco circunferência ≥ 15,7 cm, mensurada a 1,3 m de altura acima do solo (CAP). A medida da circunferência equivale ao diâmetro ≥ 5 cm (DAP). Esse critério de inclusão está indicado no item 6.2 do Termo de Referência para elaboração do Plano de Utilização Pretendida com Inventário Florestal – PUP, disponível no *website* do IEF e da SEMAD.

Para cada indivíduo foram registrados os seguintes dados: nome científico, circunferência, altura da base da copa (altura do fuste) e altura total.

Na abordagem das variáveis e parâmetros foram observados os conceitos descritos a seguir:

- Nome ou identificação da árvore: identificação taxonômica da espécie referente ao indivíduo localizado em campo a partir do prévio conhecimento do botânico. Para os espécimes não determinados em campo foi realizada a coleta do material botânico para confirmação da identificação;
- Circunferência (c): medida linear do contorno do tronco com casca realizada a uma altura de 1,3 m acima do solo. Definida como Circunferência à Altura do Peito (CAP);
- Altura total (h): distância linear ao longo do eixo principal da árvore, partindo do solo até o topo ou até ao ponto mais alto da árvore;
- Altura da base da copa (hcb) ou altura do fuste (hf): é definida como a longitude do tronco desde a sua base até o início da copa da árvore. Geralmente considera-se o início da copa o local em que ocorrem ramos vivos em pelo menos 3 dos quadrantes da copa.

Cada indivíduo mensurado foi marcado com uma placa de alumínio numerada. A placa foi pregada no tronco na direção do eixo central da unidade amostral, facilitando a sua visualização no caminhamento ao longo desse eixo.

As árvores com mais de um tronco, dentro do critério de inclusão, foram registradas individualmente (número do tronco, CAP, altura do fuste, altura da copa etc) afixando somente uma placa por indivíduo.

As árvores mortas de espécies nativas, quando não possível a identificação, foram registradas como *ni-mortas* (mortas não identificadas). As árvores mortas de eucalipto foram identificadas visando à correta aplicação da equação volumétrica.

Após o registro dos dados dos indivíduos foram feitas observações ao nível de parcela referentes à estratificação da vegetação e às características da serrapilheira. Adicionalmente foi registrada a presença de cipós e epífitas.

Fonte: SETE, 2020

Foto 55 Marcação da trilha de acesso à parcela com fita fosforescente.

Fonte: SETE, 2020

Foto 56 Instalação da estaca de PVC no início da parcela.

Fonte: SETE, 2020

Foto 57 Árvore no início da parcela com placas indicando o número da parcela e o número do indivíduo.

Fonte: SETE, 2020

Foto 58 Trena esticada medindo o comprimento da parcela.

Fonte: SETE, 2020

Foto 59 Marcação de árvore no início da parcela com fita fosforescente.

Fonte: SETE, 2020

Foto 60 Barbante indicando o eixo central da parcela.

Fonte: SETE, 2020

Foto 61 Registro das coordenadas na parcela.

Fonte: SETE, 2020

Foto 62 Verificação da inclusão ou exclusão dos indivíduos com auxílio de trena à *laser*.

Fonte: SETE, 2020

Foto 63 Mensuração das circunferências dos troncos.

Fonte: SETE, 2020

Foto 64 Placa sendo afixada na árvore.

Fonte: SETE, 2020

Foto 65 Registro do número do indivíduo na placa de alumínio.

Fonte: SETE, 2020

Foto 66 Uso do tablet para registro das informações.

11.6.1.2.2.4 Análise estrutural da vegetação

A fitossociologia é uma das ferramentas utilizadas para a caracterização da diversidade biológica em um determinado ecossistema. O estudo fitossociológico fornece informações sobre a estrutura da comunidade, além de possíveis afinidades entre espécies ou grupos de espécies, acrescentando dados quantitativos a respeito da estrutura da vegetação (SILVA *et al*., 2002).

Através da análise da estrutura pode-se verificar como as espécies estão distribuídas em todo o fragmento e, também, em seus diferentes estratos. A partir das variáveis de número de indivíduos, altura, circunferência, diâmetro e área seccional, foram calculados os índices para análise da estrutura horizontal (densidade, frequência, dominância, valor de cobertura e valor de importância) e para análise da estrutura vertical (posição sociológica e valor de importância ampliado).

No Quadro 103 são apresentadas as variáveis, definições e expressões de cálculo para as análises da estrutura da vegetação. As definições das variáveis foram extraídas de Scolforo & Mello (2006) e Cientec (2006).

Quadro 103 Simbologia e fórmulas utilizadas na análise estrutural da floresta

Legenda: * = Simbologia IUFRO; ** = Simbologia segundo critérios da IUFRO (Soares, 2008); Und. = Unidade de medida; cm = centímetro; m = metro; ha = hectare.

Variável	Und.	Definições	Simbologia / Expressão
*Circunferência	cm	Medida linear do contorno do tronco da árvore com casca realizada a uma altura de 1,3 m acima do nível do solo	c
*Altura	m	Longitude da árvore desde o nível do solo até o ápice da árvore (m)	h
*Diâmetro (d)	cm	Distância entre dois pontos do tronco da árvore que passa pelo centro do tronco; determinada a 1,3 m de altura acima do nível do solo. π = Constante proporcional numérica que estabelece uma relação entre o perímetro de uma circunferência e seu diâmetro	$d = {}^{c}/_{\pi}$
*Área seccional (g)	cm^2	Superfície da seção transversal do tronco da árvore a 1,3 m de altura acima do nível do solo.	$g = {}^{\pi . d^2}/_{40.000}$
*Área Basal (G)	m^2/ha	Somatória das áreas seccionais de todos os troncos do povoamento ou da i-ésima espécie por unidade de área	$G = \sum_{i=1}^{n} g_i$
Densidade Absoluta	n_i/ha	Indica o número total de indivíduos de uma determinada espécie por unidade de área ni = número de indivíduos da i-ésima espécie da amostragem; A = área total amostrada	$DA_i = {}^{n_i}/_{A}$
Densidade Relativa	%	Indica o número de indivíduos de uma determinada espécie em relação ao total de indivíduos de todas as espécies identificadas no levantamento. DT= densidade total (soma das densidades de todas as espécies amostrada)	$DR_i = \left({}^{DA_i}/_{DT}\right) * 100$
Dominância Absoluta	m^2/ha	Soma das áreas seccionais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie, por unidade de área.	$DoA_i = {}^{G_i}/_{A}$
Dominância Relativa	%	Indica a proporção da área basal de cada espécie em relação à área amostrada. DoT = dominância total (soma das dominâncias de todas as espécies)	$DoR_i = \left({}^{DoA_i}/_{DoT}\right) * 100$
Valor de Cobertura absoluto	-	Corresponde à soma dos valores de densidade e dominância relativos.	$VC_i = DR_i + DoR_i$
Valor de Cobertura relativo	%	Valor de Cobertura expressado em porcentagem	$VC_i(\%) = {}^{VC_i}/_{2}$

Variável	Und.	Definições	Simbologia / Expressão
Frequência Absoluta		Expressa a porcentagem de parcelas em que cada espécie ocorre. ui = Número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre; ut = Número total de unidades amostrais	$\boldsymbol{FA_i} = \left({}^{u_i}/_{u_t}\right) * 100$
Frequência Relativa	%	Ocorrência de determinada espécie nas parcelas amostradas em relação ao total das frequências absolutas de todas as espécies, expressado em porcentagem. p=número de espécies amostradas	$\boldsymbol{FR_i} = \left({}^{FA_i}/_{\sum_{i=1}^{P} FA_i}\right) * 100$
Valor de Importância absoluto	-	É a soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência.	$\boldsymbol{VI_i} = DR_i + DoR_i + FR_i$
Valor de Importância relativo	%	Valor de Importância expressado em porcentagem	$\boldsymbol{VI_i}(\%) = {}^{VI_i}/_{3}$
Posição Sociológica Relativa	%	Valor relativo da posição sociológica de uma espécie expressada em porcentagem.	$\boldsymbol{PSR_i} = \left(PSA_i / \sum_{i=1}^{s} PSA_i\right) * 100$
Índice de Valor de Importância Ampliado	%	Incorpora ao VI a análise da estrutura vertical, destacando a real importância fitossociológica da espécie dentro da comunidade.	$\boldsymbol{VIA_i} = VI_i + PSR_i$

11.6.1.2.2.5 Análise da amostragem

Relações volumétricas utilizadas

Todos os dados foram processados utilizando-se o software Mata Nativa 2 (CIENTEC, 2008) com o objetivo de gerar as informações necessárias para subsidiar as estimativas de acordo com o proposto por Mueller-Dombois & Ellenberg *apud* Sanquetta *et al.* (2009).

As variáveis altura e diâmetro foram analisadas de acordo com o proposto por Finol *apud* Sanquetta *et al.* (2009) e foi determinada a amplitude do intervalo de classe, através do cálculo de distribuição de frequência.

Método utilizado para cálculo de estimativas de volume (equação volumétrica)

Na geração das estimativas volumétricas para as espécies da Floresta Estacional Semidecidual foram utilizadas as equações desenvolvidas no "Inventário Florestal de Minas Gerais" para a Floresta Estacional Semidecidual na região do conjunto das Sub-Bacias Hidrográficas do rio Doce e do rio Itapemirim (SCOLFORO, *et al.* 2008), determinadas a partir de cubagem rigorosa e regressão volumétrica, utilizando o método de Huber. No caso das espécies exóticas (*Eucalyptus* sp.) foi utilizado o Quociente de forma 0,47 segundo (BATISTA, 2014). O fator de empilhamento utilizado para gerar as estimativas em metros estéreos foi consultado em Nota Orientativa das Atividades da Flora do roteiro de fiscalização da SEMAD disponível na sua página eletrônica http://www.meioambiente.mg.gov.br/fiscalizacao/roteiro-de-fiscalizacao.

As expressões utilizadas para a volumetria estão apresentadas no Quadro 104. A simbologia utilizada atende principalmente aos padrões e critérios aprovados formalmente desde 1965 pela União Internacional de Organizações de Pesquisa Florestal – IUFRO (International Union of Forestry Research Organizations), para as atividades de mensuração florestal.

Produtos florestais

O empreendedor pretende a comercialização do material lenhoso in natura (sem passar por processos de transformação) em dois tipos de produto florestal a serem obtidos denominados tora e lenha; definidos pela Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 2.248/2014 da seguinte forma:

- Tora: Parte de uma árvore, normalmente seções do tronco ou sua principal parte, de grande porte, em formato roliço e longo, normalmente não manuseável e destinada ao processamento industrial. Dimensões usuais: Menor diâmetro acima de 20 cm; Comprimento igual ou acima de 220 cm.
- Lenha: Porção de galhos, raízes e troncos de árvores e nós de madeira, normalmente utilizados na queima direta ou produção de carvão vegetal.

Na fase de inventário florestal, que ocorre durante o processo de solicitação da autorização de supressão florestal, e por tanto prévia à supressão florestal; as informações obtidas não permitem determinar o volume que será produzido por estes tipos de produtos florestais, com o grau de precisão que envolve a atividade de romaneio. Por tanto, este estudo estima o volume de tora para os indivíduos que em pé apresentam DAP≥30cm sendo a lenha composta pelo volume dos galhos, pelo volume dos indivíduos mortos e pelo volume dos indivíduos com DAP<30cm.

Quadro 104 Relações volumétricas utilizadas

Legenda: * = Simbologia IUFRO; U = Unidade de medida; cm = centímetro; m = metro; FES = Floresta Estacional Semidecidual; DO e IP = Conjunto de Sub-Bacias Hidrográficas do rio Doce e do rio Itapemirim que definem a região em que a equação de regressão para a Floresta Estacional Semidecidual pode ser utilizada.

Parâmetro	U	Definição	Expressão / Simbologia
*Volume total (V_b)	m^3	Equação de volume total com casca para a Floresta Estacional Semidecidual na região DO e IP (Scolforo, et al. 2008).	$Ln(V_b cc) = -9{,}77830707 + 2{,}1472609409 * Ln(d) + 0{,}7804098114 * Ln(h)$
	m^3	Equação do volume total para as espécies *Pinus* sp., e *Eucalyptus* sp.	$V_b = (c^2/(40000 * \pi)) * h * 0{,}47$
*Volume da Galhada (V_a)	m^3	Equação de volume total com casca para a Floresta Estacional Semidecidual na região DO e IP (Scolforo, et al. 2008).	$V_a cc = V_b cc - Vcc$
	m^3	Volume da galhada para pinos e eucaliptos (volume total - madeira do tronco)	$V_a = V_b - V$

Parâmetro	U	Definição	Expressão / Simbologia
*Volume da Madeira (V)	m^3	Equação de volume total com casca para a Floresta Estacional Semidecidual na região DO e IP (Scolforo, et al. 2008).	$Ln(Vcc) = -9{,}8815245325 + 1{,}690954869 * Ln(d) + 1{,}1822679332 * Ln(h)$
	m^3	Equação do volume da madeira para *Eucalyptus* sp.	$V = \left(\frac{c^2}{40000 * \pi}\right) * hcb * 0{,}47$
Volume em estéreo Vst	mst	Volume aparente de uma pilha de madeira de 1m^3, vinculada à lenha (galhada) e madeira de pequenas dimensões (Campos & Leite, 2009). Fator de empilhamento para FES (f_e = 1,5) Fator de empilhamento para eucalipto (f_e = 1,2)	$V_{st} = V * f_e$ $f_e(FES) = 1{,}5$ $f_e(eucalipto) = 1{,}2$
Média aritmética do diâmetro $\bar{d}$	cm	Média aritmética da variável diâmetro	$\bar{d} = \left(\sum_{i=1}^{n} d_i\right)/n$
Área seccional média $\bar{g}$	cm^2	Média aritmética da variável Área seccional	$\bar{g} = \left(\sum_{i=1}^{n} g_i\right)/n$
Média aritmética da altura $\bar{h}$	m	Média aritmética da variável altura	$\bar{h} = \left(\sum_{i=1}^{n} h_i\right)/n$

Análise dos dados estatísticos da amostragem

As expressões utilizadas para a análise da estatística estão apresentadas no Quadro 105.

Quadro 105 Expressões utilizadas na análise dos dados estatísticos de amostragem

Parâmetro: Definição	Expressão
Média por Estrato: Média aritmética do volume para cada estrato. n = Número de amostras; n_h = número de unidades amostradas no estrato h; X_{ih} = volume amostrado no estrato h.	$\bar{X}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} X_{ih}}{n}$
Média Estratificada: Média ponderada pelos L estratos do volume X_{ih}.	$\bar{X}_{st} = \frac{\sum_{h=1}^{L} n_h . \bar{X}_h}{n}$
Desvio Padrão por Estrato: Raiz da variância do volume. S_h^2 = variância do volume no estrato h	$S_h = \pm\sqrt{S_h^2}$
Variância por Estrato: Variância do volume x no estrato h	$S_h^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_{ih} - \bar{X}_h)^2}{n_h - 1}$
Variância Estratificada: Variância ponderada pelos L estratos da variável X_{ih}. W_h= Proporção do estrato h na população.	$S_{st}^2 = \sum_{h=1}^{L} W_h . S_h^2$

Parâmetro: Definição	Expressão
Variância da Média Estratificada (para população finita): f_h = fração amostral do estrato h.	$S^2_{\bar{X}(st)} = \sum_{h=1}^{L} W_h^2 . \frac{S_h^2}{n_h} . (1 - f_h)$
Erro Padrão da Média: Expressa a precisão da média amostral na forma linear e na mesma unidade de medida.	$S_{\bar{X}(st)} = \pm\sqrt[2]{S^2_{\bar{X}(st)}}$
Coeficiente de Variação por Estrato: Estima a variação relativa do volume em torno da sua média no estrato h	$CV\% = \frac{S_h}{\bar{X}_h} . 100$
Valor de t Tabelado: Valor tabelado de τ para um nível de significância determinado.	τ
Erro de Amostragem Absoluto.	$E_a = \pm\tau . S_{\bar{X}(st)}$
Erro de Amostragem Relativo.	$E_r = \pm\frac{\tau . S_{\bar{X}(st)}}{\bar{X}_{st}} . 100$
Intervalo de Confiança para a Média: Determina os limites inferior e superior, dentro do qual se espera encontrar, probabilisticamente, o valor paramétrico do volume. Este intervalo é baseado na distribuição (τ) de Student. μ = Média paramétrica ou verdadeira; P = probabilidade de ocorrência do intervalo.	$IC\left[\bar{X}_{st} - \tau . S_{\bar{X}(st)} \leq \mu \leq \bar{X}_{st} + \tau . S_{\bar{X}(st)}\right] = P$
Intervalo de Confiança para a Média por hectare: a = área da parcela em hectares	$IC = (\bar{X} \pm S_{\bar{X}} . \tau) . (1/a)$
Total da População por Estrato: Estimativa de produção para o total da população no estrato h. N_h = número potencial de unidades no estrato h.	$\hat{X}_h = N_h . \bar{X}_h$
Produção Total Estimada: Corresponde à estimativa de produção para a área total. N =número de amostras cabíveis na população.	$\hat{X} = N . \bar{X}(st)$
Intervalo de Confiança para o Total: No intervalo de confiança para o total, a média e o erro padrão são expandidos para toda a população, multiplicando-se por N. N =número de amostras cabíveis na população = A/a Onde, (A = área total da população; a = área da parcela.)	$IC\left[\hat{X} - N . \tau . S_{\bar{X}(st)} \leq \mu_T \leq \hat{X} + N . \tau . S_{\bar{X}(st)}\right] = P$
Estimativa Mínima de Confiança: Quantidade mínima de madeira que se espera encontrar, associada a um nível de probabilidade.	$EMC = \left[\bar{X}_{st} - \tau . S_{\bar{X}(st)}\right]$

11.6.1.2.3 Amostragem fitossociológica no Campo Rupestre Ferruginoso

A fitossociologia de área campestre utiliza parâmetros aplicados para entender processos ecológicos, servindo de base para a compreensão da assembleia de populações. Essa abordagem apresenta resultados sobre a comunidade atual, baseados na composição florística e em suas flutuações de abundância e cobertura do solo.

Para tal caracterização foi utilizado o método de Braun-Blanquet, sendo a análise fitossociológica baseada nos parâmetros de cobertura, frequência e abundância por espécie. As fórmulas utilizadas são apresentadas no Quadro 106.

Quadro 106 Fórmulas utilizadas na análise estrutural do Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto

Parâmetro	Fórmula
Densidade Absoluta	DeA=ni x A
Densidade Relativa	DeR =(ni/N) x 100
Dominância Absoluta	DoA = CBi
Dominância Relativa	DoR = (DoAi/∑ DoA) x 100
Freqüência Absoluta	FAi = (Pi / Pt) x 100
Freqüência Relativa	FRi= (FAi / ∑FA) x 100
Índica de Valor de Cobertura	IVC% = (FR + DoR)/2
Índica de Valor de Importância	IVI% = (DeR +FR + DoR)/3

Onde:

- ni = número total de indivíduos do táxon encontrados na área amostral;
- N = total de indivíduos do componente amostrado;
- A = área da unidade amostral (em metros, centímetros quadrados ou ha);
- Pi = parcela com ocorrência da espécie *i*;
- Pt = número total de parcelas; e
- CBi = cobertura da espécie i (em metros, centímetros quadrados ou ha).

Para amostragem quantitativa realizou-se o lançamento de parcelas em uma alocação semi-sistematizada, seguindo as recomendações de Brena & Péllico Netto (1997), Felfili & Silva Júnior (1988; 1992; 2001).

As áreas de vegetação campestre nativa foram amostradas através unidades amostrais de 1m² (1x1m), delineadas em campo com uma armação fixa de PVC, e demarcadas no ponto de coleta de dados por uma fita colorida.

As plantas foram identificadas e foi quantificada a área ocupada por cada uma em porcentagem, assim como foi estimado o número de indivíduos de cada espécie, quando possível. As espécies de hábito rizomatoso ou estolonífero foram caracterizadas como "indiferenciada" e a soma de sua cobertura foi estabelecida como de abundância de um (abundância = 1 indivíduo).

Foto 67 Locação da parcela de 1 x 1m sobre o Campo Rupestre Ferruginoso.

Fonte: SETE, 2020

Foto 68 Locação de parcela através de armação de PVC.

Foto 69 Estabelecimento de parcela sobre Campo Rupestre Ferruginoso

Fonte: SETE, 2020

Foto 70 Fita colorida demarcando a localização da parcela em campo.

11.6.1.2.4 Riqueza e diversidade

O índice de diversidade utilizado nesse estudo aborda os conceitos de riqueza que está relacionado com o número de espécies presentes; e uniformidade que se refere ao grau de dominância de cada espécie.

O Quadro 107 apresenta e descreve o índice de diversidade o Shannon, utilizado no presente estudo. O Índice de diversidade de Shannon considera igual o peso entre as espécies raras e abundantes. Quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade florística da população em estudo.

Quadro 107 Análise da Diversidade - Fórmula utilizada

Índice	Definição	Expressão
Índice de diversidade de Shannon	Índice de quantificação da riqueza e uniformidade da diversidade. Quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade florística da população. N = número total de indivíduos amostrados; ni = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie; S = número de espécies amostradas; ln = logaritmo de base neperiana (e)	$\boldsymbol{H' = \frac{N.\,ln(N) - \sum_{i=1}^{s} n\,.\,ln(n_i)}{N}}$

Para ilustrar o esforço amostral foi elaborada uma curva de rarefação baseada em amostras para a comunidade arbórea.

Análise de dados

O processamento básico se deu através do programa Microsoft Office Excel versão 2010. Para as demais análises foi utilizado o programa estatístico R (*R core team*, 2014) com os pacotes *Vegan* (OKSANEN *et al.,* 2013), *Labdsv* (ROBERTS, 2013), *spdep* (BIVAND, 2003) e o pacote acessório *ggplot2* (WICKHAM, 2009). As análises foram feitas com base em Legendre & Legendre (2012) e Boccard *et. al* (2011).

Inicialmente foi feita a separação dos ambientes através das espécies, medindo a associação entre as áreas por índice de similaridade de Sørensen (SØRENSEN, 1948). Foi também medida a associação entre as parcelas e ambientes por meio de análise multivariada (Cluster, NMDS). Os dados de entrada foram as espécies por unidade de amostragem (parcelas), considerando dados binários: presença/ausência.

Em relação à estrutura da comunidade vegetal foi realizada a ordenação das abundâncias relativas das espécies seguindo modelos ecológicos de distribuição de espécies (DAEs). Universalmente sistemas biológicos predizem poucas espécies como abundantes, algumas moderadamente comuns e o restante, a maioria, raras (MAGURRAN, 2010), sendo à dominância numérica de poucas espécies uma das leis gerais da ecologia (MC GILL *et al.,* 2007). Isso significa que uma espécie, tomada ao acaso em uma comunidade, tem uma chance muito alta de ser pouco abundante e uma chance pequena de ser muito abundante. A distribuição da abundância das espécies em cada fitofisionomia foi testada para vários modelos teórico-aplicados para a biologia, a saber: modelo nulo, série geométrica de Motomura, Lognormal, Zipf e Mandelbrot, cada uma delas sendo elencados pelo menor AIC (Akaike'sInformationCriterion).

11.6.1.2.5 Intensidade e distribuição amostral

Dados os tamanhos de área das classes de cobertura vegetal de porte florestal a serem inventariados; o tamanho da unidade amostral determinado; assim como a experiência em outros levantamentos, foram definidas as intensidades amostrais exploratórias para cada uma das fitofisionomias florestais mapeadas na Área do Projeto. Assim para as fisionomias de Floresta Estacional Semidecidual a intensidade amostral exploratória foi definida em 2,5% e para os plantios de eucalipto não manejados em 2%.

Após a distribuição das amostras nos fragmentos florestais a intensidade foi redefinida em função da precisão requerida, dada pelo erro admissível de 10% em torno da média ao nível de 90% de probabilidade (em atendimento ao termo de referência para elaboração do Plano de Utilização Pretendida com Inventário com Inventário Florestal – PUP, disponível no website do IEF e da SEMAD) e utilizando-se a variável de volume total com casca.

Nos ambientes de porte florestal foram alocadas 83 unidades amostrais, sendo 20 em trechos de Floresta Estacional Semidecidual localizados na Área de Estudo Local (AEL), 29 em trechos de Floresta Estacional Semidecidual localizados na Área do Projeto (AP) e 34 unidades alocadas nos plantios de eucalipto não manejados no interior da Área do Projeto.

A fitofisionomia, o local e as coordenadas geográficas dos pontos incial e final de cada parcela são apresentados no Quadro 108. Na Figura 129 é apresentado o mapa de distribuição das unidades amostrais alocadas nas formações de porte florestal.

Para o Campo Rupestre Ferruginoso, representado por apenas 0,48 ha na Área do Projeto, foram alocadas 17 unidades amostrais de 1m^2 (1x1m). As coordenadas geográficas das parcelas são apresentadas no Quadro 109. Na Figura 130 é apresentado o mapa de distribuição das unidades amostrais alocadas no Campo Rupestre Ferruginoso.

Quadro 108Coordenadas geográficas das parcelas alocadas para a amostragem fitossociológica da vegetação florestal na área do Projeto

Legenda: Nº da parcela = refere-se ao número inserido na placa de identificação da parcela em campo; AP= Área do Projeto; AEL= Área de Estudo Local; FESi = Floresta Estacional Semidecidual em estágio nicial de regeneração; FESm = Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração; FESm/a = Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração; REF-Cururu = Plantio de eucalipto não manejado na área da PDE Cururu; e REF M. Agudo = Plantio de eucalipto não manejado na área da expansão da cava de Morro Agudo Cururu.

Nº da Parcela	Fitofisionomia	Local	Coordenadas UTM/SIRGAS 2000 - Fuso 23K			
			Início		Final	
			X (mE)	Y (mN)	X (mE)	Y (mE)
1	FESm/a	AP	685.113,35	7.795.150,91	685.108,24	7.795.182,96
2	FESm/a	AP	685.079,66	7.795.361,95	685.070,29	7.795.387,07
3	FESm/a	AP	685.195,46	7.795.560,79	685.220,09	7.795.582,90
4	FESm/a	AP	685.297,33	7.795.619,61	685.323,59	7.795.608,49
5	FESm/a	AP	685.435,82	7.795.497,48	685.409,70	7.795.513,36
6	FESm/a	AP	685.465,61	7.795.452,99	685.483,60	7.795.441,95
7	FESm/a	AP	685.102,25	7.795.479,40	685.101,65	7.795.501,66
8	FESm	AP	686.185,90	7.795.970,93	686.168,31	7.795.991,05
9	FESm	AP	687.451,47	7.796.883,72	687.425,90	7.796.882,11
10	FESm	AP	687.486,49	7.796.750,38	687.516,97	7.796.740,98
11	FESm	AP	687.465,23	7.796.543,24	687.444,06	7.796.522,32
12	FESm	AP	685.939,41	7.795.791,75	685.971,14	7.795.802,04
13	FESm	AP	686.608,58	7.796.977,04	686.584,15	7.796.963,46
14	FESm	AP	686.721,66	7.796.916,61	686.692,70	7.796.921,13
15	FESm	AP	686.649,29	7.797.093,30	686.678,10	7.797.084,58
16	FESm	AP	686.757,19	7.797.107,21	686.765,02	7.797.084,99
17	FESm	AP	686.737,07	7.797.046,42	686.607,00	7.797.016,00
18	FESm	AP	686.594,52	7.797.043,51	686.620,98	7.797.039,91
19	FESm	AP	685.869,21	7.795.628,53	685.894,24	7.795.629,70
20	FESi	AP	686.086,47	7.796.054,13	686.076,43	7.796.025,90
21	FESm	AP	686.544,81	7.796.956,68	686.529,71	7.796.945,33
22	FESm	AP	686.540,97	7.796.910,44	686.513,95	7.796.910,51
23	FESm	AP	686.459,63	7.795.756,90	686.467,47	7.795.725,82
24	REF-M.Agudo	AP	686.532,87	7.795.870,16	686.553,33	7.795.894,08
26	FESi	AP	687.324,94	7.796.805,17	687.358,48	7.796.817,09
27	FESi	AP	687.384,40	7.796.770,29	687.409,81	7.796.776,55
28	FESi	AP	687.422,06	7.796.688,74	687.446,66	7.796.707,52
29	FESi	AP	687.440,16	7.796.617,80	687.416,61	7.796.599,67

Nº da Parcela	Fitofisionomia	Local	Coordenadas UTM/SIRGAS 2000 - Fuso 23K			
			Início		Final	
			X (mE)	Y (mN)	X (mE)	Y (mE)
30	FESi	AP	687.359,20	7.796.567,29	687.387,88	7.796.586,14
31	REF-Cururu	AP	685.452,80	7.795.677,98	685.429,08	7.795.662,51
32	REF-Cururu	AP	685.487,84	7.795.604,87	685.506,66	7.795.622,61
33	REF-Cururu	AP	685.578,29	7.795.643,89	685.601,17	7.795.629,36
34	REF-Cururu	AP	685.537,49	7.795.528,18	685.536,27	7.795.501,84
35	REF-Cururu	AP	685.651,42	7.795.569,05	685.668,76	7.795.544,62
36	REF-Cururu	AP	685.567,71	7.795.454,24	685.599,58	7.795.448,59
37	REF-Cururu	AP	685.684,24	7.795.483,90	685.693,47	7.795.456,01
38	FESm	AP	686.953,64	7.796.141,81	686.932,98	7.796.158,53
39	REF-M.Agudo	AP	687.025,61	7.796.184,67	687.053,57	7.796.184,59
40	REF-M.Agudo	AP	687.042,12	7.796.141,65	687.015,80	7.796.138,27
41	REF-M.Agudo	AP	687.134,82	7.796.253,81	687.108,88	7.796.246,45
42	REF-M.Agudo	AP	687.153,04	7.796.184,53	687.172,42	7.796.205,47
43	REF-M.Agudo	AP	687.190,76	7.796.334,81	687.180,67	7.796.370,79
44	REF-M.Agudo	AP	687.240,23	7.796.270,51	687.240,71	7.796.246,48
45	REF-M.Agudo	AP	687.358,10	7.796.454,15	687.390,83	7.796.459,78
46	REF-M.Agudo	AP	687.563,84	7.797.061,77	687.581,96	7.797.042,98
47	REF-M.Agudo	AP	687.729,12	7.797.085,80	687.708,87	7.797.061,55
48	REF-M.Agudo	AP	687.813,41	7.797.016,15	687.810,40	7.797.048,07
50	REF-M.Agudo	AP	687.711,31	7.796.976,94	687.683,25	7.796.976,69
51	REF-M.Agudo	AP	687.865,54	7.796.956,25	687.848,46	7.796.974,70
52	REF-M.Agudo	AP	688.085,01	7.796.876,30	688.078,82	7.796.895,30
54	REF-M.Agudo	AP	687.578,27	7.796.873,18	687.549,06	7.796.893,75
55	REF-M.Agudo	AP	687.725,80	7.796.832,86	687.703,41	7.796.844,28
56	REF-M.Agudo	AP	687.861,37	7.796.819,68	687.836,73	7.796.797,69
57	REF-M.Agudo	AP	687.978,16	7.796.774,92	688.003,41	7.796.785,50
58	REF-M.Agudo	AP	688.203,71	7.796.891,53	688.216,86	7.796.907,11
59	REF-M.Agudo	AP	687.633,99	7.796.737,18	687.656,29	7.796.756,43
60	REF-M.Agudo	AP	687.729,46	7.796.774,03	687.701,61	7.796.784,07
61	REF-M.Agudo	AP	687.637,07	7.796.652,57	687.608,92	7.796.654,64
62	REF-M.Agudo	AP	687.747,60	7.796.677,52	687.775,76	7.796.677,55
63	REF-M.Agudo	AP	687.838,25	7.796.665,59	687.859,42	7.796.647,54
64	REF-M.Agudo	AP	687.608,29	7.796.575,82	687.575,09	7.796.574,73

Nº da Parcela	Fitofisionomia	Local	Coordenadas UTM/SIRGAS 2000 - Fuso 23K			
			Início		Final	
			X (mE)	Y (mN)	X (mE)	Y (mE)
65	REF-M.Agudo	AP	687.708,57	7.796.563,01	687.691,44	7.796.586,00
67	REF-M.Agudo	AP	687.567,63	7.796.543,15	687.583,72	7.796.510,54
1	FESm	AEL	684.958,02	7.796.071,24	684.972,46	7.796.040,20
2	FESm	AEL	685.044,07	7.796.010,21	685.036,11	7.796.029,89
3	FESm	AEL	685.177,68	7.795.870,75	685.174,27	7.795.895,36
4	FESm	AEL	685.088,04	7.795.930,04	685.118,72	7.795.910,01
5	FESm	AEL	685.466,23	7.796.237,16	685.462,42	7.796.263,22
6	FESm	AEL	685.526,75	7.796.107,76	685.539,72	7.796.136,41
7	FESm	AEL	685.618,96	7.795.985,45	685.638,84	7.796.004,17
8	FESm	AEL	685.625,47	7.795.885,85	685.641,75	7.795.872,72
9	FESm	AEL	685.651,22	7.795.797,78	685.619,16	7.795.795,46
10	FESm	AEL	687.248,18	7.795.994,31	687.218,86	7.795.993,63
11	FESm	AEL	687.392,81	7.794.748,68	687.369,82	7.794.732,99
12	FESm	AEL	687.657,69	7.795.768,08	687.690,24	7.795.766,85
13	FESm	AEL	687.960,49	7.795.668,97	687.986,67	7.795.659,83
14	FESm	AEL	687.059,09	7.795.108,51	687.029,38	7.795.111,60
15	FESm	AEL	687.271,92	7.795.125,62	687.248,17	7.795.118,02
16	FESm	AEL	687.456,90	7.795.290,50	687.465,79	7.795.318,41
17	FESm	AEL	686.924,28	7.794.502,46	686.930,19	7.794.526,76
18	FESm	AEL	686.430,90	7.794.212,21	686.415,17	7.794.238,95
19	FESm	AEL	687.774,15	7.795.319,22	687.760,54	7.795.300,54
20	FESm	AEL	688.026,61	7.795.291,94	688.050,37	7.795.301,10

Quadro 109 Localização das unidades amostrais alocadas para a amostragem fitossociológica no Campo Rupestre Ferruginoso localizado na Área do Projeto

Parcela	Coordenadas UTM/SIRGAS 2000 - Fuso 23K		Altitude (m)
	X (mE)	Y (mN)	
P01	686486.031	7795787.623	826.160
P02	686464.709	7795801.135	841.491
P03	686482.663	7795805.816	834.060
P04	686500.831	7795791.120	820.662
P05	686500.310	7795801.200	822.756
P06	686471.490	7795818.556	837.055
P07	686509.955	7795812.280	821.381
P08	686506.640	7795825.490	825.036
P09	686496.181	7795836.451	833.950
P10	686486.183	7795772.343	825.702
P11	686471.069	7795778.814	833.311
P12	686460.122	7795793.102	839.373
P13	686510.466	7795801.203	814.184
P14	686521.369	7795822.234	812.007
P15	686486.494	7795821.497	834.679
P16	686499.454	7795779.731	814.861
P17	686475.816	7795792.050	831.494

Figura 129 Mapa de localização das parcelas alocadas para a amostragem fitossociológica da vegetação de porte florestal nas Áreas de Estudo Local e do Projeto

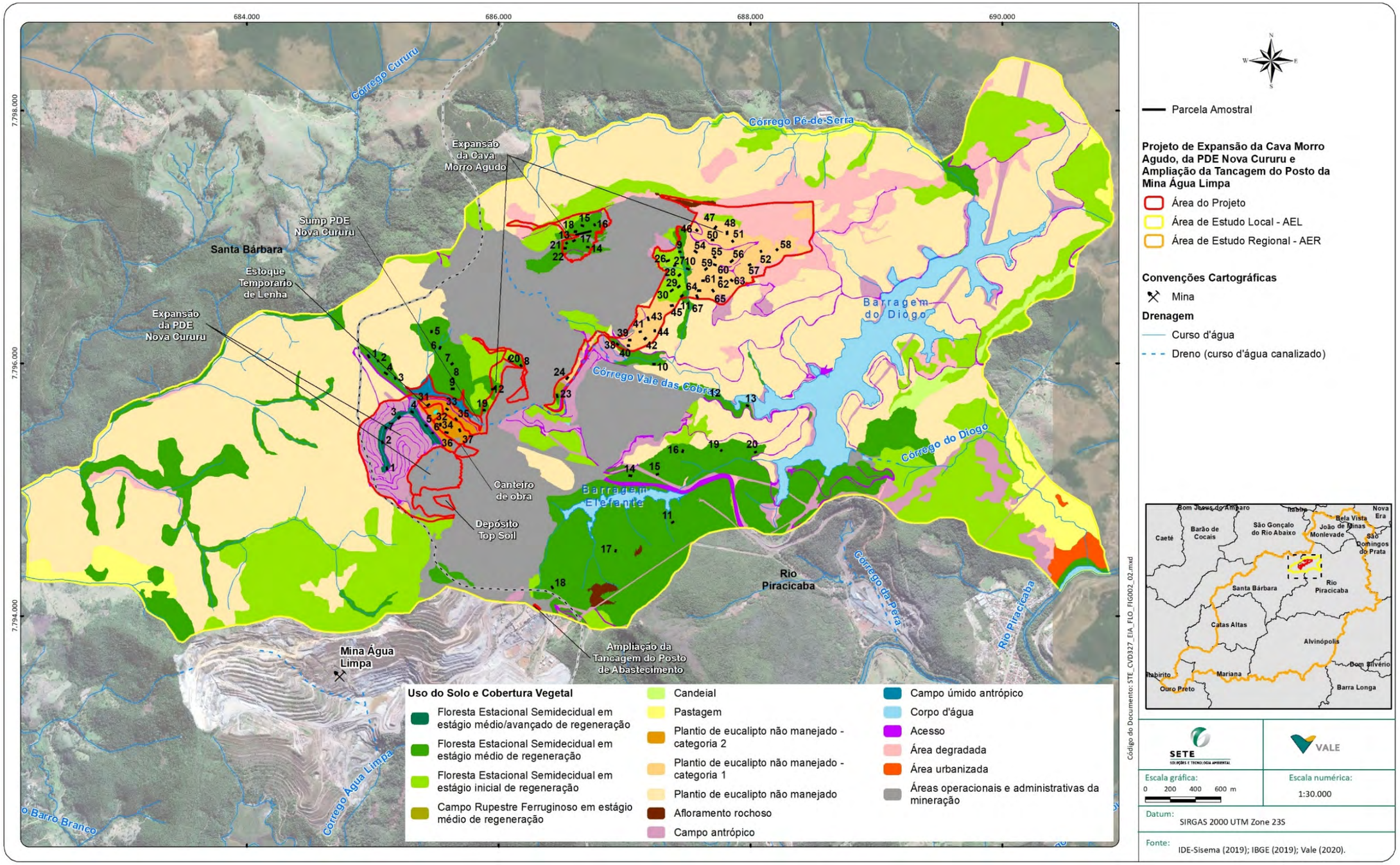
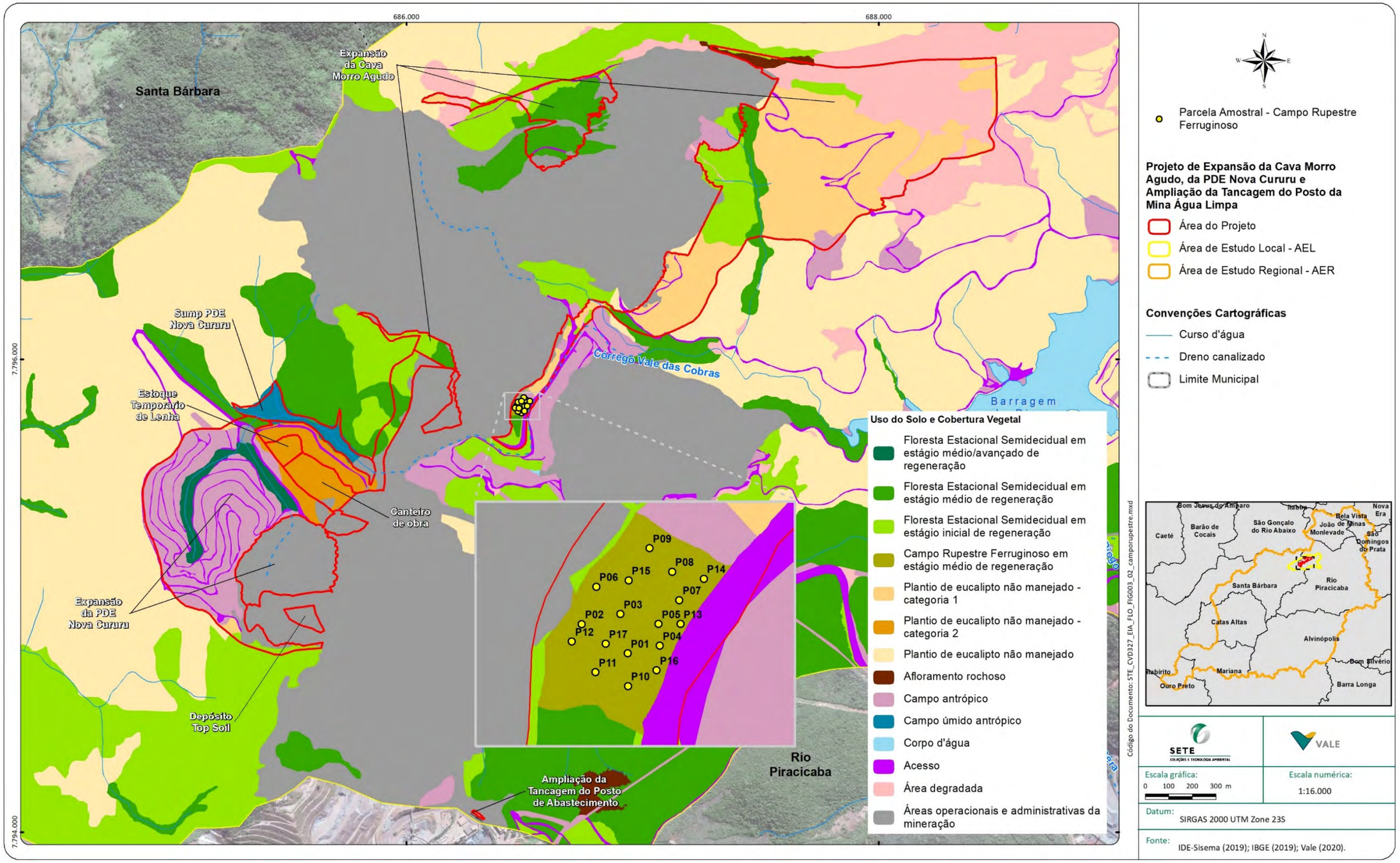


Figura 130 Mapa de localização das parcelas alocadas para a amostragem fitossociológica no Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto



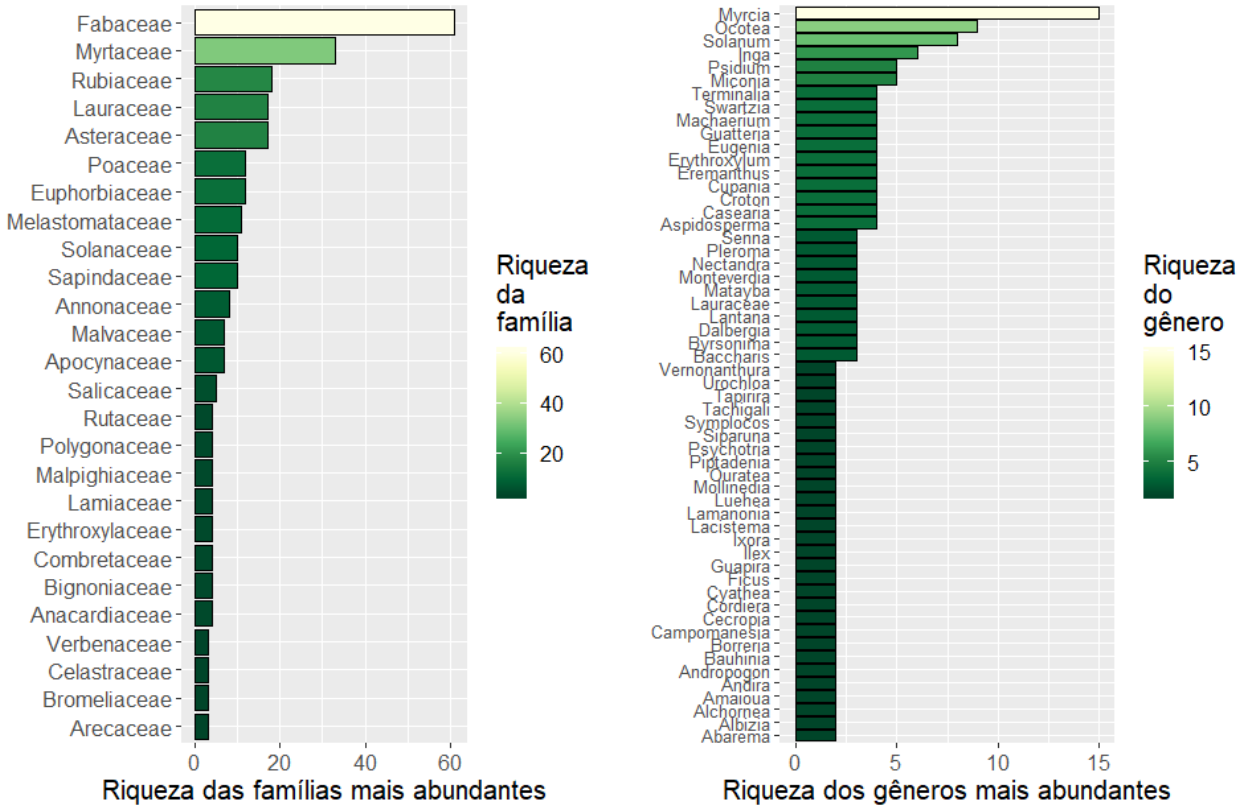
11.6.1.3 Aspectos florísticos da Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto (AP)

No levantamento de dados primários realizado na AP e AEL foram contabilizadas 359 espécies, 235 gêneros e 86 famílias botânicas, amostrados a partir do levantamento florístico e fitossociológico (Quadro 110).

Em relação às famílias Fabaceae figura em primeiro lugar com 61 espécies (17% do total); seguida de Myrtaceae com 33 espécies (9,2%); Rubiaceae com 18 espécies (5%); Asteraceae e Lauraceae com 17 espécies cada (4,7% cada); Euphorbiaceae e Poaceae com 12 (3,4% cada); Melastomataceae com 10 (3,1%); e Solanaceae e Sapindaceae com 10 (2,8% cada) (Figura 131). Estas famílias compreendem 56% do total de espécies registradas.

Os gêneros mais ricos foram *Myrcia* com 15 espécies (4,2% do total); *Ocotea*, 9 espécies (2,5%); *Solanum* com 8 espécies (2,2%); *Inga*, 6 espécies (1,7%); *Psidium* e *Miconia*, 5 espécies cada (1,4% cada); seguidos por *Psidium, Aspidosperma, Casearia, Croton, Cupania, Eremanthus, Erythroxylum, Eugenia, Guatteria, Machaerium, Swartzia,* e *Terminalia* com 4 espécies cada (1,1% cada) (Figura 131). Em conjunto esses gêneros perfazem 25% do total de espécies.

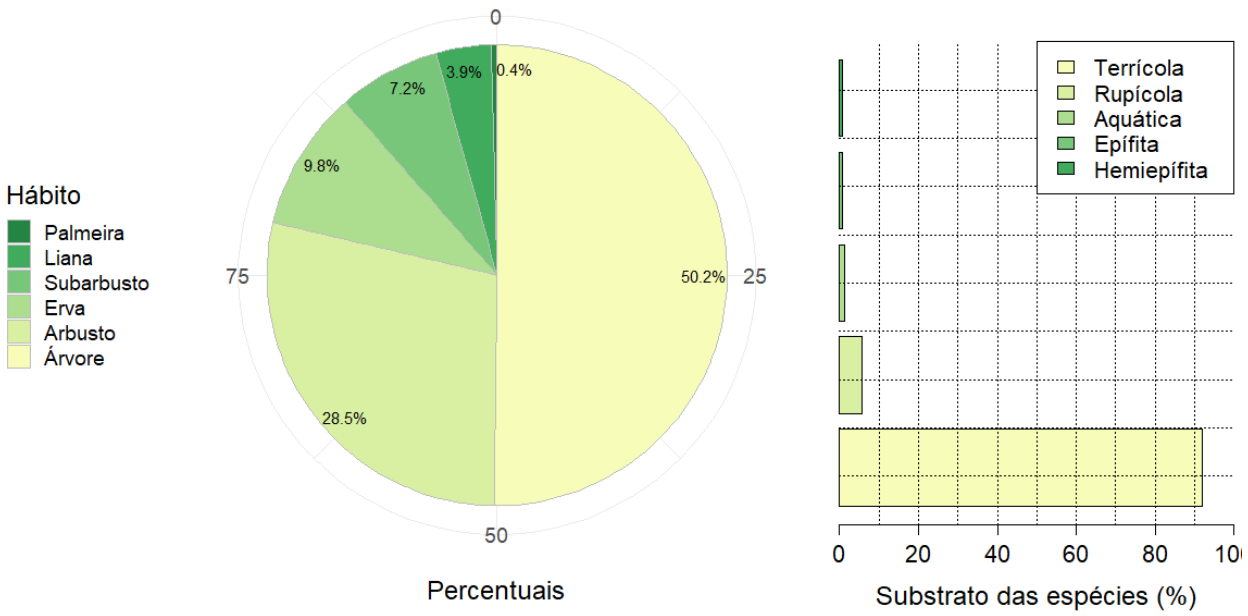
Figura 131 Número de espécies por família e por gênero botânico registrado na Área do Projeto e na AEL



Em relação às formas de vida há predominância do hábito arbóreo, com 245 espécies (50,2 %); seguido do hábito arbustivo, com 139 registros (28,5%); herbáceo, com 48 ocorrências (9,8%); subarbusto, com 35 espécies (7,2%); liana, com 19 ocorrências (3,9%); e por fim as palmeiras, com apenas duas verificações (0,4% do total) (Figura 132).

Além disso há predominância de espécies cujo substrato é exclusivamente terrícola, com 308 espécies (91,9%). As exclusivamente não-terrícolas são *Dyckia densiflora* e *Hoplocryptanthus schwackeanus* (rupícolas); *Fuirena umbellata* e *Polygonum hydropiperoides* (aquáticas); e *Gomesa recurva* e *Philodendron propinquum* (epífita e hemiepíta, respectivamente) (dados de Flora do Brasil 2020). Essa distribuição de espécies por hábito e substrato tem relação com a predominância de ambientes florestais na área estudada.

Figura 132 Porcentagem de espécies por hábito e por substrato registradas na Área do projeto e na AEL



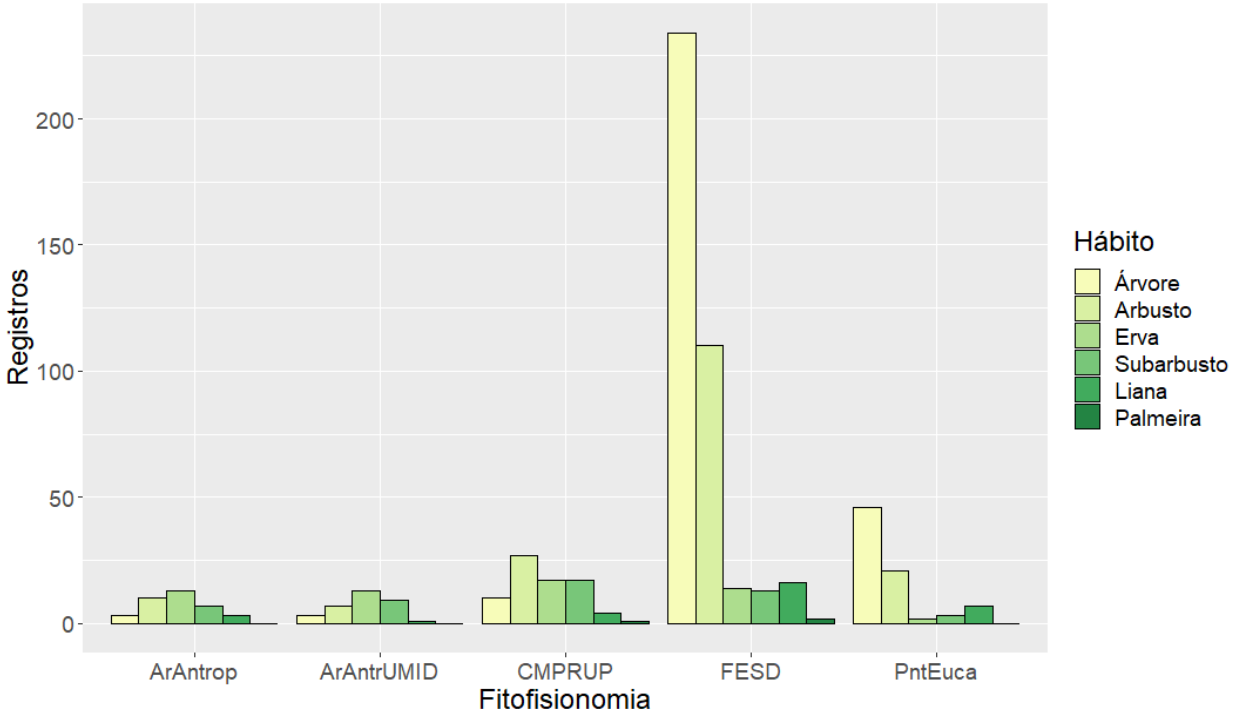
A riqueza de espécies por hábito em cada classe de cobertura vegetal mapeada demostrou que em todas as fisionomias estão presentes espécies de todos as formas de vida, exceto as palmeiras que só ocorreram no campo rupestre e na floresta semidecidual.

Na Floresta Estacional Semidecidual e nos plantios de eucalipto, como esperado, amostraram-se mais árvores. Ressalta-se que a riqueza de espécies arbóreas foi mais expressiva na floresta semidecidual, retrato da diversidade e da maior proximidade desse ambiente com as condições verdadeiramente naturais. Nos campos antrópicos, em áreas úmidas ou não, a maioria foi de espécies herbáceas, seguida por arbustos e subarbustos.

No campo rupestre a maioria foi de arbustos, enquanto a riqueza de ervas foi semelhante à de subarbustos, expressão da característica de "vegetação arbustiva sobre canga" mais própria do campo rupestre estudado (Figura 133).

Figura 133 Riqueza de espécies por hábito nas categorias fitofisionômicas registradas na Área do Projeto e na AEL

Legenda:FESD = Floresta Estacional Semidecidual; PntEuca = Plantio de eucalipto não manejado, ArAntrop = Campo antrópico; ArAntrUMID = Campo úmido antrópico); CMPRUP = Campo Rupestre Ferruginoso.



As estratégias de regeneração e ocupação natural do espaço e a forma de dispersão das espécies estão representadas na Figura 134 . Para a representação gráfica as espécies que não têm classificação conhecida (SC) foram descartadas e aquelas que foram classificadas em mais de uma categoria foram replicadas.

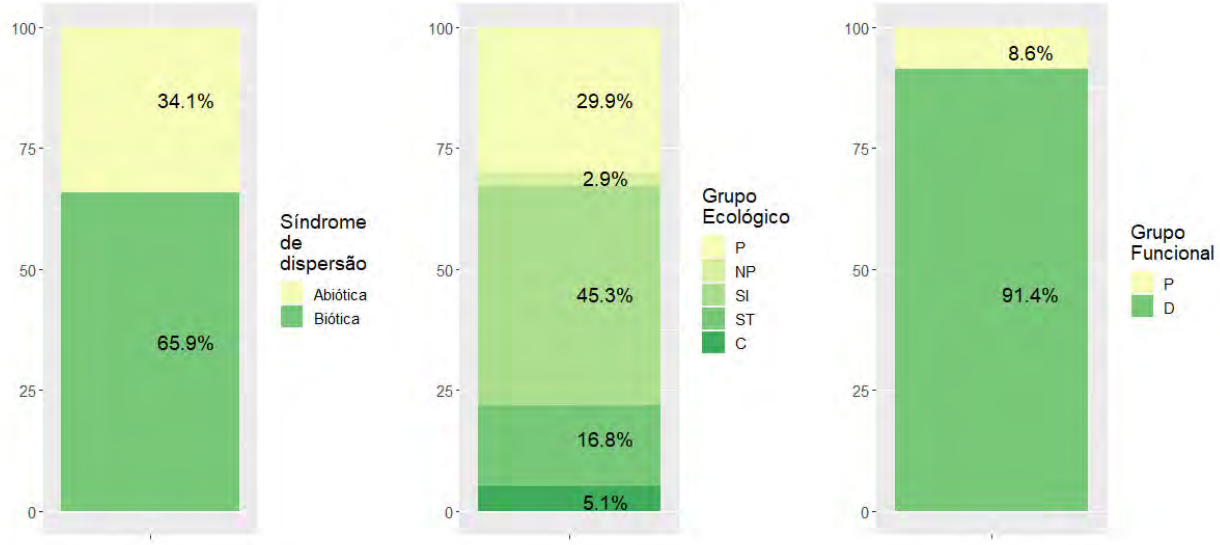
Considerando o Grupo Ecológico a menor parte das espécies é do tipo pioneira (P), sendo a grande maioria (>70%) pertencentes à estágios mais evoluídos na sucessão ecológica (Figura 134 , ao centro).

Para o Grupo Funcional a grande maioria das espécies é do tipo funcional de diversidade (D=91.4%), indicando que a vegetação amostrada apresenta grande potencial de alcançar estágios de regeneração evoluídos (Figura 134, à direita).

Em relação à Síndrome de Dispersão predominaram os táxons com dispersão biótica (65,9%). Esse predomínio é próprio de florestas naturais, tais como os remanescentes encontrados na AP e AEL (STEFANELLO *et al.*, 2020) (Figura 134, à esquerda).

Figura 134 Percentagens de espécies por Síndrome de Dispersão, Grupo Ecológico e Grupo Funcional, registradas na Área do Projeto e na AEL

Legenda: GE - Grupo ecológico: Pi = Pioneira; NP = Não Pioneira; SI = Secundária Inicial; ST = Secundária Tardia; C = Climáxica; GF - Grupo funcional: P = Preenchimento; D = Diversidade.



Fonte: SETE, 2020

Foto 71 ***Dyckia densiflora*** **Schult. & Schult.f. em campo rupestre ferruginoso na Área do Projeto.**

Fonte: SETE, 2020

Foto 72 ***Solanum melissarum*** **Bohs em campo rupestre ferruginoso na Área do Projeto.**

Fonte: SETE, 2020

Foto 73 ***Microstachys hispida*** **(Mart. & Zucc.) Govaerts em plantio de eucalipto.**

Fonte: SETE, 2020

Foto 74 ***Athenaea velutina*** **(Sendtn.) D'Arcy em campo rupestre ferruginoso na Área do Projeto.**

Fonte: SETE, 2020

Foto 75 ***Abarema cochliacarpos*** **(Gomes) Barneby & J.W.Grimes em FESD.**

Fonte: SETE, 2020

Foto 76 ***Esenbeckia febrifuga*** **(A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart. em FESD.**

Quadro 110 Lista das espécies da flora registradas na Área de Estudo Local (AEL) e na Área do Projeto

Legenda: GE = Grupo ecológico; Pi = Pioneira; NP = Não Pioneira; SI = Secundária Inicial; ST = Secundária Tardia; C = Climáxica; SC = Sem Classificação; GF = Grupo funcional; P = Preenchimento; D = Diversidade; FES = Floresta Estacional Semidecidual; Euc. = Plantio de Eucalipto não manejado, CA = Campo antrópico; CUA = Campo úmido antrópico; CRF = Campo Rupestre Ferruginoso; Fito = Fitofisionomia.

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Acanthaceae	*Ruellia macrantha*	(Mart. ex Nees) Hiern	Arbusto	Terrícola	-				FES, Euc.	AP
Anacardiaceae	*Astronium fraxinifolium*	Schott	Árvore	Terrícola	gonçalo-alvez	Abiótica	SI	D	FES, Euc.	AP, AEL
Anacardiaceae	*Lithraea molleoides*	(Vell.) Engl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica			FES	AP
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	Aubl.	Árvore	Terrícola	pau-pombo	Biótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Anacardiaceae	*Tapirira obtusa*	(Benth.) J.D.Mitch.	Árvore	Terrícola	pau-pombo	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Anemiaceae	*Anemia villosa*	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Erva	Rupícola, Terrícola	-				CRF	AP
Annonaceae	*Anaxagorea cf. dolichocarpa*	Sprague & Sandwith	Árvore	Terrícola	aratiaeum	Biótica	SC	SC	FES	AP
Annonaceae	*Annona sylvatica*	A.St.-Hil.	Árvore	Terrícola	araticum, pinha	Biótica	SI		FES, Euc.	AP, AEL
Annonaceae	*Duguetia lanceolata*	A.St.-Hil.	Árvore	Terrícola	pindaúba	Biótica	ST		FES	AEL
Annonaceae	*Guatteria australis*	A.St.-Hil.	Arbusto, Árvore	Terrícola	embira	Biótica	SI	D	FES	AP
Annonaceae	*Guatteria punctata*	(Aubl.) R.A.Howard	Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Annonaceae	*Guatteria sellowiana*	Schltdl.	Árvore	Terrícola	embira	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Annonaceae	*Guatteria villosissima*	A.St.-Hil.	Árvore	Terrícola	embira	Biótica	SI	D	FES	AP, AEL
Annonaceae	*Xylopia sericea*	A.St.-Hil.	Arbusto, Árvore	Terrícola	embira	Biótica	ST	D	FES	AEL
Apocynaceae	*Aspidosperma olivaceum*	Mull.Arg.	Arbusto	Terrícola	peroba	Abiótica	ST	D	FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Apocynaceae	*Aspidosperma parvifolium*	A.DC.	Árvore	Terrícola	peroba	Abiótica	ST	D	FES	AEL
Apocynaceae	*Aspidosperma spruceanum*	Benth. ex Mull.Arg.	Árvore	Terrícola	peroba	Abiótica	C	D	FES	AP, AEL
Apocynaceae	*Aspidosperma subincanum*	Mart.	Árvore	Terrícola	peroba				FES	AP
Apocynaceae	*Ditassa mucronata*	Mart.	Liana	Rupícola, Terrícola	-				CRF	AP
Apocynaceae	*Himatanthus bracteatus*	(A. DC.) Woodson	Árvore	Terrícola	banana de papagaio	Abiótica	SC	SC	FES	AP
Apocynaceae	*Tabernaemontana hystrix*	Steud.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	D	FES	AP
Aquifoliaceae	*Ilex cerasifolia*	Reissek	Árvore	Terrícola	-	Biótica	ST		FES	AP, AEL
Aquifoliaceae	*Ilex sp.*	L.	Árvore	-	-				FES	AP
Araceae	*Philodendron propinquum*	Schott	Erva	Hemiepífita	-	Biótica			FES	AP
Araliaceae	*Didymopanax vinosus*	(Cham. & Schltdl.) Marchal	Arbusto	Terrícola	-				FES	AEL
Arecaceae	*Euterpe edulis*	Mart.	Palmeira	Terrícola	palmito-juçara	Biótica	NP	D	FES	AEL
Arecaceae	*Geonoma schottiana*	Mart.	Erva	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana*	(Cham.) Glassman	Palmeira	Terrícola	geriva	Biótica	P(SI)	D	CRF, FES	AP
Aristolochiaceae	*Aristolochia smilacina*	(Klotzsch) Duch.	Liana, Subarbusto	Terrícola	jarrinha-da-serra				CA, CRF	AP
Asteraceae	*Achyrocline cf. albicans*	Griseb.	Erva, Subarbusto	Terrícola	macela				CRF	AP
Asteraceae	*Acritopappus longifolius*	(Gardner) R.M.King & H.Rob.	Arbusto	Terrícola	-				CRF	AP
Asteraceae	*Ageratum fastigiatum*	(Gardner) R.M.King & H.Rob.	Arbusto, Erva, Subarbusto	Terrícola	-				CRF	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Asteraceae	*Baccharis crispa*	Spreng.	Subarbusto	Epífita, Rupícola, Terrícola	carqueja				CUA, CRF, FES	AP
Asteraceae	*Baccharis reticularia*	DC.	Arbusto	Rupícola, Terrícola	alecrim	Abiótica	SC	SC	CRF	AP
Asteraceae	*Baccharis serrulata*	(Lam.) Pers.	Subarbusto	Rupícola, Terrícola	arnica	Abiótica	SC	SC	CRF	AP
Asteraceae	*Cyrtocymura scorpioides*	(Lam.) H.Rob.	Subarbusto	Terrícola	-				CUA, CRF	AP
Asteraceae	*Dasyphyllum sprengelianum*	(Gardner) Cabrera	Arbusto	Terrícola	-				CRF, FES	AP
Asteraceae	*Eremanthus crotonoides*	(DC.) Sch.Bip.	Árvore	Terrícola	candeião	Abiótica			CRF	AP
Asteraceae	*Eremanthus erythropappus*	(DC.) MacLeish	Árvore	Terrícola	candeia	Abiótica	P		FES, Euc.	AP
Asteraceae	*Eremanthus glomerulatus*	Less.	Árvore	Terrícola	candeia				FES	AEL
Asteraceae	*Eremanthus incanus*	(Less.) Less.	Árvore	Terrícola	candeia	Abiótica			CRF, FES	AP
Asteraceae	*Lepidaploa cotoneaster*	(Willd. ex Spreng.) H.Rob.	Arbusto	Terrícola	-				CRF	AP
Asteraceae	*Mikania cf. schenckii*	Hieron.	Liana	Terrícola	-				FES, Euc.	AP
Asteraceae	*Piptocarpha macropoda*	(DC.) Baker	Árvore	-	canela-branca, candeião	Abiótica	P		FES, Euc.	AP, AEL
Asteraceae	*Vernonanthura divaricata*	(Spreng.) H.Rob.	Árvore	Terrícola	candeião	Abiótica	P		FES	AP, AEL
Asteraceae	*Vernonanthura polyanthes*	(Sprengel) Vega & Dematteis	Arbusto	Terrícola	assa-peixe	Abiótica			FES	AP
Begoniaceae	*Begonia cucullata*	Willd.	Erva	Terrícola	begonia				CUA	AP
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus*	(Cham.) Mattos	Árvore	Terrícola	ipê-amarelo	Abiótica			FES	AEL

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Bignoniaceae	*Jacaranda macrantha*	Cham.	Árvore	Terrícola	carabobinho	Abiótica	P(SI)	D	FES, Euc.	AP, AEL
Bignoniaceae	*Pyrostegia venusta*	(Ker Gawl.) Miers	Liana	Terrícola	cipó-de-são-joão				CA, FES	AP
Bignoniaceae	*Sparattosperma leucanthum*	(Vell.) K.Schum.	Árvore	Terrícola	-	Abiótica	P	D	FES	AP, AEL
Blechnaceae	*Blechnum gracile*	Kaulf.	Erva	Rupícola, Terrícola	samambaia-do - brejo				CUA	AP
Blechnaceae	*Neoblechnum brasiliense*	(Desv.) Gasper & V.A.O. Dittrich	Erva	Terrícola	samambaia-do - brejo				CUA	AP
Boraginaceae	*Cordia sellowiana*	Cham.	Árvore	Terrícola	freijó branco	Abiótica	P(SI)	D	FES, Euc.	AP, AEL
Boraginaceae	*Varronia curassavica*	Jacq.	Arbusto	Terrícola	-				CA, CRF	AP
Bromeliaceae	*Dyckia densiflora*	Schult. & Schult.f.	Erva	Rupícola	-				CRF	AP
Bromeliaceae	*Hoplocryptanthus schwackeanus*	(Mez) Leme, S.Heller & Zizka	Erva	Rupícola	bromélia				CRF	AP
Bromeliaceae	*Tillandsia sp.*	L.	Erva	-	-				FES	AP
Campanulaceae	*Centropogon cf. cornutus*	(L.) Druce	Arbusto, Erva	Terrícola	aninga				FES	AP
Celastraceae	*Monteverdia evonymoides*	(Reissek) Biral	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AEL
Celastraceae	*Monteverdia floribunda*	(Reissek) Biral	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AP, AEL
Celastraceae	*Monteverdia gonoclada*	(Mart.) Biral	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AP, AEL
Chloranthaceae	*Hedyosmum brasiliense*	Mart. ex Miq.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Chrysobalanaceae	*Hirtella glandulosa*	Spreng.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica			FES, Euc.	AP
Chrysobalanaceae	*Licania kunthiana*	Hook.f.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	C	D	FES	AP, AEL
Clethraceae	*Clethra scabra*	Pers.	Arbusto, Árvore	Terrícola	carne-de-vaca	Abiótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Clusiaceae	*Garcinia gardneriana*	(Planch. & Triana) Zappi	Arbusto, Árvore	Terrícola	bacupari	Biótica	C	D	FES	AP
Clusiaceae	*Tovomitopsis paniculata*	(Spreng.) Planch. & Triana	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Combretaceae	*Terminalia argentea*	Mart. & Zucc.	Arbusto, Árvore	Terrícola	capitão	Abiótica	SI	D	FES, Euc.	AP, AEL
Combretaceae	*Terminalia glabrescens*	Mart.	Arbusto, Árvore	Terrícola	maria preta, pau-sangue	Abiótica	SI	D	FES	AP
Combretaceae	*Terminalia hoehneana*	(N.F.Mattos) Gere & Boatwr.	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	piuna				FES, Euc.	AP, AEL
Combretaceae	*Terminalia tomentosa*	Mart. ex Eichler	Árvore	-	-				FES	AEL
Commelinaceae	*Commelina erecta*	L.	Erva	Rupícola, Terrícola	erva-de-santa-luzia				FES	AP
Cucurbitaceae	*Cayaponia sp.*	Silva Manso	Liana	-	-				FES	AP
Cunoniaceae	*Lamanonia cuneata*	(Cambess.) Kuntze	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES, Euc.	AP, AEL
Cunoniaceae	*Lamanonia speciosa*	(Cambess.) L. B. Sm.	Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Cyatheaceae	*Cyathea delgadii*	Sternb.	Arbusto	Terrícola	samambaiaçu	Abiótica			FES	AEL
Cyatheaceae	*Cyathea phalerata*	Mart.	Arbusto	Terrícola	samambaiaçu	Abiótica			FES	AP
Cyperaceae	*Fuirena umbellata*	Rottb.	Erva	Aquática	-				CUA	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Cyperaceae	*Scleria latifolia*	Sw.	Erva	Terrícola	campim-navalha				FES	AP
Dilleniaceae	*Davilla flexuosa*	A.St.-Hil.	Liana	Terrícola	-				FES, Euc.	AP
Elaeocarpaceae	*Sloanea guianensis*	(Aubl.) Benth.	Árvore	Terrícola	urucurana	Biótica	C	D	FES, Euc.	AP, AEL
Equisetaceae	*Equisetum giganteum*	L.	Erva	Terrícola	cavalinha				CUA	AP
Erythroxylaceae	*Erythroxylum citrifolium*	A.St.-Hil.	Arbusto, Árvore	Terrícola	cocarana-do-cerrado	Biótica	SC	SC	FES	AEL
Erythroxylaceae	*Erythroxylum cuneifolium*	(Mart.) O.E.Schulz	Arbusto	Terrícola	baga-de-pomba				CRF, FES	AP
Erythroxylaceae	*Erythroxylum deciduum*	A.St.-Hil.	Arbusto, Árvore, Subarbusto	Terrícola	arco-de-barril, cocão	Biótica	SC	SC	FES	AP
Erythroxylaceae	*Erythroxylum pelleterianum*	A.St.-Hil.	Arbusto, Árvore	Terrícola	sessenta-e-um, gumirim, guaribalde	Biótica	SI		FES	AEL
Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	Poepp. & Endl.	Arbusto, Árvore	-	-	Biótica	SI	D	FES	AP
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia*	(Spreng.) Mull.Arg.	Arbusto, Árvore, Liana	Terrícola	tapiá	Biótica	SI	D	FES, Euc.	AP, AEL
Euphorbiaceae	*Aparisthmium cordatum*	(A.Juss.) Baill.	Arbusto, Árvore	Terrícola	pau-de-facho	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Euphorbiaceae	*Croton floribundus*	Spreng.	Árvore	Terrícola	sangra-dágua	Abiótica	P	P	FES	AEL
Euphorbiaceae	*Croton fuscescens*	Spreng.	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	sangra				FES	AP
Euphorbiaceae	*Croton gracilipes*	Baill.	Arbusto, Árvore	Terrícola	sangra				FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Euphorbiaceae	*Croton urucurana*	Baill.	Árvore	Terrícola	sangra-d'água	Abiótica	P	P	FES	AP, AEL
Euphorbiaceae	*Mabea fistulifera*	Mart.	Arbusto, Árvore	Terrícola	canudo-de-pito	Biótica	P	D	FES, Euc.	AP, AEL
Euphorbiaceae	*Maprounea guianensis*	Aubl.	Árvore	Terrícola	-	Abiótica	SI	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Euphorbiaceae	*Microstachys hispida*	(Mart. & Zucc.) Govaerts	Erva, Subarbusto	Terrícola	-				FES, Euc.	AP
Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	L.	Arbusto, Árvore	Terrícola	mamona				CA	AP
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	(L.) Morong	Arbusto, Árvore	Terrícola	burra leiteira		P		FES	AEL
Fabaceae	*Abarema brachystachya*	(DC.) Barneby & J.W.Grimes	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AEL
Fabaceae	*Abarema cochliacarpos*	(Gomes) Barneby & J.W.Grimes	Árvore	Terrícola	bordão-de-velho	Biótica	ST	D	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Albizia niopoides*	(Spruce ex Benth.) Burkart	Árvore	-	-				FES	AP
Fabaceae	*Albizia pedicellaris*	(DC.) L.Rico	Árvore	Terrícola	jueirana-branca	Abiótica	SC	SC	FES	AP
Fabaceae	*Anadenanthera colubrina*	(Vell.) Brenan	Árvore	-	angico	Abiótica	SI	D	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Andira anthelmia*	(Vell.) Benth.	Árvore	Terrícola	morcegueira	Biótica	SC	SC	FES	AP
Fabaceae	*Andira fraxinifolia*	Benth.	Árvore	Rupícola	morcegueira	Biótica	SI	D	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*	(Vogel) J.F.Macbr.	Arbusto, Árvore	Terrícola	garapa, grapiá	Abiótica	ST	D	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Bauhinia longifolia*	(Bong.) Steud.	Arbusto, Árvore	-	pata-de -vaca	Abiótica	SC	SC	FES	AP, AEL

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Fabaceae	*Bauhinia rufa*	(Bong.) Steud.	Arbusto, Árvore, Subarbusto	-	pata-de -vaca	Abiótica	P	SC	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides*	Kunth	Arbusto, Árvore	Terrícola	sacupira	Abiótica	SC	SC	FES	AP
Fabaceae	*Calliandra fasciculata*	Benth.	Arbusto, Árvore	-	-				FES	AP, AEL
Fabaceae	*Cassia ferruginea*	(Schrad.) Schrad. ex DC.	Árvore	-	são-joão-preto	Abiótica	P(SI)	D	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Centrosema coriaceum*	Benth.	Liana, Subarbusto	Terrícola	-				CRF, FES	AP
Fabaceae	*Chamaecrista mucronata*	(Spreng.) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	-				CRF	AP
Fabaceae	*Cleobulia multiflora*	Mart. ex Benth.	Liana	Terrícola	-				FES	AP
Fabaceae	*Clitoria fairchildiana*	R.A.Howard	Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Fabaceae	*Copaifera langsdorffii*	Desf.	Árvore	Terrícola	copaíba	Biótica	SI	D	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Crotalaria spectabilis*	Roth	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	-				CA, CUA	AP
Fabaceae	*Dalbergia foliolosa*	Benth.	Árvore	Terrícola	jacarandá-rosa	Abiótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	(Vell.) Allemão ex Benth.	Árvore	Terrícola	jacarandá-da-bahia	Abiótica	SI	SC	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Dalbergia villosa*	(Benth.) Benth.	Árvore	Terrícola	jacarandá		SI		FES	AP, AEL
Fabaceae	*Deguelia costata*	(Benth.) A.M.G.Azevedo & R.A.Camargo	Árvore	Terrícola	embira-de-carrapato	Abiótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Desmodium adscendens*	(Sw.) DC.	Subarbusto	Terrícola	carrapicho				CUA	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Fabaceae	*Diplotropis ferruginea*	Benth.	Árvore	Terrícola	-				FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	L.	Árvore	Terrícola	jatobá	Biótica	C	D	FES	AP
Fabaceae	*Hymenolobium janeirense*	Kuhlm.	Árvore	-	-	Abiótica	SC	SC	FES	AEL
Fabaceae	*Inga cylindrica*	(Vell.) Mart.	Árvore	Terrícola	ingá feijão	Biótica	SI	D	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Inga edulis*	Mart.	Árvore	Terrícola	ingá vermelho	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Inga marginata*	Willd.	Árvore	Terrícola	ingá feijão	Biótica	P(SI)	D	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Inga sessilis*	(Vell.) Mart.	Árvore	Terrícola	ingá ferradura	Biótica	P	D	FES	AP
Fabaceae	*Inga sp.*	Mill.	Árvore	-	ingá				FES	AP
Fabaceae	*Inga vera*	Willd.	Árvore	Terrícola	ingá	Biótica	SC	SC	FES	AEL
Fabaceae	*Lonchocarpus cultratus*	(Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	Árvore	Terrícola	embira-de-sapo	Abiótica	SI	D	FES	AEL
Fabaceae	*Machaerium brasiliense*	Vogel	Arbusto, Árvore, Liana	Terrícola	jacarandá-sangue	Abiótica	SI	D	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Machaerium nictitans*	(Vell.) Benth.	Árvore	-	jacarandá				FES	AP, AEL
Fabaceae	*Machaerium stipitatum*	Vogel	Árvore	Terrícola	sapuvá	Abiótica	P(SI)	D	Euc.	AP
Fabaceae	*Machaerium villosum*	Vogel	Árvore	Terrícola	jacarandá-do-campo	Abiótica			FES	AP
Fabaceae	*Melanoxylon brauna*	Schott	Árvore	Terrícola	braúna	Abiótica	ST	D	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Mimosa setosa*	Benth.	Árvore, Arbusto	-	-				CUA	AP
Fabaceae	*Ormosia arborea*	(Vell.) Harms	Árvore	Terrícola	tento	Biótica	SI	D	FES	AP
Fabaceae	*Peltophorum dubium*	(Spreng.) Taub.	Árvore	Terrícola	caviúna	Abiótica	P(SI)	P	FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Fabaceae	*Periandra mediterranea*	(Vell.) Taub.	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	alcaçuz	Abiótica	SC	SC	CRF	AP
Fabaceae	*Piptadenia adiantoides*	(Spreng.) J.F.Macbr.	Liana	Terrícola	-	Abiótica	SC	SC	FES	AP
Fabaceae	*Piptadenia gonoacantha*	(Mart.) J.F.Macbr.	Árvore	Terrícola	jacaré	Abiótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Plathymenia reticulata*	Benth.	Árvore	Terrícola	vinhático	Abiótica	SC	SC	FES	AP
Fabaceae	*Platypodium elegans*	Vogel	Árvore	Terrícola	jacarandá	Abiótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Pseudopiptadenia contorta*	(DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	Árvore	Terrícola	-	Abiótica	SI	D	FES	AP, AEL
Fabaceae	*Senegalia polyphylla*	(DC.) Britton & Rose	Arbusto, Árvore	Terrícola	guarucaia, monjoleiro				FES	AP, AEL
Fabaceae	*Senna macranthera*	(DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto, Árvore	Terrícola	manduirana	Abiótica	SC	P	FES	AEL
Fabaceae	*Senna multijuga*	(Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Árvore	Terrícola	-	Abiótica	P(SI)	P	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Senna reniformis*	(G.Don) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto, Árvore	Terrícola	-		SI		CRF	AP
Fabaceae	*Sesbania virgata*	(Cav.) Pers.	Arbusto	Terrícola	-				CUA	AP
Fabaceae	*Stryphnodendron polyphyllum*	Mart.	Árvore	Terrícola	barbatimão-do-mato	Abiótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Fabaceae	*Stylosanthes guianensis*	(Aubl.) Sw.	Subarbusto	Terrícola	-				CUA	AP
Fabaceae	*Swartzia acutifolia*	Vogel	Árvore	Terrícola	saco-de-bode	Biótica	SC	SC	FES	AP
Fabaceae	*Swartzia apetala*	Raddi	Árvore	-	saco-de-bode	Biótica	ST	D	FES	AEL
Fabaceae	*Swartzia flaemingii*	Raddi	Árvore	Terrícola	saco-de-bode	Biótica	ST	SC	FES	AEL
Fabaceae	*Swartzia pilulifera*	Benth.	Árvore	Terrícola	saco-de-bode	Biótica	ST		FES	AP, AEL

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Fabaceae	*Tachigali friburgensis*	(Harms) L.G.Silva & H.C.Lima	Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Fabaceae	*Tachigali rugosa*	(Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly	Árvore	Terrícola	-	Abiótica	SC	SC	FES	AP
Gleicheniaceae	*Dicranopteris flexuosa*	(Schrad.) Underw.	Erva	Rupícola, Terrícola	samambaia-de-barranco				CA	AP
Gleicheniaceae	*Sticherus lanuginosus*	(Fée) Nakai	Erva	Terrícola	-				CA, FES	AP
Humiriaceae	*Humiria balsamifera*	(Aubl.) A.St.-Hil.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	CRF, FES	AP
Hypericaceae	*Vismia guianensis*	(Aubl.) Choisy	Arbusto, Árvore	Terrícola	lacre	Biótica	SC	SC	CRF, FES, Euc.	AP, AEL
Lacistemataceae	*Lacistema hasslerianum*	Chodat	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AP, AEL
Lacistemataceae	*Lacistema pubescens*	Mart.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	SI		FES, Euc.	AP, AEL
Lamiaceae	*Eriope macrostachya*	Mart. ex Benth.	Arbusto	-	-				CA, CRF	AP
Lamiaceae	*Hypenia macrantha*	(A.St.-Hil. ex Benth.) Harley	Erva, Subarbusto	Terrícola	-				CRF	AP
Lamiaceae	*Hyptidendron asperrimum*	(Spreng.) Harley	Arbusto, Árvore	Terrícola	catinga-de-bode	Abiótica	P		FES, Euc.	AP, AEL
Lamiaceae	*Vitex polygama*	Cham.	Arbusto, Árvore	Terrícola	tarumã	Biótica	SC	D	CRF, FES	AP, AEL
Lauraceae	*Endlicheria paniculata*	(Spreng.) J.F.Macbr.	Arbusto, Árvore	Terrícola	canela frade	Biótica	ST	D	FES	AP, AEL
Lauraceae	*Lauraceae sp.1*	Juss.	Árvore	-	canela				FES	AEL
Lauraceae	*Lauraceae sp.2*	Juss.	Árvore	-	canela				FES	AEL

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Lauraceae	*Lauraceae sp.3*	Juss.	Árvore	-	canela				FES	AP
Lauraceae	*Licaria aff. bahiana*	Kurz	Árvore	Terrícola	louro-sabão	Biótica	ST	D	FES	AP
Lauraceae	*Nectandra lanceolata*	Nees	Árvore	Terrícola	canela amarela	Biótica	ST	D	FES	AP, AEL
Lauraceae	*Nectandra oppositifolia*	Nees	Árvore	Terrícola	canela ferrugem	Biótica	SI	D	FES	AP, AEL
Lauraceae	*Nectandra sp.*	Rol. ex Rottb.	Árvore	-	canela				FES	AP
Lauraceae	*Ocotea corymbosa*	(Meisn.) Mez	Árvore	Terrícola	canela de corvo	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Lauraceae	*Ocotea diospyrifolia*	(Meisn.) Mez	Árvore	Terrícola	canela	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Lauraceae	*Ocotea indecora*	(Schott) Mez	Arbusto, Árvore	Terrícola	canela	Biótica	ST	D	FES	AP
Lauraceae	*Ocotea laxa*	(Nees) Mez	Arbusto, Árvore	Terrícola	canela	Biótica	SC	SC	FES	AP
Lauraceae	*Ocotea odorifera*	(Vell.) Rohwer	Árvore	Terrícola	canela sassafrás	Biótica	SI	D	FES	AEL
Lauraceae	*Ocotea pulchella*	(Nees & Mart.) Mez	Árvore	Terrícola	canela-preta	Biótica	SI	D	FES	AEL
Lauraceae	*Ocotea sp.*	Aubl.	Árvore	-	canela				FES	AP
Lauraceae	*Ocotea spixiana*	(Nees) Mez	Árvore	Terrícola	canelão	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Lauraceae	*Ocotea velutina*	(Nees) Rohwer	Árvore	Terrícola	canelão	Biótica	ST	D	FES	AEL
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis*	(Raddi) Kuntze	Árvore	Terrícola	jequitibá-rosa	Abiótica	ST	D	FES	AP, AEL
Lycopodiaceae	*Lycopodiella longipes*	(Grev. & Hooker) Holub	Erva	Terrícola	-				CUA	AP
Lygodiaceae	*Lygodium volubile*	Sw.	Erva, Liana	Terrícola	abre caminho				FES, Euc.	AP
Lythraceae	*Lafoensia pacari*	A.St.-Hil.	Árvore	Terrícola	dedaleira-amarela		p		FES	AP, AEL
Magnoliaceae	*Magnolia ovata*	(A.St.-Hil.) Spreng.	Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Malpighiaceae	*Byrsonima lancifolia*	A.Juss.	Arbusto, Árvore	Terrícola	murici				FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Malpighiaceae	*Byrsonima sericea*	DC.	Arbusto, Árvore	Terrícola	murici	Biótica	P	P	FES	AP, AEL
Malpighiaceae	*Byrsonima variabilis*	A.Juss.	Arbusto	Terrícola	murici	Biótica	SC	SC	CRF, FES	AP
Malpighiaceae	*Peixotoa glabra*	A.Juss.	Arbusto	Rupícola, Terrícola	-				CRF	AP
Malvaceae	*Eriotheca candolleana*	(K.Schum.) A.Robyns	Árvore	Terrícola	-	Abiótica	SI	D	FES	AP, AEL
Malvaceae	*Luehea divaricata*	Mart.	Árvore	Terrícola	açoita-cavalo	Abiótica	P(SI)	P	FES	AEL
Malvaceae	*Luehea grandiflora*	Mart.	Árvore	Terrícola	açoita-cavalo	Abiótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Malvaceae	*Pavonia grandiflora*	A.St.-Hil.	Subarbusto	Terrícola	-				CA, CRF	AP
Malvaceae	*Pseudobombax grandiflorum*	(Cav.) A.Robyns	Árvore	Terrícola	embireira, barriguda	Abiótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Malvaceae	*Sidastrum micranthum*	(A.St.-Hil.) Fryxell	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	-				CUA	AP
Malvaceae	*Waltheria indica*	L.	Erva, Subarbusto	Terrícola	-				CA, CRF	AP
Melastomataceae	*Clidemia hirta*	(L.) D.Don	Arbusto	Terrícola	-				CRF	AP
Melastomataceae	*Leandra aurea*	(Cham.) Cogn.	Arbusto, Árvore	Terrícola	quaresma				FES, Euc.	AP
Melastomataceae	*Macairea radula*	(Bonpl.) DC.	Arbusto, Árvore, Subarbusto	Terrícola	-				CUA	AP
Melastomataceae	*Miconia brunnea*	DC.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AEL
Melastomataceae	*Miconia cinnamomifolia*	(DC.) Naudin	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	P(SI)	D	FES	AEL

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Melastomataceae	*Miconia latecrenata*	(DC.) Naudin	Arbusto, Árvore	Terrícola	midigri	Biótica	SC	SC	FES	AP
Melastomataceae	*Miconia paniculata*	(DC.) Naudin	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Melastomataceae	*Miconia sellowiana*	Naudin	Arbusto, Árvore	Terrícola	midigri	Biótica	SC	SC	FES	AEL
Melastomataceae	*Pleroma candolleanum*	(Mart. ex DC.) Triana	Arbusto, Árvore	Terrícola	quaresmeira	Abiótica			FES	AEL
Melastomataceae	*Pleroma fissinervium*	Schrank et Mart. ex DC.	Árvore	Terrícola	quaresmeira	Abiótica			FES	AP
Melastomataceae	*Pleroma heteromallum*	D.Don	Arbusto	Rupícola, Terrícola	-	Abiótica			CA, CRF	AP
Meliaceae	*Cabralea canjerana*	(Vell.) Mart.	Arbusto, Árvore	Terrícola	cabralea	Biótica	NP	D	FES	AEL
Meliaceae	*Trichilia elegans*	A.Juss.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	ST	D	FES	AP
Menispermaceae	*Abuta selloana*	Eichler	Liana	Terrícola	cipó-bala				FES	AP
Monimiaceae	*Mollinedia elegans*	Tul.	Arbusto, Árvore	Terrícola	pimenteira				FES	AP
Monimiaceae	*Mollinedia schottiana*	(Spreng.) Perkins	Arbusto, Árvore	Terrícola	espinheira-santa				FES	AEL
Moraceae	*Ficus obtusifolia*	Kunth	Árvore	Hemiepífita , Terrícola	apuí				FES	AP
Moraceae	*Ficus obtusiuscula*	(Miq.) Miq.	Árvore	Terrícola	gameleira	Biótica	SC	SC	FES	AEL
Myrtaceae	*Campomanesia guazumifolia*	(Cambess.) O.Berg	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SI	D	FES	AP, AEL
Myrtaceae	*Campomanesia sp.*	Ruiz et Pav.	Árvore	-	-				FES	AP, AEL

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Myrtaceae	*Eucalyptus sp.*	L'Hér.	Árvore	-	eucalipto				FES, Euc.	AP, AEL
Myrtaceae	*Eugenia aff. umbrosa*	O.Berg	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP
Myrtaceae	*Eugenia cerasiflora*	Miq.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	ST	D	FES	AP
Myrtaceae	*Eugenia florida*	DC.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	NP	D	FES	AP, AEL
Myrtaceae	*Eugenia sonderiana*	O.Berg	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	SI		FES	AP, AEL
Myrtaceae	*Myrceugenia alpigena*	(DC.) Landrum	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	Euc.	AP
Myrtaceae	*Myrcia amazonica*	DC.	Arbusto, Árvore	Terrícola	araçá	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Myrtaceae	*Myrcia coelosepala*	Kiaersk.	Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Myrtaceae	*Myrcia crocea*	Kiaersk.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Myrtaceae	*Myrcia grammica*	(Spreng.) A.R.Lourenço & E.Lucas	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Myrtaceae	*Myrcia guianensis*	(Aubl.) DC.	Árvore	Terrícola	cambuí	Biótica	SC	SC	FES	AEL
Myrtaceae	*Myrcia hebepetala*	DC.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AP
Myrtaceae	*Myrcia loranthifolia*	(DC.) G.P.Burton & E.Lucas	Árvore	-	-				FES	AEL
Myrtaceae	*Myrcia neoobscura*	E. Lucas & C. E. Wilson	Árvore	-	-				FES	AP
Myrtaceae	*Myrcia obovata*	(O.Berg) Nied.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AP
Myrtaceae	*Myrcia selloi*	(Spreng.) N.Silveira	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AP, AEL
Myrtaceae	*Myrcia sp1*	DC.	Árvore	-	-				CRF	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Myrtaceae	*Myrcia sp2*	DC.	Árvore	-	-				FES	AP
Myrtaceae	*Myrcia splendens*	(Sw.) DC.	Árvore	Terrícola	folha-miúda	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Myrtaceae	*Myrcia tomentosa*	(Aubl.) DC.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AP
Myrtaceae	*Myrcia vestita*	DC.	Arbusto	Terrícola	-				CRF	AP
Myrtaceae	*Myrcianthes sp.*	O.Berg	Árvore	-	-				FES	AEL
Myrtaceae	*Myrciaria floribunda*	(H.West ex Willd.) O.Berg	Árvore	Terrícola	jaboticaba-do-mato	Biótica	SI	D	CRF, FES	AP
Myrtaceae	*Myrtaceae sp.*	Juss.	Árvore	-	-				FES	AP
Myrtaceae	*Psidium canum*	Mattos	Árvore	Terrícola	araçá	Biótica			FES	AP
Myrtaceae	*Psidium cattleianum*	Sabine	Árvore	-	araçá	Biótica	SC	D	FES	AP
Myrtaceae	*Psidium myrtoides*	O.Berg	Árvore	Terrícola	araçá	Biótica	SC	SC	FES	AP
Myrtaceae	*Psidium robustum*	O.Berg	Árvore	Terrícola	araçá-cagão	Biótica			FES	AP
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	(O.Berg) Nied.	Árvore	Terrícola	goiabinha	Biótica	SI	D	FES	AEL
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora*	O.Berg	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP
Myrtaceae	*Syzygium sp.*	Gaertn.	Árvore	-	jambo				FES	AEL
Nyctaginaceae	*Guapira graciliflora*	(Mart. ex Schmidt) Lundell	Arbusto, Árvore	Terrícola	pau-piranha	Biótica	SC	SC	FES	AP
Nyctaginaceae	*Guapira opposita*	(Vell.) Reitz	Arbusto, Árvore	Terrícola	maria mole	Biótica	P(SI)	D	FES	AEL
Ochnaceae	*Ouratea floribunda*	(A.St.-Hil.) Engl.	Subarbusto	Terrícola	-	Biótica			FES	AEL
Ochnaceae	*Ouratea semiserrata*	(Mart. & Nees) Engl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	caju-bravo	Biótica	SC		FES	AP, AEL
Olacaceae	*Heisteria silvianii*	Schwacke	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SC	SC	FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Olacaceae	*Tetrastylidium grandifolium*	(Baill.) Sleumer	Árvore	Terrícola	tatu	Biótica	SC	SC	FES	AP
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis*	(Jacq.) P.H.Raven	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	-				CUA	AP
Orchidaceae	*Epidendrum secundum*	Jacq.	Erva	Rupícola, Terrícola	orquídea				CA, CRF	AP
Orchidaceae	*Gomesa recurva*	R.Br.	Erva	Epífita	parasita-da-capoeira				CRF	AP
Peraceae	*Pera glabrata*	(Schott) Baill.	Arbusto, Árvore	Terrícola	cabeluda -do-mato, sapateiro	Abiótica	SI	D	FES	AEL
Phyllanthaceae	*Hyeronima alchorneoides*	Allemão	Árvore	Terrícola	-	Biótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Phytolaccaceae	*Phytolacca thyrsiflora*	Fenzl. ex J.A.Schmidt	Erva, Subarbusto	-	-				CA, CRF	AP
Picramniaceae	*Picramnia glazioviana*	Engl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	café-bravo	Biótica	SC	SC	FES	AP
Poaceae	*Andropogon bicornis*	L.	Erva	Rupícola	capim-rabo-de-cavalo				CA	AP
Poaceae	*Andropogon leucostachyus*	Kunth	Erva	Terrícola	capim-rabo				CA	AP
Poaceae	*Echinochloa crus-pavonis*	(Kunth) Schult.	Erva	Terrícola	capim-pavão				CUA	AP
Poaceae	*Eragrostis japonica*	(Thunb.) Trin.	Erva	Aquática, Terrícola	-				CUA	AP
Poaceae	*Ichnanthus bambusiflorus*	(Trin.) Doll	Erva, Liana, Subarbusto	Rupícola, Terrícola	-				CA, CRF, FES	AP
Poaceae	*Megathyrsus maximus*	(Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	Erva	Terrícola	colonião				CA, FES	AP
Poaceae	*Megathyrsus maximus*	(Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	Erva	Terrícola	colonião	Abiótica			CA, Euc.	AP, AEL

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Poaceae	*Melinis minutiflora*	P.Beauv.	Erva	Terrícola	capim-gordura				CA, CRF	AP
Poaceae	*Olyra humilis*	Nees	Erva	Terrícola	-				FES	AP
Poaceae	*Setaria sp.*	P. Beauv.	Erva	-	-				CA	AP
Poaceae	*Trichanthecium pseudisachne*	(Mez) Zuloaga & Morrone	Erva	Terrícola	-				CRF	AP
Poaceae	*Urochloa brizantha*	(Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster	Erva	Terrícola	braquiária				CA	AP
Poaceae	*Urochloa decumbens*	(Stapf) R.D.Webster	Erva	-	braquiária				CA	AP
Polygalaceae	*Diclidanthera laurifolia var. elliptica*	(Miers) Marques	Liana	Terrícola	-				FES, Euc.	AP
Polygonaceae	*Coccoloba acrostichoides*	Cham.	Arbusto	Terrícola	-				CRF	AP
Polygonaceae	*Polygonum hydropiperoides*	Michx.	Erva	Aquática	erva-de-bicho				CUA	AP
Polygonaceae	*Rumex crispus*	L.	Erva	Terrícola	lingua-de-vaca				CUA	AP
Polygonaceae	*Ruprechtia cf. lundii*	Meisn.	Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Primulaceae	*Myrsine umbellata*	Mart.	Árvore	Terrícola	-	Biótica	SI	D	FES	AP
Proteaceae	*Euplassa cf. incana*	(Klotzsch) I.M.Johnst.	Árvore	Terrícola	carvalho do brasil				FES	AEL
Proteaceae	*Roupala montana*	Aubl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	carne-de-vaca	Abiótica	ST		FES	AP
Pteridaceae	*Adiantum raddianum*	C.Presl	Erva	Rupícola, Terrícola	adiantum				FES	AP
Pteridaceae	*Doryopteris collina*	(Raddi) J.Sm.	Erva	Terrícola	-				CRF, FES	AP
Rhamnaceae	*Colubrina glandulosa*	Perkins	Árvore	Terrícola	-	Abiótica	P(SI)	P	FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Rosaceae	*Prunus myrtifolia*	(L.) Urb.	Árvore	Terrícola	pessegueiro-bravo	Biótica	NP	D	FES	AP, AEL
Rosaceae	*Rubus brasiliensis*	Mart.	Liana, Subarbusto	Terrícola	amora-do-mato	Biótica	SC	SC	FES, Euc.	AP
Rubiaceae	*Amaioua guianensis*	Aubl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	apuruizinho do mato	Biótica	SI	D	FES	AP, AEL
Rubiaceae	*Amaioua intermedia*	Mart. ex Schult. & Schult.f.	Arbusto, Árvore	Terrícola	carvoeiro, canela de velho	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Rubiaceae	*Bathysa australis*	(A.St.-Hil.) K.Schum.	Arbusto, Árvore	Terrícola	pau-de-colher	Abiótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Rubiaceae	*Borreria capitata*	(Ruiz & Pav.) DC.	Erva, Subarbusto	Rupícola, Terrícola	-				CRF	AP
Rubiaceae	*Borreria verticillata*	(L.) G.Mey.	Subarbusto	Terrícola	-				CUA	AP
Rubiaceae	*Cordiera concolor*	(Cham.) Kuntze	Arbusto, Subarbusto	Rupícola, Terrícola	-				CRF	AP
Rubiaceae	*Cordiera sessilis*	(Vell.) Kuntze	Arbusto	Terrícola	marmelada-de-cachorro				FES	AP
Rubiaceae	*Emmeorhiza umbellata*	(Spreng.) K.Schum.	Liana	Terrícola	-				CUA	AP
Rubiaceae	*Faramea hyacinthina*	Mart.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AP
Rubiaceae	*Ferdinandusa edmundoi*	Sucre	Arbusto	Terrícola	arariba-mirim	Abiótica	SC	SC	FES	AEL
Rubiaceae	*Guettarda viburnoides*	Cham. & Schltdl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica	SI		FES	AEL
Rubiaceae	*Hexasepalum sp.*	Bartl. ex DC.	Erva	-	-				CUA	AP
Rubiaceae	*Ixora brevifolia*	Benth.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-		ST		FES	AEL
Rubiaceae	*Ixora venulosa*	Benth.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Rubiaceae	*Palicourea sessilis*	(Vell.) C.M.Taylor	Arbusto	Terrícola	-				FES	AP, AEL
Rubiaceae	*Psychotria carthagenensis*	Jacq.	Arbusto, Árvore	Terrícola	chacrona	Biótica	SI	D	FES	AEL
Rubiaceae	*Psychotria sp.*	L.	Árvore	-	-				FES	AEL
Rubiaceae	*Rudgea gardenioides*	(Cham.) Mull.Arg.	Árvore	Terrícola	arapoca, pau-de-dóia				FES	AP
Rutaceae	*Dictyoloma vandellianum*	A.Juss.	Árvore	Terrícola	brauninha	Abiótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Rutaceae	*Esenbeckia febrifuga*	(A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	Árvore	Terrícola	laranjeira-do-mato	Abiótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Rutaceae	*Hortia brasiliana*		Arbusto, Árvore	Terrícola	pratudo	Abiótica	SC	SC	FES, Euc.	AP, AEL
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium*	Lam.	Árvore	Terrícola	teta-de-cadela	Biótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Salicaceae	*Casearia arborea*	(Rich.) Urb.	Arbusto, Árvore	Terrícola	espeteiro	Biótica	SI	D	FES, Euc.	AP, AEL
Salicaceae	*Casearia decandra*	Jacq.	Arbusto, Árvore	Terrícola	espeto-vermelho, guaçatonga	Biótica	SI	D	FES	AP, AEL
Salicaceae	*Casearia grandiflora*	Cambess.	Arbusto, Árvore	Terrícola	espeto	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Salicaceae	*Casearia sylvestris*	Sw.	Arbusto, Árvore, Subarbusto	Terrícola	guaçatonga	Biótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Salicaceae	*Xylosma aff. glaberrima*	Sleumer	Árvore	Terrícola	resedá				FES	AP
Sapindaceae	*Allophylus edulis*	(A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	fruto-de-pombo	Biótica	P(SI)	D	FES	AP
Sapindaceae	*Cupania bracteosa*	Radlk.	Arbusto, Árvore	Terrícola	camboatá	Biótica	SC	SC	FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Sapindaceae	*Cupania emarginata*	Cambess.	Arbusto, Árvore	Terrícola	camboatá	Biótica	SC	SC	FES	AEL
Sapindaceae	*Cupania scrobiculata*	Rich.	Arbusto, Árvore	Terrícola	pitombarana	Biótica	C	D	FES	AP
Sapindaceae	*Cupania vernalis*	Cambess.	Árvore	Terrícola	arco-de-barril, camboatá	Biótica	P(SI)	D	FES	AP, AEL
Sapindaceae	*Dilodendron bipinnatum*	Radlk.	Árvore	Terrícola	-	Abiótica	ST	SC	FES	AEL
Sapindaceae	*Matayba elaeagnoides*	Radlk.	Arbusto, Árvore	Terrícola	cuvantã, camboatá	Biótica	P(SI)	D	FES, Euc.	AP, AEL
Sapindaceae	*Matayba guianensis*	Aubl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	camboatá-branco	Biótica	SI	D	FES	AEL
Sapindaceae	*Matayba mollis*	Radlk.	Arbusto, Árvore, Subarbusto	Terrícola	mataíba	Biótica			FES	AP, AEL
Sapindaceae	*Paullinia carpopoda*	Cambess.	Liana	Terrícola	-				FES	AP
Sapotaceae	*Chrysophyllum marginatum*	(Hook. & Arn.) Radlk.	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica			FES	AP, AEL
Sapotaceae	*Pouteria caimito*	(Ruiz & Pav.) Radlk.	Arbusto, Árvore	Terrícola	abiu, abiurana	Biótica	SC	SC	FES	AP, AEL
Siparunaceae	*Siparuna guianensis*	Aubl.	Arbusto, Árvore	Terrícola	capitiú, negramina	Biótica	SI	D	FES	AP, AEL
Siparunaceae	*Siparuna reginae*	(Tul.) A.DC.	Árvore	Terrícola	negramina	Biótica	C	D	FES	AP, AEL
Smilacaceae	*Smilax fluminensis*	Steud.	Liana	Terrícola	japicanga	Biótica			FES	AP
Solanaceae	*Athenaea velutina*	(Sendtn.) D'Arcy	Arbusto	-	-				CRF, FES	AP
Solanaceae	*Iochroma arborescens*	(L.) J.M.H. Shaw	Arbusto, Árvore	Terrícola	fruto-de-sabiá	Biótica			FES	AP

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Solanaceae	*Solanum cladotrichum*	Dunal	Arbusto	Terrícola	-	Biótica	P	D	FES, Euc.	AP
Solanaceae	*Solanum leptostachys*	Dunal	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica			CA, CRF	AP
Solanaceae	*Solanum leucodendron*	Sendtn.	Arbusto	Terrícola	-	Biótica	P		FES	AP, AEL
Solanaceae	*Solanum lycocarpum*	A.St.-Hil.	Arbusto, Árvore	Terrícola	fruta-do-lobo	Biótica			CA	AP
Solanaceae	*Solanum melissarum*	Bohs	Arbusto, Árvore	Terrícola	-	Biótica			CRF, FES	AP
Solanaceae	*Solanum palinacanthum*	Dunal	Arbusto	Terrícola	joá	Biótica	P	D	CA, FES	AP
Solanaceae	*Solanum paniculatum*	L.	Arbusto	Terrícola	jurubeba	Biótica			CA, FES	AP
Solanaceae	*Solanum sisymbriifolium*	Lam.	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	joá	Biótica			CA	AP
Symplocaceae	*Symplocos oblongifolia*	Casar.	Arbusto, Árvore, Subarbusto	Terrícola	congonha-do-campo, quina				FES	AP
Symplocaceae	*Symplocos uniflora*	(Pohl) Benth.	Arbusto, Árvore	Terrícola	sete-sangrias				FES	AEL
Theaceae	*Laplacea fruticosa*	(Schrad.) Kobuski	Arbusto, Árvore	Terrícola	-				Euc.	AP
Thelypteridaceae	*Cyclosorus interruptus*	(Willd.) H. Ito	Erva	Aquática, Terrícola	samambaia				CUA	AP
Thelypteridaceae	*Thelypteridaceae sp.*	-	Erva	-	samambaia				CRF	AP
Typhaceae	*Typha domingensis*	Pers.	Erva	-	taboa				CUA	AP
Urticaceae	*Cecropia hololeuca*	Miq.	Árvore	Terrícola	embaúba-branca	Biótica	P	D	FES	AP, AEL

Família	Espécie	Autor	Hábito	Substrato	Nome comum	Síndrome Dispersão	GE	GF	Fito.	Local
Urticaceae	*Cecropia pachystachya*	Trécul	Árvore	Terrícola	embaúba	Biótica	P	D	CUA, FES	AEL
Verbenaceae	*Lantana camara*	L.	Arbusto	Terrícola	camara				CUA, CRF	AP
Verbenaceae	*Lantana fucata*	Lindl.	Arbusto	Terrícola	-	Biótica			CRF	AP
Verbenaceae	*Lantana robusta*	Schauer	Arbusto, Subarbusto	Terrícola	-				CRF	AP
Vochysiaceae	*Qualea aff. glaziovii*	Warm.	Árvore	Terrícola	-		ST		FESD, Euc.	AP
Vochysiaceae	*Vochysia dasyantha*	Warm.	Árvore	Terrícola	murici-branco				FESD	AEL
Xyridaceae	*Xyris sp.*	Gronov. ex L.	Erva	-	-				CRF	AP

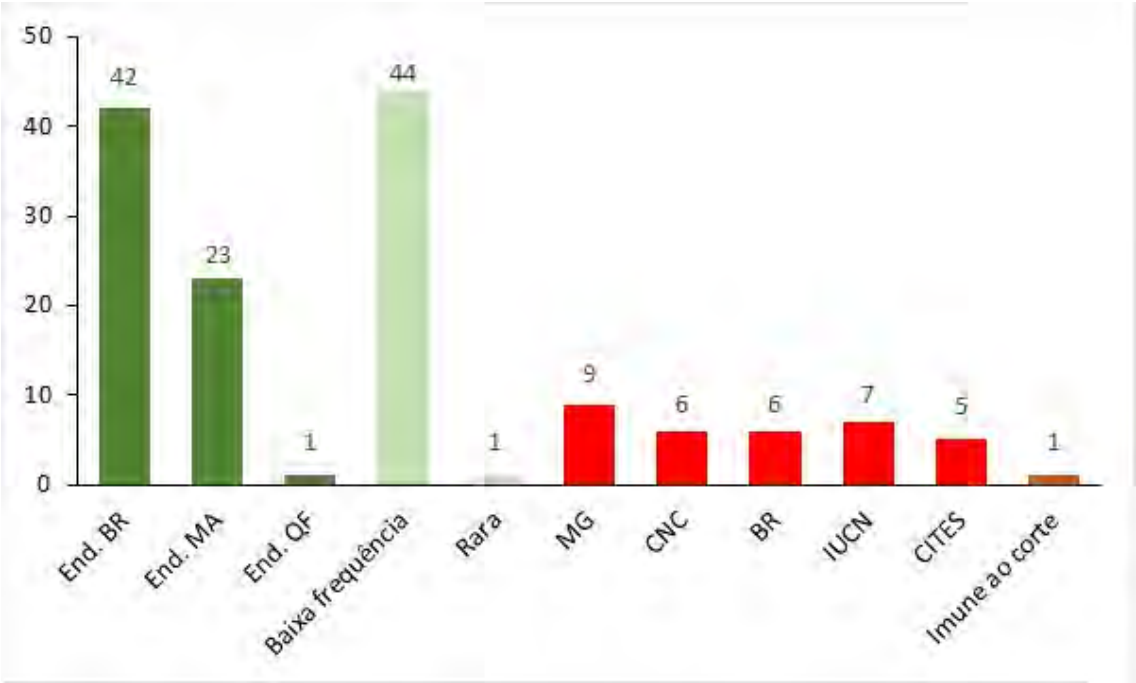
11.6.1.3.1 Espécies de maior interesse para a conservação

Dentre as 359 espécies registradas, 92 apresentam características que as tornam de maior interesse para a conservação (25,6%). São espécies classificadas em alguma categoria de ameaça (BIODIVERSITAS, 2007; MMA 2014; CNCFlora, 2020; IUCN, 2020; e CITES, 2020); endêmicas para o Brasil e/ou para a Mata Atlântica (Flora do Brasil 2020); endêmicas do Quadrilátero Ferrífero (JACOBI & CARMO, 2012; CARMO *et al*., 2018); ou enquadradas em categorias de distribuição restrita (baixa frequência), elencadas como "rara", "muito rara" ou "raríssima" (OLIVEIRA-FILHO, 2006; GIULIETTI *et al.*, 2009). A riqueza de espécies por parâmetro avaliado é apresentada na Figura 135 .

As informações detalhadas para cada um dos táxons são apresentadas no Quadro 111.

Figura 135 Riqueza de espécies de maior interesse para conservação por categoria avaliada

Legenda: **End. BR** = espécies endêmicas do Brasil; **End. MA** = espécies endêmicas da Mata Atlântica; **End. QF** = espécie endêmica do Quadrilátero Ferrífero; **Baixa frequência** = espécies citadas como "rara", "muito rara" ou "raríssima" no Catálogo das Árvores Nativas de Minas Gerais (Oliveira-Filho, 2006); **Rara** = espécie considerada rara (Giullieti *et al*., 2009); **MG** = espécies consideradas ameaçadas em Minas Gerais (Biodiversitas 2007); **CNC** = espécies consideradas ameaçadas para o Brasil (CNCFlora, 2020); **BR** = espécies citadas na lista oficial de espécies ameaçadas para o Brasil (Portaria MMA nº 443 de 2014); **IUCN** = espécies consideradas como ameaçadas em nível global (IUCN, 2021); **CITES** = espécies listadas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2020); **Imune ao corte** = espécie considerada imune ao corte (Lei Estadual nº 20.308 de 2012).



Quadro 111 Espécies de maior interesse para a conservação registradas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto

Legenda: MG = espécies consideradas ameaçadas em Minas Gerais (Biodiversitas 2007); CNC = espécies consideradas ameaçadas para o Brasil (CNCFlora, 2020); IUCN = espécies consideradas como ameaçadas em nível global (IUCN, 2021); CITES = espécies listadas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2020); MMA 2014 = espécies citadas na lista oficial de espécies ameaçadas para o Brasil (Portaria MMA nº 443 de 2014); BR = espécies endêmicas do Brasil; MA = espécies endêmicas da Mata Atlântica; QF = espécie endêmica do Quadrilátero Ferrífero; Rara = espécie considerada rara (Giullieti *et al*., 2009); Frequência = espécies citadas como "rara", "muito rara" ou "raríssima" no Catálogo das Árvores Nativas de Minas Gerais (Oliveira-Filho, 2006); *** = espécie considerada imune ao corte (Lei Estadual nº 20.308 de 2012).

Familia	Espécie	Lista de Ameaçadas					Endemismo			Rara	Frequência	Local
		MG	CNC	IUCN	CITES	MMA 2014	BR	MA	QF			
Annonaceae	*Anaxagorea dolichocarpa*										Muito rara	AP
Annonaceae	*Annona sylvatica*							X				AP, AEL
Annonaceae	*Guatteria australis*							X				AP
Annonaceae	*Guatteria villosissima*						X	X				AP, AEL
Apocynaceae	*Aspidosperma olivaceum*						X	X				AP
Apocynaceae	*Himatanthus bracteatus*						X	X				AP
Araceae	*Philodendron propinquum*						X	X				AP
Arecaceae	*Euterpe edulis*	VU	VU			VU						AEL
Arecaceae	*Geonoma schottiana*						X	X				AP, AEL
Asteraceae	*Baccharis serrulata*										Muito rara	AP
Asteraceae	*Eremanthus crotonoides*										Muito rara	AP
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus****											AEL
Blechnaceae	*Blechnum gracile*						X					AP
Bromeliaceae	*Dyckia densiflora*								X	X		AP
Chrysobalanaceae	*Licania kunthiana*										Rara	AP, AEL
Chrysobalanaceae	*Licaria bahiana*						X	X			Raríssima	AP
Clusiaceae	*Tovomitopsis paniculata*						X	X				AP, AEL
Cunoniaceae	*Lamanonia cuneata*						X				Muito rara	AP, AEL
Cyatheaceae	*Cyathea delgadii*				II							AEL
Cyatheaceae	*Cyathea phalerata*				II							AP

Familia	Espécie	Lista de Ameaçadas					Endemismo			Rara	Frequência	Local
		MG	CNC	IUCN	CITES	MMA 2014	BR	MA	QF			
Dilleniaceae	*Davilla flexuosa*						X	X				AP
Fabaceae	*Abarema brachystachya*	VU		VU			X	X				AEL
Fabaceae	*Abarema cochliacarpos*			VU								AP, AEL
Fabaceae	*Albizia pedicellaris*										Raríssima	AP
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*		VU			VU						AP, AEL
Fabaceae	*Chamaecrista mucronata*	VU										AP
Fabaceae	*Dalbergia foliolosa*				II							AP, AEL
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	VU	VU	VU	I	VU	X	X			Ocasional	AP, AEL
Fabaceae	*Dalbergia villosa*				II							AP, AEL
Fabaceae	*Deguelia costata*						X	X				AP, AEL
Fabaceae	*Diplotropis ferruginea*						X	X			Muito rara	AP, AEL
Fabaceae	*Hymenolobium janeirense*							X				AEL
Fabaceae	*Inga edulis*										Rara	AP, AEL
Fabaceae	*Machaerium villosum*			VU								AP
Fabaceae	*Melanoxylon brauna*	VU	VU			VU						AP, AEL
Fabaceae	*Mimosa setosa*										Raríssima	AP
Fabaceae	*Piptadenia adiantoides*										Rara	AP
Fabaceae	*Piptocarpha macropoda*							X				AP, AEL
Fabaceae	*Plathymenia reticulata*			VU								AP
Fabaceae	*Senna reniformis*										Muito rara	AP
Fabaceae	*Swartzia acutifolia*										Rara	AP
Fabaceae	*Swartzia flaemingii*						X					AEL
Fabaceae	*Swartzia pilulifera*										Rara	AP, AEL
Fabaceae	*Tachigali friburgensis*	EM					X	X				AP
Fabaceae	*Tachigali rugosa*						X	X				AP

Familia	Espécie	Lista de Ameaçadas					Endemismo			Rara	Frequência	Local
		MG	CNC	IUCN	CITES	MMA 2014	BR	MA	QF			
Humiriaceae	*Humiria balsamifera*										Muito rara	AP
Lauraceae	*Ocotea indecora*						X				Rara	AP
Lauraceae	*Ocotea laxa*						X					AP
Lauraceae	*Ocotea odorifera*	VU	EN	VU		EN						AEL
Malpighiaceae	*Byrsonima variabilis*										Muito rara	AP
Malpighiaceae	*Peixotoa glabra*	VU										AP
Melastomataceae	*Leandra aurea*										Rara	AP
Melastomataceae	*Macairea radula*										Muito rara	AP
Melastomataceae	*Miconia brunnea*						X				Rara	AEL
Melastomataceae	*Miconia cinnamomifolia*						X					AEL
Melastomataceae	*Miconia latecrenata*						X					AP
Melastomataceae	*Miconia paniculata*										Muito rara	AP, AEL
Menispermaceae	*Abuta selloana*						X	X			Muito rara	AP
Monimiaceae	*Mollinedia elegans*						X				Raríssima	AP
Monimiaceae	*Mollinedia schottiana*						X				Rara	AEL
Moraceae	*Ficus obtusifolia*										Rara	AP
Myrtaceae	*Eugenia umbrosa*						X	X				AP
Myrtaceae	*Myrceugenia alpigena*										Rara	AP
Myrtaceae	*Myrcia coelosepala*						X					AP
Myrtaceae	*Myrcia crocea*						X				Rara	AP, AEL
Myrtaceae	*Myrcia hebepetala*						X					AP
Myrtaceae	*Myrcia obovata*										Rara	AP
Myrtaceae	*Psidium cattleianum*										Rara	AP
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*										Rara	AEL
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora*			VU								AP

Familia	Espécie	Lista de Ameaçadas					Endemismo			Rara	Frequência	Local
		MG	CNC	IUCN	CITES	MMA 2014	BR	MA	QF			
Ochnaceae	*Ouratea floribunda*										Muito rara	AEL
Polygonaceae	*Ruprechtia lundii*						X					AP
Proteaceae	*Euplassa incana*		VU			VU					Rara	AEL
Pteridaceae	*Adiantum raddianum*						X					AP
Rubiaceae	*Faramea hyacinthina*						X				Muito rara	AP
Rubiaceae	*Ferdinandusa edmundoi*						X	X				AEL
Rubiaceae	*Ixora venulosa*										Muito rara	AP
Rubiaceae	*Rudgea gardenioides*	VU					X				Muito rara	AP
Salicaceae	*Xylosma glaberrima*						X					AP
Sapindaceae	*Cupania emarginata*						X	X			Muito rara	AEL
Sapindaceae	*Cupania scrobiculata*										Raríssima	AP
Sapotaceae	*Pouteria caimito*										Rara	AP, AEL
Siparunaceae	*Siparuna reginae*										Rara	AP, AEL
Solanaceae	*Solanum cladotrichum*										Muito rara	AP
Solanaceae	*Solanum leptostachys*						X					AP
Solanaceae	*Solanum leucodendron*						X					AP, AEL
Solanaceae	*Solanum melissarum*						X				Muito rara	AP
Strombosiaceae	*Tetrastylidium grandifolium*						X				Muito rara	AP
Symplocaceae	*Symplocos uniflora*										Muito rara	AEL
Verbenaceae	*Lantana robusta*						X	X				AP
Vochysiaceae	*Qualea glaziovii*						X					AP
Vochysiaceae	*Vochysia dasyantha*										Muito rara	AEL

11.6.1.3.1.1 Espécies endêmicas

Dentre as espécies registradas na Área do Projeto e na Área de Estudo Local 47 (13%) apresentam algum grau de endemismo conforme a análise realizada. Quarenta e duas (42) espécies são endêmicas do território brasileiro, vinte e três (23) são endêmicas do domínio da Mata Atlântica, e dezenove (19) espécies são restritas da Mata Atlântica brasileira (Quadro 112). Uma espécie, a bromélia *Dyckia densiflora*, é endêmica das cangas do Quadrilátero Ferrífero (JACOBI & CARMO, 2012; CARMO *et al.*, 2018).

Quadro 112 Espécies endêmicas registradas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto (AP)

Legenda: End. BR = Endêmica do Brasil; End. MA = Endêmica da Mata Atlântica; End. QF = Endêmica do Quadrilátero Ferrífero

Família	Espécie	End. BR	End. MA	End. QF	Local
Annonaceae	*Annona sylvatica*		X		AP, AEL
Annonaceae	*Guatteria australis*		X		AP
Annonaceae	*Guatteria villosissima*	X	X		AP, AEL
Apocynaceae	*Aspidosperma olivaceum*	X	X		AP
Apocynaceae	*Himatanthus bracteatus*	X	X		AP
Araceae	*Philodendron propinquum*	X	X		AP
Arecaceae	*Geonoma schottiana*	X	X		AP, AEL
Blechnaceae	*Blechnum gracile*	X			AP
Bromeliaceae	*Dyckia densiflora*			X	AP
Chrysobalanaceae	*Licaria bahiana*	X	X		AP
Clusiaceae	*Tovomitopsis paniculata*	X	X		AP, AEL
Cunoniaceae	*Lamanonia cuneata*	X			AP, AEL
Dilleniaceae	*Davilla flexuosa*	X	X		AP
Fabaceae	*Abarema brachystachya*	X	X		AEL
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	X	X		AP, AEL
Fabaceae	*Deguelia costata*	X	X		AP, AEL
Fabaceae	*Diplotropis ferruginea*	X	X		AP, AEL
Fabaceae	*Hymenolobium janeirense*		X		AEL
Fabaceae	*Piptocarpha macropoda*		X		AP, AEL
Fabaceae	*Swartzia flaemingii*	X			AEL
Fabaceae	*Tachigali friburgensis*	X	X		AP
Fabaceae	*Tachigali rugosa*	X	X		AP
Lauraceae	*Ocotea indecora*	X			AP
Lauraceae	*Ocotea laxa*	X			AP
Melastomataceae	*Miconia brunnea*	X			AEL
Melastomataceae	*Miconia cinnamomifolia*	X			AEL
Melastomataceae	*Miconia latecrenata*	X			AP
Menispermaceae	*Abuta selloana*	X	X		AP

Família	Espécie	End. BR	End. MA	End. QF	Local
Monimiaceae	*Mollinedia elegans*	X			AP
Monimiaceae	*Mollinedia schottiana*	X			AEL
Myrtaceae	*Eugenia umbrosa*	X	X		AP
Myrtaceae	*Myrcia coelosepala*	X			AP
Myrtaceae	*Myrcia crocea*	X			AP, AEL
Myrtaceae	*Myrcia hebepetala*	X			AP
Polygonaceae	*Ruprechtia lundii*	X			AP
Pteridaceae	*Adiantum raddianum*	X			AP
Rubiaceae	*Faramea hyacinthina*	X			AP
Rubiaceae	*Ferdinandusa edmundoi*	X	X		AEL
Rubiaceae	*Rudgea gardenioides*	X			AP
Salicaceae	*Xylosma glaberrima*	X			AP
Sapindaceae	*Cupania emarginata*	X	X		AEL
Solanaceae	*Solanum leptostachys*	X			AP
Solanaceae	*Solanum leucodendron*	X			AP, AEL
Solanaceae	*Solanum melissarum*	X			AP
Strombosiaceae	*Tetrastylidium grandifolium*	X			AP
Verbenaceae	*Lantana robusta*	X	X		AP
Vochysiaceae	*Qualea glaziovii*	X			AP

11.6.1.3.1.2 Espécies de distribuição e raras

Quarenta e quatro espécies (44) são consideradas pouco frequentes em Minas Gerais de acordo com Oliveira-Filho (2006). Dentres elas 18 são consideradas "raras", 21 "muito raras" e cinco (5) são consideradas "raríssimas", a saber: *Albizia pedicellaris, Cupania scrobiculata, Licaria bahiana, Mimosa setosa e Mollinedia elegans* (Quadro 113).

Apenas uma espécie, a bromélia *Dyckia densiflora* registrada no Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto, é considerada rara segundo Giulietti *et al.* (2009).

Quadro 113 Espécies pouco frequentes em Minas Gerais e raras registradas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto (AP)

Família	Espécie	Giulietti *et al.* (2009).	Oliveira-Filho (2006)	Local
Annonaceae	*Anaxagorea dolichocarpa*		Muito rara	AP
Asteraceae	*Baccharis serrulata*		Muito rara	AP
Asteraceae	*Eremanthus crotonoides*		Muito rara	AP
Bromeliaceae	*Dyckia densiflora*	X		AP
Chrysobalanaceae	*Licania kunthiana*		Rara	AP, AEL
Chrysobalanaceae	*Licaria bahiana*		Raríssima	AP
Cunoniaceae	*Lamanonia cuneata*		Muito rara	AP, AEL
Fabaceae	*Albizia pedicellaris*		Raríssima	AP

Família	Espécie	Giulietti *et al.* (2009).	Oliveira-Filho (2006)	Local
Fabaceae	*Diplotropis ferruginea*		Muito rara	AP, AEL
Fabaceae	*Inga edulis*		Rara	AP, AEL
Fabaceae	*Mimosa setosa*		Raríssima	AP
Fabaceae	*Piptadenia adiantoides*		Rara	AP
Fabaceae	*Senna reniformis*		Muito rara	AP
Fabaceae	*Swartzia acutifolia*		Rara	AP
Fabaceae	*Swartzia pilulifera*		Rara	AP, AEL
Humiriaceae	*Humiria balsamifera*		Muito rara	AP
Lauraceae	*Ocotea indecora*		Rara	AP
Malpighiaceae	*Byrsonima variabilis*		Muito rara	AP
Melastomataceae	*Leandra aurea*		Rara	AP
Melastomataceae	*Macairea radula*		Muito rara	AP
Melastomataceae	*Miconia brunnea*		Rara	AEL
Melastomataceae	*Miconia paniculata*		Muito rara	AP, AEL
Menispermaceae	*Abuta selloana*		Muito rara	AP
Monimiaceae	*Mollinedia elegans*		Raríssima	AP
Monimiaceae	*Mollinedia schottiana*		Rara	AEL
Moraceae	*Ficus obtusifolia*		Rara	AP
Myrtaceae	*Myrceugenia alpigena*		Rara	AP
Myrtaceae	*Myrcia crocea*		Rara	AP, AEL
Myrtaceae	*Myrcia obovata*		Rara	AP
Myrtaceae	*Psidium cattleianum*		Rara	AP
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*		Rara	AEL
Ochnacae	*Ouratea floribunda*		Muito rara	AEL
Proteaceae	*Euplassa incana*		Rara	AEL
Rubiaceae	*Faramea hyacinthina*		Muito rara	AP
Rubiaceae	*Ixora venulosa*		Muito rara	AP
Rubiaceae	*Rudgea gardenioides*		Muito rara	AP
Sapindaceae	*Cupania emarginata*		Muito rara	AEL
Sapindaceae	*Cupania scrobiculata*		Raríssima	AP
Sapotaceae	*Pouteria caimito*		Rara	AP, AEL
Siparunaceae	*Siparuna reginae*		Rara	AP, AEL
Solanaceae	*Solanum cladotrichum*		Muito rara	AP
Solanaceae	*Solanum melissarum*		Muito rara	AP
Strombosiaceae	*Tetrastylidium grandifolium*		Muito rara	AP
Symplocaceae	*Symplocos uniflora*		Muito rara	AEL
Vochysiaceae	*Vochysia dasyantha*		Muito rara	AEL

11.6.1.3.1.3 Espécies ameaçadas e imunes ao corte

Dezenove espécies (19) são citadas em pelo menos uma das listas consultadas (BIODIVERSITAS, 2007; MMA, 2014; CNCFlora, 2020; IUCN, 2020; e CITES, 2020) (Quadro 114). Seis (6) espécies foram registradas na Área do Projeto e na Área de Estudo Local (AEL), sendo cinco (5) espécies somente na AEL e nove (8) na Área do Projeto.

Nove (9) espécies são citadas como ameaçadas para Minas Gerais (BIODIVERSITAS, 2007), sendo oito na categoria "vulnerável" e uma classificada como "em perigo". No âmbito global (IUCN, 2021) foram registrados sete táxons considerados ameaçados, todos na categoria "vulnerável".

Cinco espécies são listadas na *Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção* (CITES, 2020), sendo uma mencionada no Anexo I (*Dalbergia nigra*), que trata das espécies ameaçadas que são ou podem ser afetadas pelo comércio internacional, e quatro mencionadas no Anexo II, que trata das espécies que não são necessariamente ameaçadas, mas que poderão chegar a esta situação caso não haja o controle sobre o comércio das mesmas.

Em relação à **Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**, apresentada na Portaria MMA nº 443 de 2014, seis (6) táxons são considerados ameaçados, sendo cinco na categoria "vulnerável": *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia), *Melanoxylon brauna* (braúna), *Apuleia leiocarpa* (amarelão), *Euterpe edulis* (jussara) e *Euplassa incana*; e uma na categoria "em perigo": *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás).

Euplassa incana, *Euterpe edulis* (jussara) e *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) foram registradas apenas na Área de Estudo Local.

Uma espécie é considerada imune de corte de acordo com Lei Estadual nº 20.308/ 2012: o ipê amarelo (*Handroanthus ochraceus*) registrado na Área de Estudo Local.

Quadro 114 Espécies ameaçadas registradas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto (AP)

Legenda: MG = Biodiversitas (2007); MMA 2014 = Portaria MMA nº 443 de 2014; CNC = CNCFlora (2020); IUCN = IUCN (2020); CITES = Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2020); ** espécies consideradas ameaçadas em lista oficial.

Família	Espécie	MG	MMA 2014	CNC	IUCN	CITES	Local
Arecaceae	*Euterpe edulis***	VU	VU	VU			AEL
Cyatheaceae	*Cyathea delgadii*					II	AEL
Cyatheaceae	*Cyathea phalerata*					II	AP
Fabaceae	*Abarema brachystachya*	VU			VU		AEL
Fabaceae	*Abarema cochliacarpos*				VU		AP, AEL
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa***		VU	VU			AP, AEL
Fabaceae	*Chamaecrista mucronata*	VU					AP
Fabaceae	*Dalbergia foliolosa*					II	AP, AEL
Fabaceae	*Dalbergia nigra***	VU	VU	VU	VU	I	AP, AEL
Fabaceae	*Dalbergia villosa*					II	AP, AEL
Fabaceae	*Machaerium villosum*				VU		AP
Fabaceae	*Melanoxylon brauna***	VU	VU	VU			AP, AEL
Fabaceae	*Plathymenia reticulata*				VU		AP
Fabaceae	*Tachigali friburgensis*	EN					AP
Lauraceae	*Ocotea odorifera***	VU	EN	EN	VU		AEL
Malpighiaceae	*Peixotoa glabra*	VU					AP
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora*				VU		AP
Proteaceae	*Euplassa incana***		VU	VU			AEL
Rubiaceae	*Rudgea gardenioides*	VU					AP

Estimativa do número de indivíduos das espécies citadas na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443/ 2014) presentes na Área do Projeto (AP)

Para as espécies registradas na Área do Projeto citadas na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443/2014) foi realizada uma avaliação da estimativa de indivíduos presentes em cada um dos ambientes florestais mapeados. Essa avalição baseou-se nos dados de densidade absoluta (DA) obtidos no levantamento fitossociológico.

Para *Apuleia leiocarpa* foram estimados 377,6 espécimes; para *Dalbergia nigra* 89,7; e para *Melanoxylon brauna* 26,6 indivíduos para Área do Projeto. (Quadro 115).

Quadro 115 Estimativa de indivíduos das espécies referidas na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443/2014) registradas na Área do Projeto

Legenda: FESm/a = Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração; FESm = Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração; FESi = Floresta Estacional Semidecidual em estágio nicial de regeneração; REF-M. Agudo = Plantio de eucalipto não manejado na área da expansão da cava de Morro Agudo Cururu; DA = Densidade absoluda (ind/ha); T = total estimado dado pela DA (ind./ha) x Área (ha); Total Geral = Soma dos totais estimados para cada ambiente.

Espécies	Ambiente												Total Geral
	FESm/a			FESm			FESi			REF-Morro Agudo			
	DA	Área (ha)	T	DA	Área (ha)	T	DA	ha	T	Área (ha)	ha	T	
Apuleia leiocarpa	28,6	4,41	126,1	4,2	12,67	53,2	5,6	14,45	80,9	2,5	46,94	117,4	**377,6**
Dalbergia nigra	14,3		63,1	2,1		26,6	-		-	-		-	**89,7**
Melanoxylon brauna	-		-	2,1		26,6	-		-	-		-	**26,6**

11.6.1.4 Caracterização dos ambientes mapeados na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto

11.6.1.4.1 Área de Estudo Local

A Área de Estudo Local (AEL) é formada por um conjunto de serras cujo entorno é caracterizado por áreas menos elevadas. No conjunto serrano predominam cristas com vales encaixados e vertentes ravinadas. Portanto verifica-se predomínio de relevo forte ondulado e porções localizadas de relevo montanhoso, com declividades mais acentuadas. Essa geomorfologia acidentada é responsável pela distribuição das fitofisionomias naturais e pela ocupação diferenciada do solo pelas atividades antrópicas.

Assim, é visto que ao longo das encostas menos íngremes, as florestas foram largamente alteradas para a instituição de plantio florestal de eucalipto, enquanto nas encostas mais íngremes e nas bordas dos cursos d'água, invariavelmente bastante encaixados, a cobertura vegetal apresenta-se mais preservada.

Conforme apresentado no item 11.3 - Uso do Solo e Cobertura Vegetal no Volume I deste EIA, os plantios de eucalipto não manejados e as áreas operacionais e administrativas da mineração caracterizam-se como os principais elementos na paisagem. Ocupam respectivamente 896,07 e 323,38 ha e, em conjunto, representando 56,02% da AEL.

As áreas com cobertura vegetal nativa abrangem 27,76% da AEL sendo representadas, principalmente, pela Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios de regeneração natural.

A vegetação nativa é florestal típica, do tipo Floresta Estacional Semidecidual, com vários elementos que remetem à vegetação que ocorre ao longo do Vale do Rio Doce, em particular, e de forma mais geral às florestas que se estendem por todo o leste de Minas Gerais.

A seguir é apresentada a caracterização estrutural dos trechos de Floresta Estacional Semidecidual mais preservados amostrados na Área de Estudo Local.

11.6.1.4.1.1 Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local

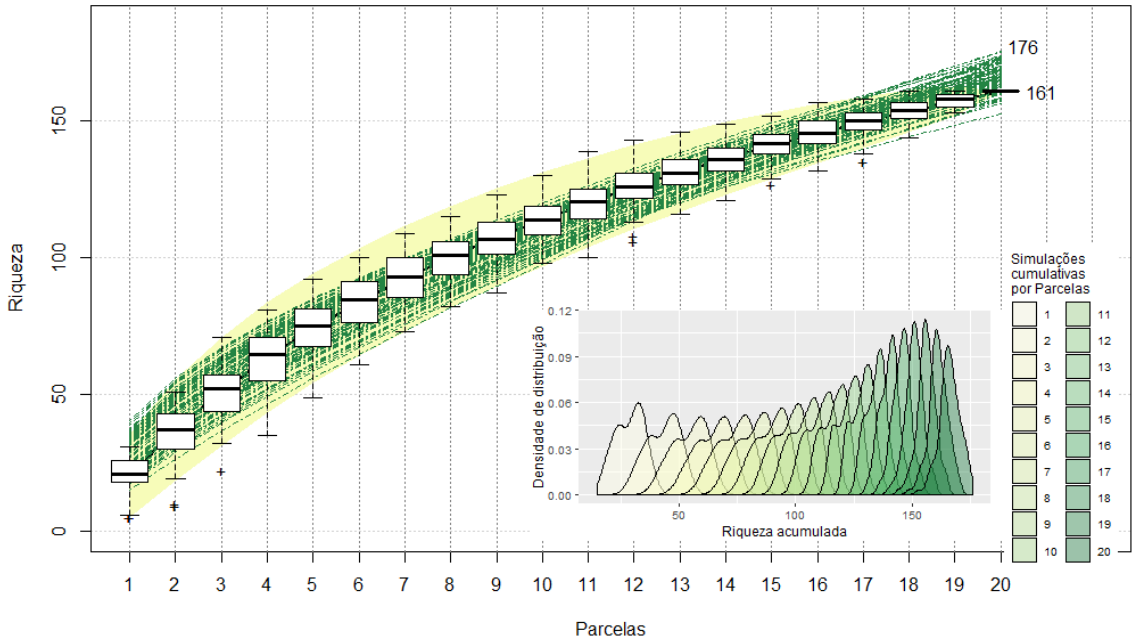
Os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, em diferentes estágios de regeneração, ocupam 604,29 ha da AEL (27,76%). Para a caracterização das florestas naturais na AEL foram alocadas 20 unidades amostrais de 300m² (6000 m²) distribuídas ao longo dos trechos aparentemente mais preservados, caracterizados predominantemente como Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração.

A incursão de campo nas áreas florestais da AEL é representada pela curva do coletor apresentada na Figura 136 . Essa curva apresenta o acúmulo de espécies ao longo da amostragem realizada no interior das unidades amostrais. Sobre essa curva básica foram feitas reamostragens (sucessivas simulações) para se verificar a suficiência amostral.

Acessoriamente as abundâncias das espécies ao longo das unidades amostrais foi também alvo de simulações, a partir das quais se verifica a densidade de valores da contagem das espécies coletadas. Para essa simulação é esperado que haja uma contração da amplitude da densidade de valores, com a curva de sua representação tornando-se gradativamente mais afilada (tendência leptocúrtica), indicando uma coleta robusta.

A curva do coletor para a Floresta Estacional Semidecidual na AEL apresentou um total de 161 espécies amostradas. Considerando a simulação de reamostragens foi encontrado um máximo de 176 espécies, ou seja, 15 espécies a mais numa amostragem igual à realizada. A curva apresenta propensão para a estabilização e o subgráfico apresenta tendência ao afilamento.

Figura 136 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual localizada na Área de Estudo Local



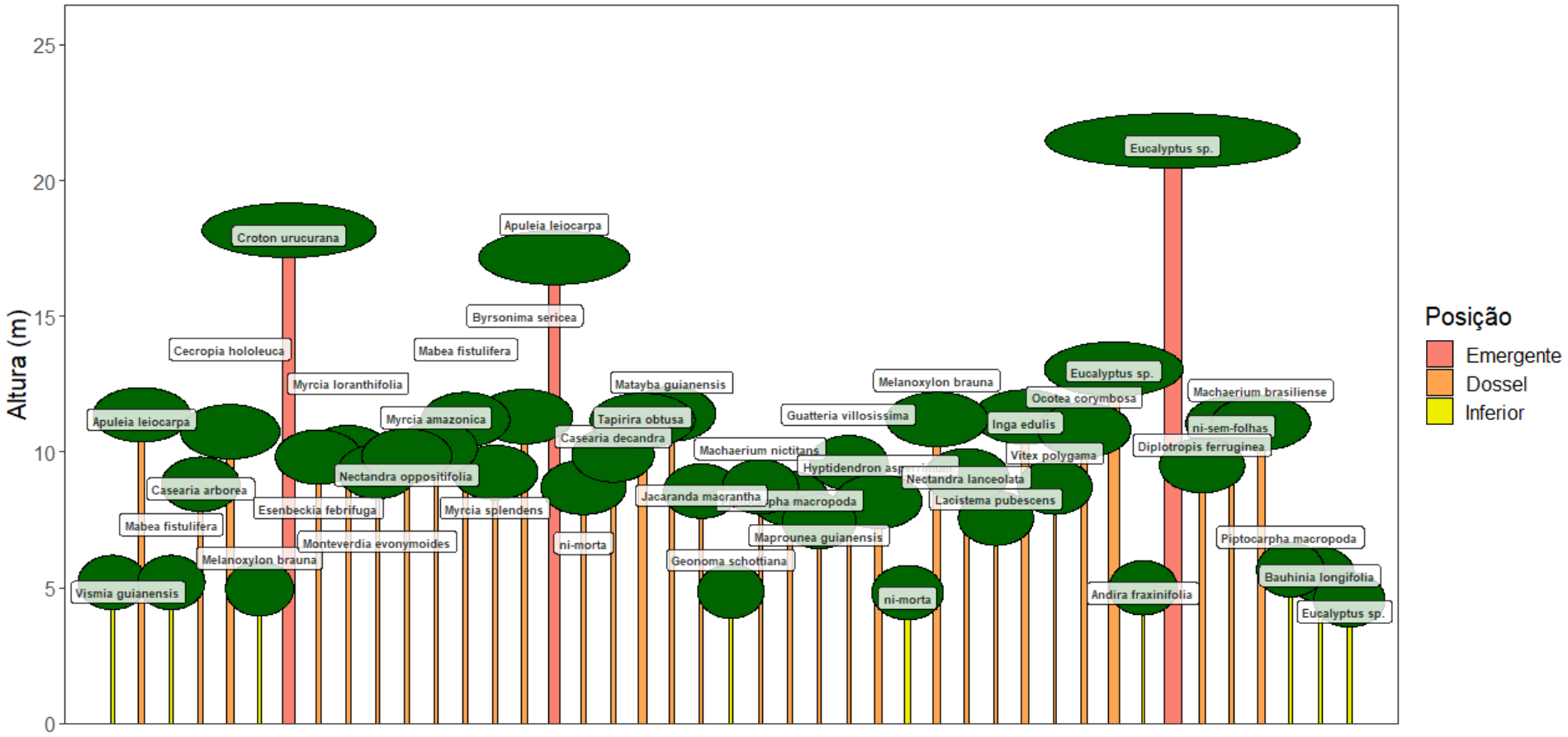
A Figura 137 ilustra o perfil da floresta na AEL (baseado em COSTA, 2019), onde cada estrato vertical foi definido segundo dados extraídos da fitossociologia. A floresta apresentou altura total média e desvio de padrão de 9,03 m ± 3,47 m. A partir desses valores foi adotado o limite mínimo para as árvores na posição inferior do estrato florestal como aquelas que tivessem a média menos um desvio padrão (6 m). Para o limite máximo definiu-se 16 metros de altura (foram adicionados dois desvios-padrão sobre a média da atura das árvores: um para se chegar à média do dossel - 12,5 m - e outro para seu limite máximo - 16 m). Acima de 16 m as árvores foram classificadas como emergentes. Não foram diferenciadas as plantas nativas do eucalipto.

Tomando essas definições o total de fustes amostrados (1093) foi dividido em 805 fustes para o dossel (73,65%), 230 para o estrato inferior (21,04%) e 58 fustes para o emergente (5,31%). Para ilustrar o perfil da floresta semidecidual da AEL considerou-se a média de árvores por parcela (44 árvores/parcela), a partir da qual foi executada uma amostragem proporcional, sendo 31 plantas para o dossel, 9 para o estrato inferior e 3 para o emergente (Figura 137).

A inserção de espécie por posição e por estrato foi feita tendo como referência o índice de diversidade de Shannon (H'), procedimento que indicou a probabilidade com a qual as espécies seriam incluídas na representação do perfil.

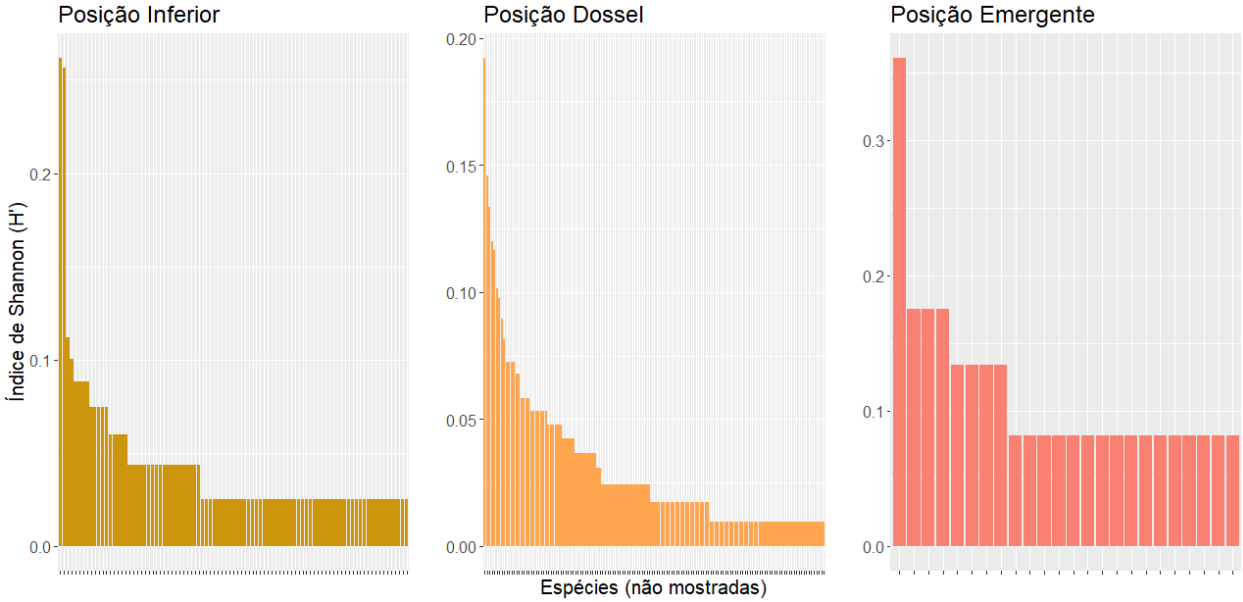
Os portes das árvores foram extraídos dos dados coletados em campo (DAP e altura) que, por fórmula matemática linear (distância euclidiana), originaram os diâmetros de copa.

Figura 137 Perfil da floresta construído a partir da análise fitossociológica da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local



O valor da diversidade de Shannon (H') para cada estrato foi de: H'= 3.949, para o estrato inferior; H'= 4.367 para o dossel; e H'= 2.735 para a posição emergente. Na Figura 138 é possível visualizar que a estrutura vertical das plantas emergentes foi a mais simples. O dossel e o estrato inferior apresentaram estruturas mais complexas, sendo o estrato inferior o menos representativo em função da menor densidade de plantas nessa camada.

Figura 138 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual da Área de Estudo Local



O Quadro 116 apresenta as espécies com os maiores valores de diversidade de Shannon (H') em cada um dos estratos.

Quadro 116Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das principais espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual da Área de Estudo Local

Estrato	Espécie	H'
Inferior	*Piptocarphamacropoda*	0.262
Inferior	Indivíduo morto	0.257
Inferior	*Geonomaschottiana*	0.112
Inferior	*Melanoxylonbrauna*	0.101
Inferior	*Andirafraxinifolia*	0.088
Inferior	*Eucalyptus sp.*	0.088
Inferior	*Mabeafistulifera*	0.088
Inferior	*Vismiaguianensis*	0.088
Inferior	*Bauhinialongifolia*	0.075
Inferior	*Jacarandamacrantha*	0.075
Inferior	*Lueheadivaricata*	0.075

Estrato	Espécie	H'
Inferior	*Myrcialoranthifolia*	0.075
Inferior	*Não identificada*	0.075
Inferior	*Calliandrafasciculata*	0.060
Inferior	*Casearia arborea*	0.060
Dossel	*Piptocarphamacropoda*	0.192
Dossel	*Indivíduo morto*	0.146
Dossel	*Eucalyptus sp.*	0.133
Dossel	*Mataybaguianensis*	0.120
Dossel	*Myrcialoranthifolia*	0.116
Dossel	*Casearia arborea*	0.102
Dossel	*Byrsonimasericea*	0.098
Dossel	*Jacarandamacrantha*	0.090
Dossel	*Casearia decandra*	0.081
Dossel	*Apuleialeiocarpa*	0.072
Dossel	*Ingaedulis*	0.072
Dossel	*Tapirira obtusa*	0.072
Dossel	*Vitexpolygama*	0.072
Dossel	*Esenbeckiafebrifuga*	0.068
Dossel	*Mabeafistulifera*	0.068
Dossel	*Guatteriavillosissima*	0.058
Dossel	*Machaeriumnictitans*	0.058
Dossel	*Melanoxylonbrauna*	0.058
Dossel	*Não identificada*	0.058
Dossel	*Cecropiahololeuca*	0.053
Dossel	*Hyptidendronasperrimum*	0.053
Dossel	*Lacistemapubescens*	0.053
Dossel	*Maprouneaguianensis*	0.053
Dossel	*Myrciasplendens*	0.053
Dossel	*Nectandralanceolata*	0.053
Dossel	*Ocoteacorymbosa*	0.053
Dossel	*Diplotropisferruginea*	0.048
Dossel	*Machaerium brasiliense*	0.048
Dossel	*Monteverdiaevonymoides*	0.048
Dossel	*Myrciaamazonica*	0.048
Emergente	*Eucalyptus sp.*	0.361
Emergente	*Apuleialeiocarpa*	0.176
Emergente	*Crotonurucurana*	0.176
Emergente	*Vochysiadasyantha*	0.176
Emergente	*Alchorneatriplinervia*	0.134

As maiores plantas são de eucalipto, seguidas pelas nativas emergentes *Apuleia leiocarpa* (garapa), *Croton urucurana* (sangra-dágua), *Vochysia dasyantha* (murici-branco), *Alchornea triplinervia* (tapiá) e *Anadenanthera colubrina* (angico). O dossel é predominantemente fechado, mas ocorrem flutuações nessa estrutura, provavelmente devido às condições de geomorfologia e solos diferenciados ao longo das unidades amostrais alocadas na AEL (porções de floresta em topos de morro). As espécies mais comuns no dossel são *Piptocarpha macropoda*, o grupo dos indivíduos mortos, *Eucalyptus* sp., *Matayba guianensis* (camboatá-branco), *Myrcia loranthifolia* e *Casearia arborea* (espeteiro). No estrato inferior são mais frequentes *Piptocarpha macropoda* (candeião), o grupo dos indivíduos mortos, *Geonoma schottiana*, *Andira fraxinifolia* (morcegueira) e eucalipto.

O eucalipto ocorre nos três estratos, *Apuleia leiocarpa* (garapa) nos dois superiores e *Piptocarpha macropoda* (candeião) nos dois estratos inferiores.

A onipresença do eucalipto é provavelmente uma herança dos amplos plantios existentes na região. Por se tratar de uma espécie subespontânea ele segue se desenvolvendo na mata nativa e que, por ser um elemento exógeno invasor, é potencialmente depreciativo para a comunidade vegetal.

A presença de *Apuleia leiocarpa* (garapa), planta secundária tardia com ocorrência em dois estratos, é indicativo da boa qualidade geral da mata. Porém, a presença marcante da pioneira *Piptocarpha macropoda* nos estratos dossel e inferior pode ser um indício de uma sucessão mais recente. Esse indício é corroborado pela alta densidade de indivíduos mortos, sendo esse um indicativo de distúrbios constantes, exógenos ou endógenos à comunidade vegetal.

Em relação à estrutura da comunidade vegetal foi realizada a ordenação das abundâncias relativas das espécies. A distribuição resultante segue o modelo tradicional para ambientes biológicos, em geral com muitas amostras de uma única espécie e gradativamente menos para os demais táxons, típicas das chamadas florestas inequiâneas. Essas florestas apresentam um padrão "J invertido" onde uma espécie, tomada ao acaso da comunidade, tem uma chance muito alta de ser pouco abundante e uma chance pequena de ser muito abundante. Na Figura 139 é apresentado o padrão de distribuição da abundância das espécies nas florestas da AEL.

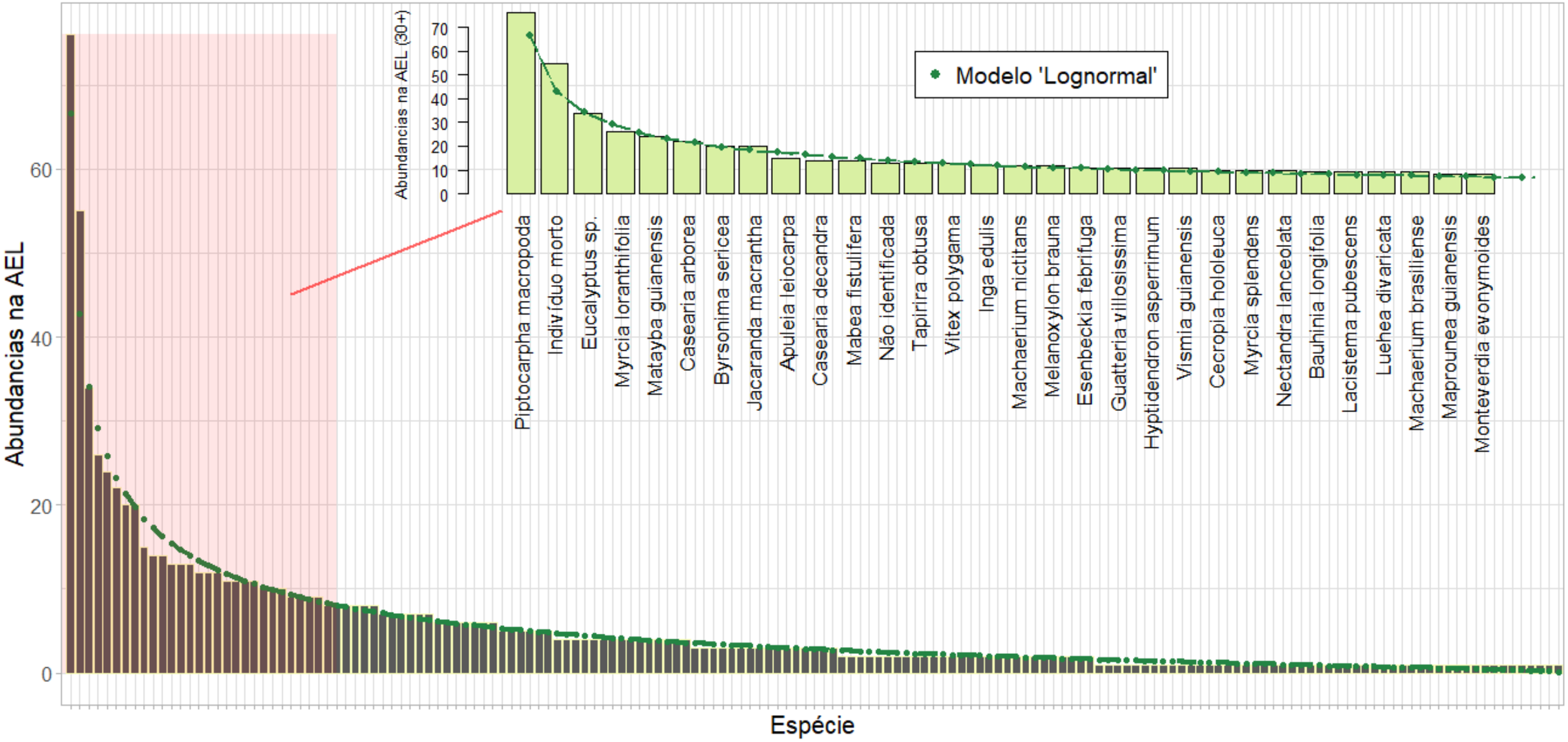
A distribuição da abundância das espécies na AEL foi testada para vários modelos teórico-aplicados para a biologia, a saber: modelo nulo, série geométrica de Motomura, Lognormal, Zipf e Mandelbrot, cada uma delas sendo elencados pelo menor AIC (Akaike's Information Criterion).

Pela distribuição da frequência das abundâncias, a melhor descrição para elas é feita pelo modelo log-normal que prediz uma comunidade ecológica constituída por muitas espécies funcionalmente heterogêneas, cuja abundância é influenciada por muitos fatores independentes (MARTINS & SANTOS, 1999). Essa heterogeneidade funcional permite uma partilha equilibrada dos recursos disponíveis, com a maioria das espécies apresentando valores de abundância intermediários e poucas espécies com valores de abundância extremos (raras e comuns) e (MARTINS & SANTOS 1999; DAJOZ 2005).

Esse resultado indica que os remanescentes de floresta semidecidual localizados na AEL são evoluídos na sucessão ecológica. Demonstra também que as espécies com abundâncias intermediárias, que são em bom número, atuam na manutenção do fluxo gênico da floresta na presença de distúrbios.

No Quadro 117, seguinte, é apresentada análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local incluindo todos os parâmetros fitossociológicos.

Figura 139 Distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual da Área de Estudo Local. Destaque para as 30 espécies mais abundantes.



Quadro 117 Análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local

Legenda: N = Número de indivíduos; U = Número de unidades amostrais em que foi registrado o indivíduo; G = Área Basal; DA = Densidade Absoluta (número de indivíduos/hectare); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta; FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m^2/hectare); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%); VI = Valor de Importância (%); PSR = Posição Sociológica Relativa; VIA = Valor de Importância Ampliado (%)

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Eucalyptus sp.	34	6	4,137	56,7	4,18	30,00	1,49	6,90	27,60	15,89	11,09	2,12	7,08
Piptocarpha macropoda	76	9	0,466	126,7	9,34	45,00	2,23	0,78	3,11	6,22	4,89	10,29	4,99
Myrcia loranthifolia	26	8	0,240	43,3	3,19	40,00	1,98	0,40	1,60	2,40	2,26	3,64	2,08
Byrsonima sericea	20	11	0,399	33,3	2,46	55,00	2,72	0,66	2,66	2,56	2,61	2,33	2,03
Casearia arborea	22	9	0,143	36,7	2,70	45,00	2,23	0,24	0,95	1,83	1,96	3,27	1,83
Jacaranda macrantha	20	7	0,091	33,3	2,46	35,00	1,73	0,15	0,60	1,53	1,60	3,09	1,58
Tapirira obtusa	13	5	0,496	21,7	1,60	25,00	1,24	0,83	3,31	2,45	2,05	1,63	1,56
Matayba guianensis	24	2	0,227	40,0	2,95	10,00	0,50	0,38	1,52	2,23	1,65	2,83	1,56
Apuleia leiocarpa	15	6	0,353	25,0	1,84	30,00	1,49	0,59	2,36	2,10	1,90	1,57	1,45
Inga edulis	12	7	0,371	20,0	1,47	35,00	1,73	0,62	2,47	1,97	1,89	1,35	1,41
Hyptidendron asperrimum	11	7	0,264	18,3	1,35	35,00	1,73	0,44	1,76	1,56	1,62	1,31	1,23
Casearia decandra	14	7	0,116	23,3	1,72	35,00	1,73	0,19	0,78	1,25	1,41	1,91	1,23
Cecropia hololeuca	10	7	0,251	16,7	1,23	35,00	1,73	0,42	1,68	1,45	1,55	1,17	1,16
Melanoxylon brauna	12	4	0,247	20,0	1,47	20,00	0,99	0,41	1,65	1,56	1,37	1,34	1,09
Mabea fistulifera	14	4	0,130	23,3	1,72	20,00	0,99	0,22	0,87	1,29	1,19	1,77	1,07
Machaerium brasiliense	9	6	0,255	15,0	1,11	30,00	1,49	0,43	1,70	1,40	1,43	1,01	1,06
Nectandra lanceolata	10	7	0,147	16,7	1,23	35,00	1,73	0,25	0,98	1,11	1,31	1,29	1,05
Myrcia splendens	10	6	0,154	16,7	1,23	30,00	1,49	0,26	1,02	1,13	1,25	1,29	1,01
Machaerium nictitans	12	6	0,063	20,0	1,47	30,00	1,49	0,11	0,42	0,95	1,13	1,60	1,00
Vochysia dasyantha	6	2	0,482	10,0	0,74	10,00	0,50	0,80	3,21	1,98	1,48	0,43	0,98
Tovomitopsis paniculata	8	8	0,106	13,3	0,98	40,00	1,98	0,18	0,71	0,85	1,22	1,10	0,95
Guatteria villosissima	11	5	0,051	18,3	1,35	25,00	1,24	0,09	0,34	0,85	0,98	1,57	0,90

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Esenbeckia febrifuga	11	3	0,124	18,3	1,35	15,00	0,74	0,21	0,83	1,09	0,97	1,58	0,90
Vitex polygama	13	2	0,049	21,7	1,60	10,00	0,50	0,08	0,32	0,96	0,81	2,01	0,89
Vismia guianensis	11	5	0,053	18,3	1,35	25,00	1,24	0,09	0,35	0,85	0,98	1,43	0,87
Cordia sellowiana	6	6	0,202	10,0	0,74	30,00	1,49	0,34	1,35	1,04	1,19	0,68	0,85
Tapirira guianensis	6	5	0,230	10,0	0,74	25,00	1,24	0,38	1,54	1,14	1,17	0,68	0,84
Nectandra oppositifolia	8	6	0,107	13,3	0,98	30,00	1,49	0,18	0,71	0,85	1,06	0,98	0,83
Ocotea corymbosa	8	5	0,127	13,3	0,98	25,00	1,24	0,21	0,85	0,92	1,02	0,99	0,81
Hyeronima alchorneoides	6	4	0,280	10,0	0,74	20,00	0,99	0,47	1,87	1,30	1,20	0,43	0,80
Bauhinia longifolia	9	6	0,033	15,0	1,11	30,00	1,49	0,06	0,22	0,66	0,94	1,13	0,79
Lacistema pubescens	9	4	0,053	15,0	1,11	20,00	0,99	0,09	0,35	0,73	0,82	1,39	0,77
Copaifera langsdorffii	5	5	0,197	8,3	0,61	25,00	1,24	0,33	1,31	0,96	1,06	0,65	0,76
Myrcia amazonica	8	5	0,054	13,3	0,98	25,00	1,24	0,09	0,36	0,67	0,86	1,11	0,74
Xylopia sericea	7	4	0,128	11,7	0,86	20,00	0,99	0,21	0,85	0,86	0,90	0,83	0,71
Monteverdia evonymoides	8	3	0,090	13,3	0,98	15,00	0,74	0,15	0,60	0,79	0,78	1,11	0,69
Diplotropis ferruginea	7	4	0,093	11,7	0,86	20,00	0,99	0,16	0,62	0,74	0,82	0,95	0,68
Anadenanthera colubrina	4	2	0,292	6,7	0,49	10,00	0,50	0,49	1,94	1,22	0,98	0,37	0,66
Luehea divaricata	9	2	0,098	15,0	1,11	10,00	0,50	0,16	0,65	0,88	0,75	0,99	0,65
Maprounea guianensis	8	3	0,041	13,3	0,98	15,00	0,74	0,07	0,27	0,63	0,67	1,24	0,65
Matayba elaeagnoides	7	5	0,039	11,7	0,86	25,00	1,24	0,07	0,26	0,56	0,79	0,82	0,64
Croton urucurana	6	2	0,195	10,0	0,74	10,00	0,50	0,32	1,30	1,02	0,84	0,55	0,62
Inga cylindrica	4	3	0,217	6,7	0,49	15,00	0,74	0,36	1,44	0,97	0,89	0,36	0,61
Ouratea floribunda	7	1	0,134	11,7	0,86	5,00	0,25	0,22	0,89	0,88	0,67	0,96	0,59
Inga marginata	6	3	0,100	10,0	0,74	15,00	0,74	0,17	0,66	0,70	0,71	0,54	0,54
Ocotea spixiana	6	2	0,081	10,0	0,74	10,00	0,50	0,14	0,54	0,64	0,59	0,93	0,54
Hortia brasiliana	4	3	0,111	6,7	0,49	15,00	0,74	0,19	0,74	0,62	0,66	0,62	0,52
Licania kunthiana	5	3	0,083	8,3	0,61	15,00	0,74	0,14	0,55	0,58	0,64	0,64	0,51

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Bathysa australis	5	3	0,037	8,3	0,61	15,00	0,74	0,06	0,25	0,43	0,53	0,77	0,47
Andira fraxinifolia	7	2	0,034	11,7	0,86	10,00	0,50	0,06	0,23	0,54	0,53	0,68	0,45
Dalbergia nigra	4	4	0,031	6,7	0,49	20,00	0,99	0,05	0,21	0,35	0,56	0,49	0,44
Ocotea odorifera	4	3	0,054	6,7	0,49	15,00	0,74	0,09	0,36	0,43	0,53	0,62	0,44
Alchornea triplinervia	4	2	0,153	6,7	0,49	10,00	0,50	0,26	1,02	0,76	0,67	0,12	0,43
Cupania vernalis	4	3	0,046	6,7	0,49	15,00	0,74	0,08	0,31	0,40	0,51	0,62	0,43
Endlicheria paniculata	4	2	0,065	6,7	0,49	10,00	0,50	0,11	0,44	0,46	0,47	0,62	0,41
Vernonanthura divaricata	3	2	0,124	5,0	0,37	10,00	0,50	0,21	0,83	0,60	0,56	0,21	0,38
Swartzia pilulifera	4	4	0,013	6,7	0,49	20,00	0,99	0,02	0,09	0,29	0,52	0,35	0,38
Geonoma schottiana	7	2	0,018	11,7	0,86	10,00	0,50	0,03	0,12	0,49	0,49	0,42	0,38
Guapira opposita	4	2	0,044	6,7	0,49	10,00	0,50	0,07	0,29	0,39	0,43	0,62	0,38
Dalbergia villosa	3	3	0,044	5,0	0,37	15,00	0,74	0,07	0,29	0,33	0,47	0,46	0,37
Mollinedia schottiana	4	2	0,035	6,7	0,49	10,00	0,50	0,06	0,23	0,36	0,41	0,62	0,37
Astronium fraxinifolium	5	1	0,036	8,3	0,61	5,00	0,25	0,06	0,24	0,43	0,37	0,77	0,37
Ocotea pulchella	3	2	0,087	5,0	0,37	10,00	0,50	0,15	0,58	0,48	0,48	0,34	0,36
Aparisthmium cordatum	4	3	0,010	6,7	0,49	15,00	0,74	0,02	0,06	0,28	0,43	0,49	0,36
Euterpe edulis	5	1	0,025	8,3	0,61	5,00	0,25	0,04	0,17	0,39	0,34	0,77	0,36
Campomanesia guazumifolia	3	3	0,010	5,0	0,37	15,00	0,74	0,02	0,06	0,22	0,39	0,46	0,33
Siparuna guianensis	3	3	0,010	5,0	0,37	15,00	0,74	0,02	0,06	0,22	0,39	0,46	0,33
Swartzia apetala	5	1	0,020	8,3	0,61	5,00	0,25	0,03	0,13	0,37	0,33	0,64	0,33
Terminalia hoehneana	4	2	0,017	6,7	0,49	10,00	0,50	0,03	0,11	0,30	0,37	0,49	0,32
Cabralea canjerana	4	2	0,015	6,7	0,49	10,00	0,50	0,03	0,10	0,30	0,36	0,49	0,32
Sloanea guianensis	3	3	0,017	5,0	0,37	15,00	0,74	0,03	0,11	0,24	0,41	0,33	0,31
Siparuna reginae	3	2	0,032	5,0	0,37	10,00	0,50	0,05	0,21	0,29	0,36	0,46	0,31
Eugenia florida	3	2	0,021	5,0	0,37	10,00	0,50	0,03	0,14	0,25	0,33	0,46	0,29
Psidium sartorianum	3	2	0,018	5,0	0,37	10,00	0,50	0,03	0,12	0,24	0,33	0,46	0,29

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Casearia sylvestris	3	2	0,014	5,0	0,37	10,00	0,50	0,02	0,10	0,23	0,32	0,46	0,28
Guettarda viburnoides	3	2	0,012	5,0	0,37	10,00	0,50	0,02	0,08	0,23	0,32	0,46	0,28
Annona sylvatica	3	3	0,008	5,0	0,37	15,00	0,74	0,01	0,05	0,21	0,39	0,20	0,27
Cecropia pachystachya	2	1	0,099	3,3	0,25	5,00	0,25	0,16	0,66	0,45	0,38	0,18	0,27
Platypodium elegans	2	2	0,044	3,3	0,25	10,00	0,50	0,07	0,29	0,27	0,34	0,31	0,27
Cyathea delgadii	3	2	0,023	5,0	0,37	10,00	0,50	0,04	0,16	0,26	0,34	0,33	0,27
Stryphnodendron polyphyllum	3	2	0,021	5,0	0,37	10,00	0,50	0,04	0,14	0,26	0,34	0,33	0,27
Calliandra fasciculata	4	1	0,012	6,7	0,49	5,00	0,25	0,02	0,08	0,29	0,27	0,49	0,26
Inga vera	2	1	0,085	3,3	0,25	5,00	0,25	0,14	0,57	0,41	0,35	0,18	0,25
Psychotria carthagenensis	2	2	0,032	3,3	0,25	10,00	0,50	0,05	0,22	0,23	0,32	0,31	0,25
Monteverdia gonoclada	2	2	0,026	3,3	0,25	10,00	0,50	0,04	0,18	0,21	0,31	0,31	0,25
Solanum leucodendron	3	1	0,023	5,0	0,37	5,00	0,25	0,04	0,16	0,26	0,26	0,46	0,25
Terminalia argentea	2	1	0,097	3,3	0,25	5,00	0,25	0,16	0,64	0,45	0,38	0,05	0,24
Dictyoloma vandellianum	2	2	0,019	3,3	0,25	10,00	0,50	0,03	0,13	0,19	0,29	0,31	0,24
Dalbergia foliolosa	2	1	0,069	3,3	0,25	5,00	0,25	0,12	0,46	0,35	0,32	0,18	0,23
Campomanesia sp.	2	2	0,013	3,3	0,25	10,00	0,50	0,02	0,09	0,17	0,28	0,31	0,23
Myrcia selloi	2	2	0,014	3,3	0,25	10,00	0,50	0,02	0,09	0,17	0,28	0,31	0,23
Ocotea diospyrifolia	2	2	0,015	3,3	0,25	10,00	0,50	0,02	0,10	0,17	0,28	0,31	0,23
Amaioua intermedia	2	2	0,011	3,3	0,25	10,00	0,50	0,02	0,07	0,16	0,27	0,31	0,22
Pseudobombax grandiflorum	2	2	0,021	3,3	0,25	10,00	0,50	0,03	0,14	0,19	0,29	0,18	0,21
Cupania emarginata	2	1	0,034	3,3	0,25	5,00	0,25	0,06	0,23	0,24	0,24	0,31	0,21
Myrcia crocea	2	2	0,009	3,3	0,25	10,00	0,50	0,02	0,06	0,15	0,27	0,18	0,20
Sapium glandulosum	2	1	0,033	3,3	0,25	5,00	0,25	0,06	0,22	0,23	0,24	0,31	0,20
Guatteria sellowiana	2	1	0,031	3,3	0,25	5,00	0,25	0,05	0,21	0,23	0,23	0,31	0,20
Duguetia lanceolata	2	1	0,028	3,3	0,25	5,00	0,25	0,05	0,19	0,22	0,23	0,31	0,20
Miconia sellowiana	3	2	0,007	5,0	0,37	10,00	0,50	0,01	0,05	0,21	0,30	0,06	0,19

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Bauhinia rufa	2	2	0,004	3,3	0,25	10,00	0,50	0,01	0,03	0,14	0,26	0,18	0,19
Erythroxylum citrifolium	2	2	0,005	3,3	0,25	10,00	0,50	0,01	0,03	0,14	0,26	0,18	0,19
Monteverdia floribunda	2	2	0,005	3,3	0,25	10,00	0,50	0,01	0,03	0,14	0,26	0,18	0,19
Senna macranthera	2	2	0,006	3,3	0,25	10,00	0,50	0,01	0,04	0,14	0,26	0,18	0,19
Abarema brachystachya	1	1	0,059	1,7	0,12	5,00	0,25	0,10	0,39	0,26	0,25	0,15	0,18
Psychotria sp.	2	1	0,014	3,3	0,25	5,00	0,25	0,02	0,10	0,17	0,20	0,31	0,18
Cariniana estrellensis	2	1	0,012	3,3	0,25	5,00	0,25	0,02	0,08	0,16	0,19	0,31	0,18
Terminalia tomentosa	1	1	0,043	1,7	0,12	5,00	0,25	0,07	0,29	0,20	0,22	0,15	0,16
Piptadenia gonoacantha	1	1	0,054	1,7	0,12	5,00	0,25	0,09	0,36	0,24	0,24	0,02	0,15
Hymenolobium janeirense	1	1	0,050	1,7	0,12	5,00	0,25	0,08	0,33	0,23	0,23	0,03	0,15
Senna multijuga	1	1	0,037	1,7	0,12	5,00	0,25	0,06	0,25	0,19	0,21	0,15	0,15
Matayba mollis	2	1	0,012	3,3	0,25	5,00	0,25	0,02	0,08	0,16	0,19	0,18	0,15
Cassia ferruginea	1	1	0,029	1,7	0,12	5,00	0,25	0,05	0,19	0,16	0,19	0,15	0,14
Ixora brevifolia	2	1	0,007	3,3	0,25	5,00	0,25	0,01	0,04	0,15	0,18	0,18	0,14
Prunus myrtifolia	2	1	0,007	3,3	0,25	5,00	0,25	0,01	0,05	0,15	0,18	0,18	0,14
Deguelia costata	2	1	0,005	3,3	0,25	5,00	0,25	0,01	0,04	0,14	0,18	0,18	0,14
Pseudopiptadenia contorta	1	1	0,039	1,7	0,12	5,00	0,25	0,07	0,26	0,19	0,21	0,03	0,13
Lauraceae sp.1	1	1	0,035	1,7	0,12	5,00	0,25	0,06	0,23	0,18	0,20	0,03	0,13
Ficus obtusiuscula	1	1	0,034	1,7	0,12	5,00	0,25	0,06	0,22	0,17	0,20	0,03	0,13
Aspidosperma parvifolium	1	1	0,021	1,7	0,12	5,00	0,25	0,03	0,14	0,13	0,17	0,15	0,13
Pleroma candolleanum	1	1	0,021	1,7	0,12	5,00	0,25	0,03	0,14	0,13	0,17	0,15	0,13
Eremanthus glomerulatus	1	1	0,016	1,7	0,12	5,00	0,25	0,03	0,11	0,12	0,16	0,15	0,13
Lafoensia pacari	1	1	0,028	1,7	0,12	5,00	0,25	0,05	0,19	0,16	0,19	0,03	0,12
Lonchocarpus cultratus	1	1	0,029	1,7	0,12	5,00	0,25	0,05	0,19	0,16	0,19	0,03	0,12
Symplocos uniflora	1	1	0,014	1,7	0,12	5,00	0,25	0,02	0,09	0,11	0,15	0,15	0,12
Amaioua guianensis	1	1	0,009	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,06	0,09	0,14	0,15	0,12

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Aspidosperma spruceanum	1	1	0,009	1,7	0,12	5,00	0,25	0,02	0,06	0,09	0,14	0,15	0,12
Qualea aff. glaziovii	1	1	0,023	1,7	0,12	5,00	0,25	0,04	0,15	0,14	0,17	0,03	0,11
Clethra scabra	1	1	0,008	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,05	0,09	0,14	0,15	0,11
Ilex cerasifolia	1	1	0,007	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,05	0,09	0,14	0,15	0,11
Luehea grandiflora	1	1	0,007	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,05	0,09	0,14	0,15	0,11
Myrcia guianensis	1	1	0,008	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,05	0,09	0,14	0,15	0,11
Eugenia sonderiana	1	1	0,006	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,04	0,08	0,14	0,15	0,11
Lacistema hasslerianum	1	1	0,007	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,04	0,08	0,14	0,15	0,11
Miconia brunnea	1	1	0,006	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,04	0,08	0,14	0,15	0,11
Handroanthus ochraceus	1	1	0,004	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,03	0,08	0,13	0,15	0,11
Lauraceae sp.2	1	1	0,005	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,03	0,08	0,13	0,15	0,11
Casearia grandiflora	1	1	0,003	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Chrysophyllum marginatum	1	1	0,003	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Croton floribundus	1	1	0,003	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Dilodendron bipinnatum	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,01	0,07	0,13	0,15	0,11
Erythroxylum pelleterianum	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Euplassa cf. *incana*	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Ferdinandusa edmundoi	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,01	0,07	0,13	0,15	0,11
Miconia paniculata	1	1	0,003	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Myrcianthes sp.	1	1	0,004	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,03	0,07	0,13	0,15	0,11
Ocotea velutina	1	1	0,003	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Pera glabrata	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Sparattosperma leucanthum	1	1	0,003	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,02	0,07	0,13	0,15	0,11
Swartzia flaemingii	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,01	0,07	0,13	0,15	0,11
Lamanonia cuneata	1	1	0,018	1,7	0,12	5,00	0,25	0,03	0,12	0,12	0,16	0,03	0,10
Miconia cinnamomifolia	1	1	0,007	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,05	0,09	0,14	0,02	0,09

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Ouratea semiserrata	1	1	0,006	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,04	0,08	0,14	0,02	0,09
Pouteria caimito	1	1	0,005	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,03	0,08	0,13	0,02	0,08
Zanthoxylum rhoifolium	1	1	0,004	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,03	0,08	0,13	0,02	0,08
Abarema cochliacarpos	1	1	0,003	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,02	0,07	0,13	0,02	0,08
Didymopanax vinosus	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,02	0,07	0,13	0,02	0,08
Eriotheca candolleana	1	1	0,004	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,02	0,07	0,13	0,02	0,08
Palicourea sessilis	1	1	0,003	1,7	0,12	5,00	0,25	0,01	0,02	0,07	0,13	0,02	0,08
Senegalia polyphylla	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,01	0,07	0,13	0,02	0,08
Syzygium sp.	1	1	0,002	1,7	0,12	5,00	0,25	0,00	0,01	0,07	0,13	0,02	0,08
*** Total	814	20	14,990	1356,7	100,00	2020,00	100,00	24,98	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Caracterização do estágio sucessional da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local

Para definir o estágio sucessional da floresta foram comparados os padrões registrados nas unidades amostrais com aqueles definidos na Resolução CONAMA nº 392/ 2007.

Considerando as espécies indicadoras é notável a riqueza de espécies que apresentam alguma classificação indicativa. Para a maioria das espécies encontradas a indicação de sucessão é de estágio avançado de regeneração. Das 85 espécies registradas na AEL e que são citadas na resolução, 78 (91.8%) são consideradas indicadoras do estágio de regeneração sucessional avançado (Quadro 118).

Quadro 118Espécies registradas nas unidades amostrais alocadas na Área de Estudo Local e sua indicação para o estágio de sucessão ecológica - Resolução CONAMA nº 392/07.

Espécie	Estágio de regeneração		
	Avançado	Inicial / Médio	Inicial / Médio /Avançado
Amaioua guianensis	X		
Anadenanthera colubrina			X
Andira fraxinifolia	X		
Apuleia leiocarpa	X		
Aspidosperma parvifolium	X		
Aspidosperma spruceanum	X		
Bathysa australis	X		
Bauhinia longifolia		X	
Bauhinia rufa		X	
Cabralea canjerana	X		
Cariniana estrellensis	X		
Casearia arborea	X		
Casearia decandra	X		
Casearia grandiflora	X		
Casearia sylvestris	X		
Cassia ferruginea			X
Cecropia hololeuca		X	
Cecropia pachystachya		X	
Croton urucurana	X		
Cupania vernalis	X		
Cyathea delgadii	X		
Dalbergia foliolosa	X		
Dalbergia nigra	X		
Dalbergia villosa	X		
Eremanthus glomerulatus	X		
Eugenia florida	X		

Espécie	Estágio de regeneração		
	Avançado	Inicial / Médio	Inicial / Médio /Avançado
Eugenia sonderiana	X		
Ficus obtusiuscula	X		
Geonoma schottiana	X		
Guapira opposita	X		
Hortia brasiliana	X		
Inga cylindrica	X		
Inga edulis	X		
Inga marginata	X		
Inga vera	X		
Ixora brevifolia	X		
Lonchocarpus cultratus	X		
Luehea divaricata	X		
Luehea grandiflora	X		
Mabea fistulifera	X		
Machaerium brasiliense	X		
Machaerium nictitans	X		
Maprounea guianensis	X		
Matayba elaeagnoides	X		
Matayba guianensis	X		
Matayba mollis	X		
Miconia brunnea	X		
Miconia cinnamomifolia	X		
Miconia paniculata	X		
Miconia sellowiana	X		
Mollinedia schottiana	X		
Myrcia amazonica	X		
Myrcia crocea	X		
Myrcia guianensis	X		
Myrcia loranthifolia	X		
Myrcia selloi	X		
Myrcia splendens	X		
Nectandra lanceolata	X		
Nectandra oppositifolia	X		
Ocotea corymbosa	X		
Ocotea diospyrifolia	X		
Ocotea odorifera	X		
Ocotea pulchella	X		
Ocotea spixiana	X		
Ocotea velutina	X		
Pera glabrata	X		
Piptadenia gonoacantha	X		

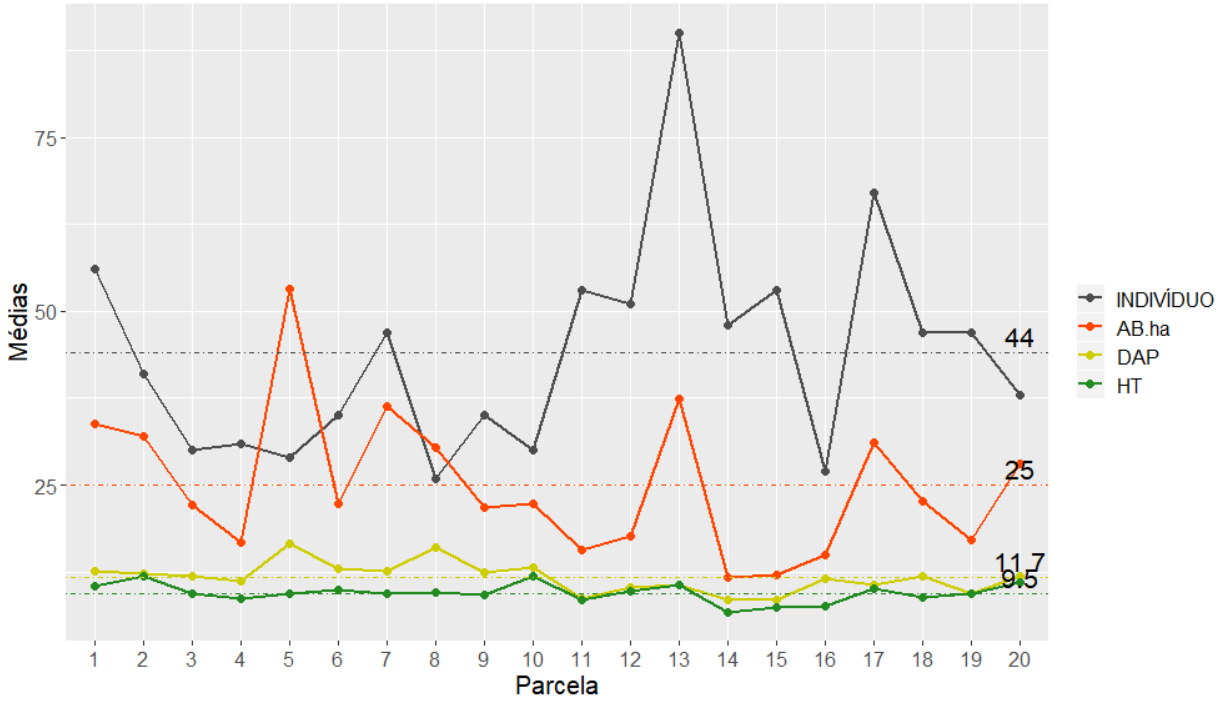
Espécie	Estágio de regeneração		
	Avançado	Inicial / Médio	Inicial / Médio /Avançado
Platypodium elegans	X		
Pouteria caimito	X		
Pseudopiptadenia contorta	X		
Psychotria carthagenensis	X		
Psychotria sp.	X		
Sapium glandulosum	X		
Senna macranthera		X	
Senna multijuga			X
Siparuna guianensis	X		
Siparuna reginae	X		
Sparattosperma leucanthum	X		
Tapirira guianensis	X		
Tapirira obtusa	X		
Vernonanthura divaricata		X	
Vismia guianensis		X	
Vitex polygama	X		
Vochysia dasyantha	X		
Zanthoxylum rhoifolium	X		

Na Figura 140 são apresentadas as informações referentes ao número de indivíduos e as médias de DAP, altura e área basal para cada uma das parcelas alocadas na AEL. Para a construção do gráfico os valores foram relativizados para hectare com a finalidade de conferir maior percepção sobre a estrutura da floresta.

A partir da avaliação do gráfico é possível verificar que os diferentes trechos de floresta amostrados na AEL são heterogêneos. As flutuações de número de indivíduos por parcela e área basal são os que mais evidenciam essa heterogeneidade.

As médias nesse contexto podem ser contestadas. Não obstante, os dados acusam um total de 1356 indivíduos por hectare, o que é um valor mais próximo da média de uma floresta semidecidual "madura" e menor que de uma floresta semidecidual "média", de acordo com Scolforo *et al.* (2008) - Projeto - Inventário Florestal de Minas Gerais.

Figura 140 Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual encontrada na Área de Estudo Local



O estágio de regeneração natural da floresta no interior das unidades amostrais foi avaliado a partir dos parâmetros descritos na Resolução CONAMA nº 392/2007. As parcelas foram classificadas individualmente de acordo com seus parâmetros fitossociológicos e por parâmetros averiguados conceitualmente, determinados em campo.

No entanto, para tornar menos complexa a avaliação dos remanescentes florestais amostrados na AEL, optou-se por realizar uma única avaliação considerando o conjunto dos dados obtidos nas parcelas. Para tal avaliação considerou-se a prevalência dos parâmetros avaliados nas unidades amostrais (Quadro 119).

Quadro 119 Classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local de acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007

Legenda: a característica predominante encontra-se destacada em verde.

Parâmetros		Avaliação do Estágio de regeneração natura da Floresta Estacional Semidecidual		
		Inicial	**Médio**	**Avançado**
Estratificação		indefinida	incipiente com dossel e sub-bosque	definida com dossel, sub-dossel e sub-bosque
Predominância		jovens de espécies arbóreas, arbustivas e cipós	espécies arbóreas	idem
Adensamento		alto	redução gradativa da densidade de arbustos e arvoretas	sub-bosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio
Altura		até 5 (cinco) metros	entre 5 (cinco) e 12 (doze) metros de altura	superior a 12 (doze) metros de altura, com emergentes
Cipós			presença marcante	menor densidade de cipós e arbustos em relação ao estágio médio
Árvores emergentes		-	-	ocorrência frequente
Distribuição diamétrica		pequena amplitude – DAP* médio de até 10 (dez) centímetros	moderada amplitude – DAP* médio entre 10 a 20 (vinte) centímetros	DAP* de grande amplitude, com média superior a 18 (dezoito) centímetros-
Serapilheira		quando existente, forma uma fina camada	presente variando de espessura	presente variando de espessura em função da localização da área
Espécies	Pioneiras	abundantes	-	-
	Dominância	De poucas espécies indicadoras	-	-
	Indicadoras	poucas espécies indicadoras	Presentes com redução de arbustos	Presentes
	Epífitas	baixa riqueza e diversidade	maior riqueza que estágio anterior	riqueza e abundância de epífitas

Conforme apresentado no Quadro 119, os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual presentes na AEL apresentam algumas características do estágio avançado de regeneração natural, tais como a ocorrência frequente de árvores emergentes e a riqueza de espécies indicadoras desse estágio.

No entanto, algumas características são típicas do estágio médio de regeneração, tais como as médias de altura e de DAP.

Outra característica importante é a abundância de *Piptocarpha macropoda* no dossel e no subdossel em diferentes trechos da floresta amostrada. A elevada densidade dessa espécie indica uma evolução sucessional recente a intermediária.

Apesar da heterogeneidade observada optou-se por manter a classificação uniforme dos remanescentes de Floresta Estacional Semicidual, considerando-os com estágio médio de regeneração em função das médias de altura e DAP.

11.6.1.4.2 Área do Projeto

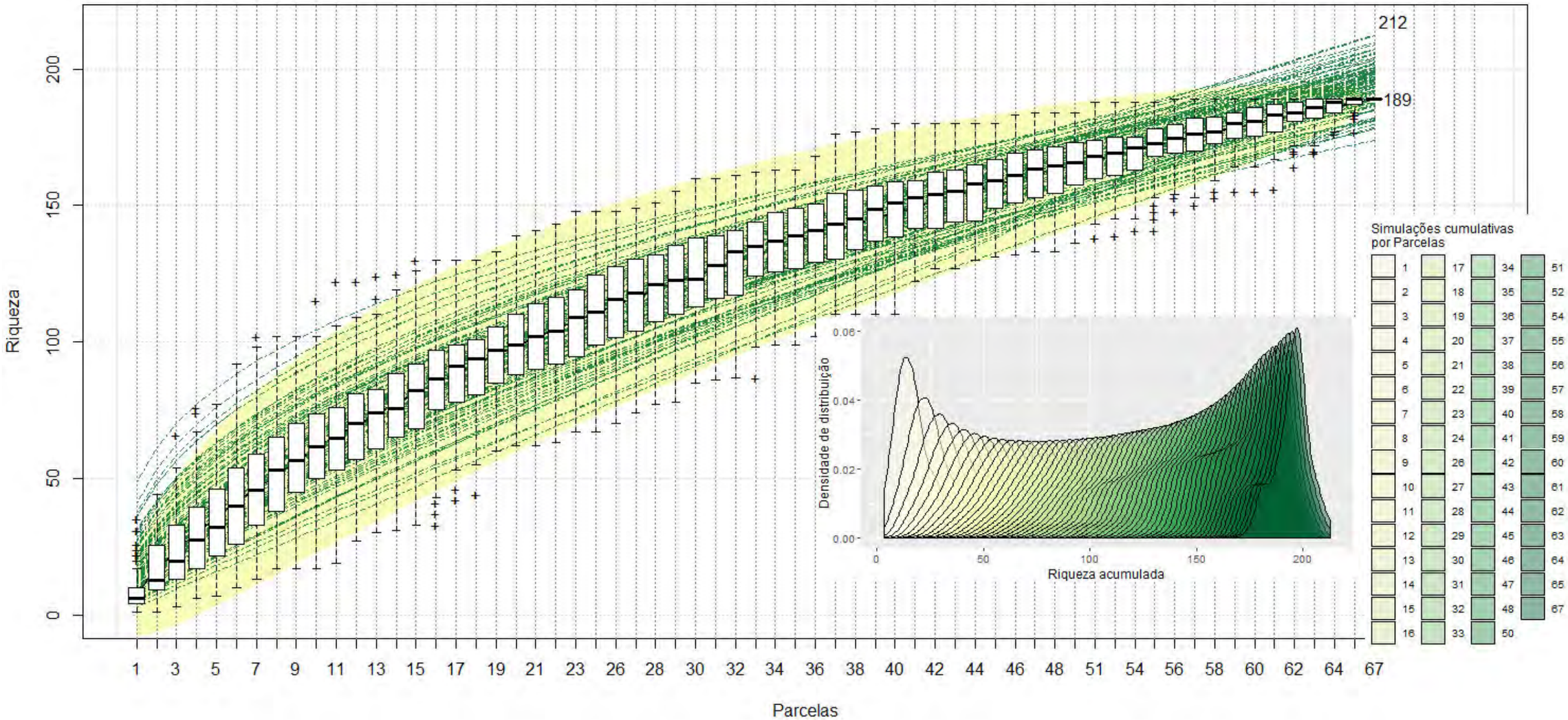
Conforme apresentado no item 11.3 - Uso do Solo e Cobertura Vegetal no Volume I deste EIA, a maior parte da Área do Projeto (80,57%) é representada por áreas sem cobertura vegetal e por cobertura vegetal não nativa. Dentre as classes com cobertura vegetal não natural destacam-se o plantio de eucalipto não manejado, com 56,88 ha (33,46%) e o campo antrópico e o campo úmido antrópico com 29,47 ha (17,34%).

Na Área do Projeto a vegetação nativa é representada predominantemente por remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios de regeneração, ocupando 31,52 ha (18,53% da AP). Há ainda um diminuto e isolado fragmento de Campo Rupestre Ferruginoso abrangendo 0,48 ha (0,28% da AP), localizado entre áreas mineradas da cava de Morro Agudo e a pilha de estéril.

Tratando as áreas do projeto como um todo e considerando as 63 parcelas alocadas (Floresta Estacional Semidecidual somada aos plantios de eucalipto não manejados) foram registradas 189 espécies. Considerando a simulação de reamostragens foi encontrado um máximo de 212 espécies, ou seja, 23 espécies a mais numa amostragem igual à realizada (Figura 141).

A curva apresenta tendência à estabilização, com diminuição gradativa do aclive. Além disso, o subgráfico apresenta tendência a afilamento, indicando uma amostragem satisfatória.

Figura 141 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual e nos plantios de eucalipto na Área do Projeto



A Figura 142 apresenta a análise NMDS, cujo algoritmo de determinação foi o índice de similaridade de Sørensen.

Verificou-se que os fragmentos de floresta em estágio médio de regeneração (FESm) aglutinam as espécies de tal modo que apresentam interseção com todas as outras formações da Área do Projeto. Não obstante, a ligação da FESm com o eucaliptal na área da PDE Cururu (REF-cururu) foi bastante incipiente.

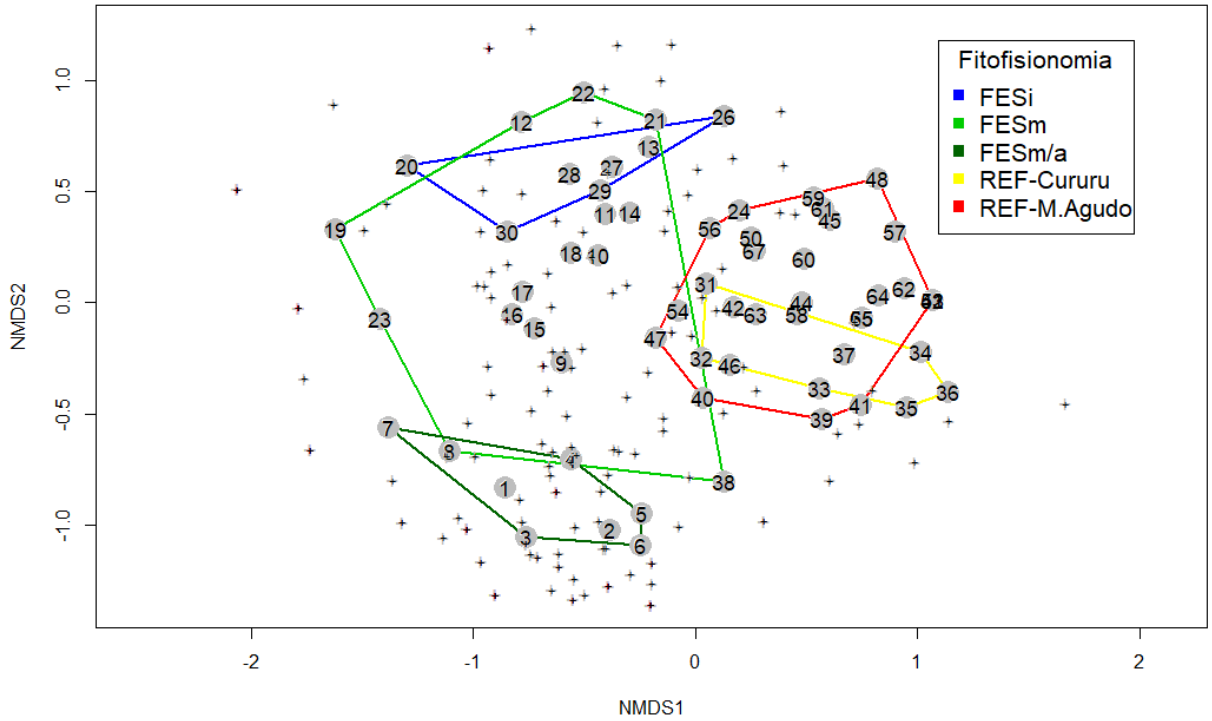
A floresta em estágio inicial de regeneração (FESi) está praticamente aninhada na FESm, podendo ser considerada uma subversão da primeira, cujas diferenças se dão pela estrutura e pela riqueza florística relativa.

A floresta em estágio médio/avançado de regeneração (FESm/a) apresenta baixa correlação com todos as outras fisionomias, mostrando uma composição florística distinta das demais.

No que se refere a comparação entre as florestas semideciduais e os plantios de eucalipto, somente a FESm apresenta ligação com esses. A relação mais efetiva se dá com o eucaliptal da expansão da cava de Morro Agudo (REF-M.Agudo). De modo geral pode-se considerar que a composição florística dos fragmentos de floresta semidecidual é distinta dos eucaliptais, perfazendo dois grupos com diferenças marcantes.

Figura 142 Análise por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) na distribuição das unidades amostrais e a organização dos ambientes amostrados na Área do Projeto.

Legenda: As parcelas estão numeradas e as espécies representadas pelos símbolos "+"; FESi = Floresta Estacional Semidecidual em inicial de regeneração; FESm = F. Estacional Semidecidual em médio; FESm/a = F. Estacional Semidecidual em médio/avançado; REF-Cururu = plantio de eucalipto na área da PDE Cururu; REF-M.Agudo = plantio de eucalipto na área da da cava Morro Agudo.



A seguir é apresentada a caracterização estrutural das classes de cobertura vegetal mapeadas na Área do Projeto, incluindo a fitossociologia e a avaliação do estágio de regeneração/estado de conservação das mesmas.

11.6.1.4.2.1 Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração (FESm/a) abrange 4,41 ha na Área do Projeto e encontra-se em sua totalidade localizada nas áreas de preservação permanentes - APPs de cursos d'água no interior da área de expansão da PDE Nova Cururu.

No entorno dessas áreas havia um cultivo de eucalipto que foi suprimido. Após a supressão o eucaliptal foi substituído por vegetação herbácea com predominância de exóticas, caracterizada como campo antrópico.

A FESm/a é caracterizada pela presença de árvores de grande porte. Ressalta-se que mesmo a amostragem tendo sido feita no período de estiagem, quando as árvores da floresta semidecidual perdem folhas em até 50% do total, a iluminação da floresta é consideravelmente filtrada pelo dossel. Alguns trechos apresentaram maior incidência de luz no sub-bosque em decorrência da presença de clareiras, que podem ocorrer naturalmente de quando em quando no espaço e no tempo.

A presença de cursos d'água pode ser considerada o fator preponderante para uma menor insolação no sub-bosque dessas áreas. A maior umidade do solo favorece a preservação das folhas, concedendo à floresta condição semelhante ao ambiente ombrófilo.

A serrapilheira é repleta de folhas e com bastante carga orgânica, apesar de haver trechos com solo desnudo, provavelmente em função de lixiviação regular dada pela declividade da grota.

A cobertura do solo é composta por *Olyra humilis,* principalmente nas porções mais próximas da borda ou mais iluminadas da floresta, contribuindo de forma expressiva na constituição vegetal do subosque, já que essa espécie pode alcançar altura de mais de 2,5 metros.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 77 FESm/a nas vizinhanças de campo antrópico, originado após a supressão do plantio de eucalipto.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 78 FESm/a nas vizinhanças de vegetação herbácea invasora.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 79 Interior de FESm/a - predomínio de Olyra humilis nas porções próximas da borda.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 80 Perfil da FESm/a – predominância de árvores de grande porte.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 81 Cobertura do solo com *Olyra humilis* na floresta conservada.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 82 Aspecto da iluminação no sob o dossel da FESm/a

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 83 Leito de drenagem com pouca água.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 84 Aspecto da iluminação no sub-bosque da FESm/a.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 85 Dossel da maior parte da floresta em estágio médio/avançado ao final da época de estiagem.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 86 Dossel fechado.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 87 Curso d'água no interior da FESm/a.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 88 Ambiente ombrófilo em função de aporte hídrico por curso d'água.

Foto: Alexandre Barros, 2020

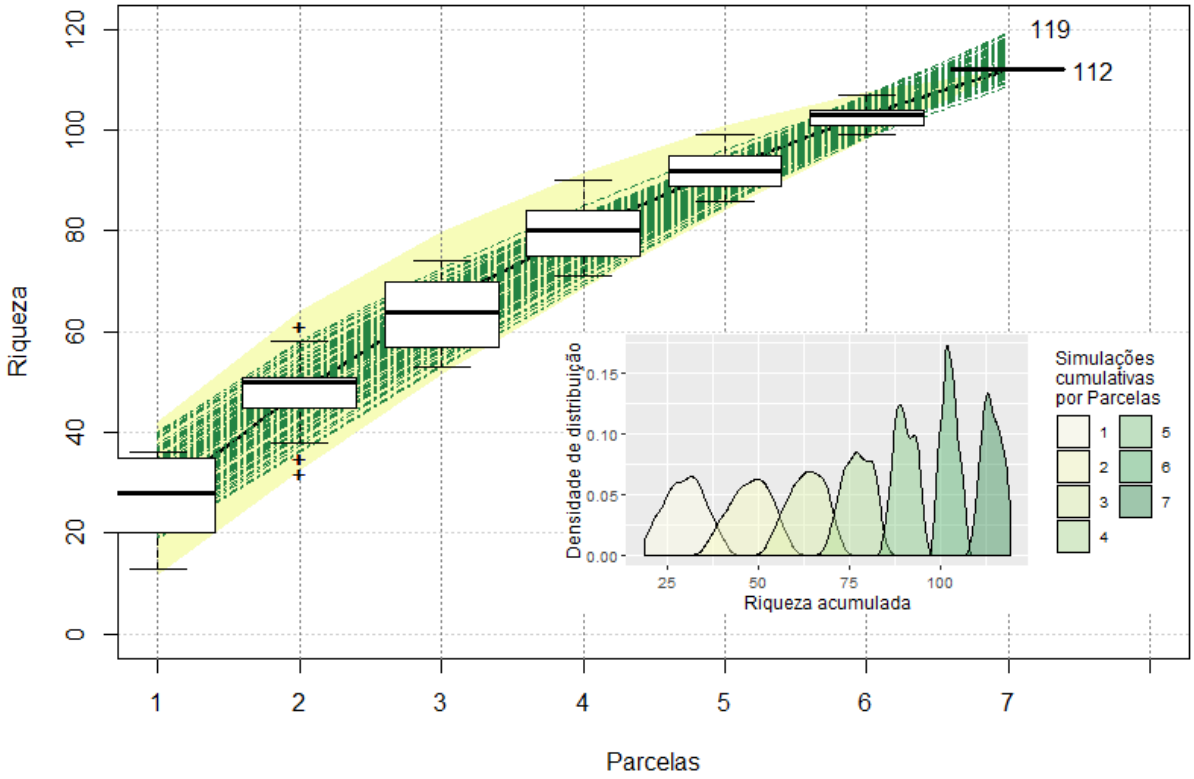
Foto 89 Aspecto do solo no interior da mata, com serrapilheira repleta de folhas, mas fina, com superfície do solo aparecendo.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 90 Serrapilheira com bastante carga orgânica, mas fina, provavelmente em função de lixiviação regular.

Para a FESm/a, amostrou-se um total de 112 espécies e nas simulações da curva foi encontrado um máximo de 119 espécies (Figura 143). Esse valor endossa a amostragem realizada. O subgráfico indica tendência ao afilamento gradativo, deixando a bimodalidade para estabelecer uma curva de pico único. A curva, no entanto, não apresenta estabilização. Cabe a observação que o número de espécies encontradas é bastante grande para o número de parcelas realizadas nessa fitofisionomia.

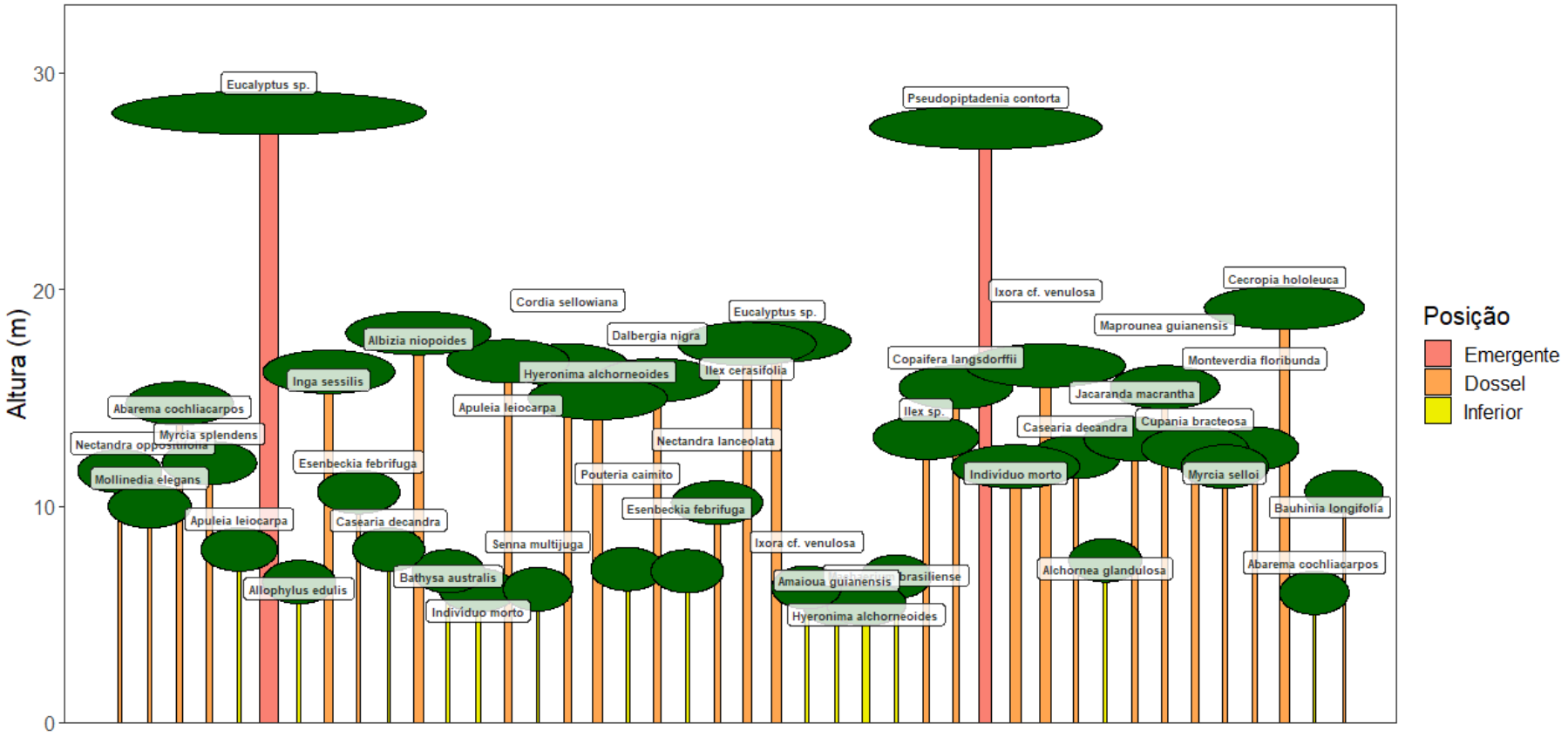
Figura 143 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto



A Figura 144 ilustra o perfil da floresta em estágio médio/avançado, onde cada estrato vertical foi definido segundo dados extraídos da fitossociologia. A floresta apresentou altura total média e desvio de padrão de 12.82 ± 5.34 m. A partir desses valores foi adotado o limite mínimo para as árvores na possição inferior do estrato florestal como aquelas que tivessem a média menos um desvio padrão (8 m). Para o limite máximo definiu-se 23 metros de altura (foram adicionados dois desvios-padrão sobre a média da altura das árvores). Acima de 23 m as árvores foram classificadas como emergentes. O eucalipto foi incluído na representação do perfil.

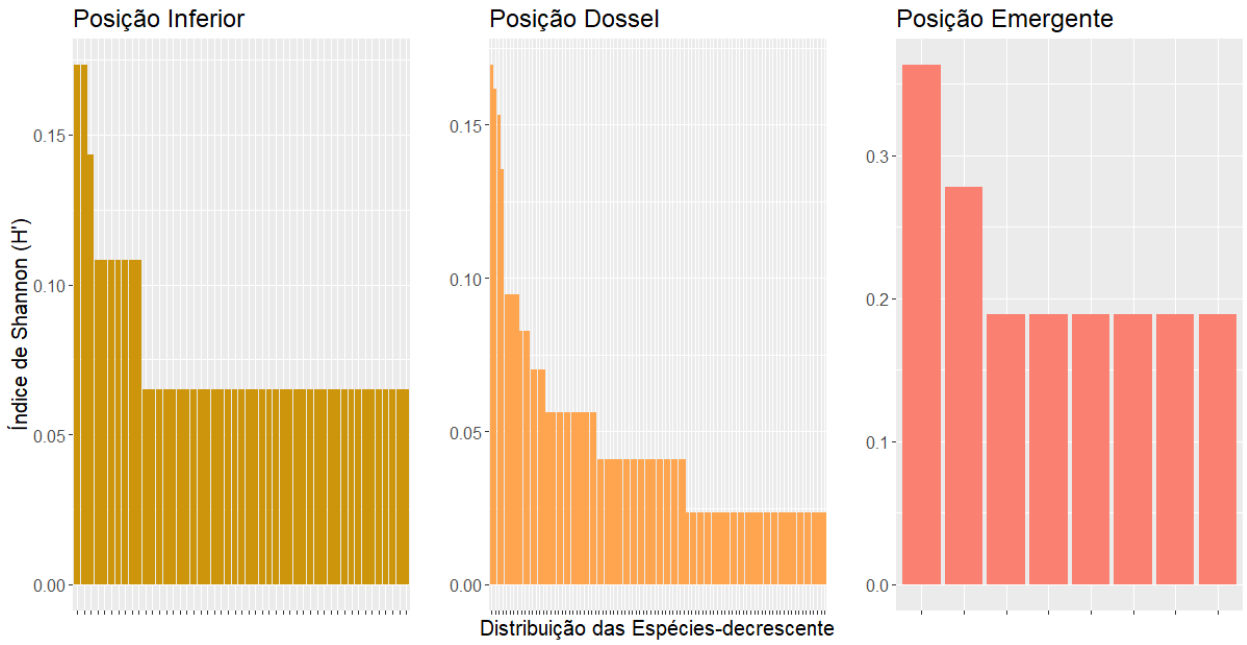
Tomando essas definições o total de fustes amostrados (n=348) foi dividido em 265 fustes para o dossel (76,15%), 66 para o estrato inferior (18,97%) e 17 para o emergente (4,89%). Para ilustrar o perfil da FESm/a considerou-se a média de árvores por parcela (42,7 árvores/parcela), a partir da qual foi executada uma amostragem proporcional, sendo 32 plantas para o dossel, 8 para o estrato inferior e 2 para o emergente (Figura 144). A inserção de espécie por posição e por estrato foi feita tendo como referência o índice de diversidade de Shannon (H'), procedimento que indicou a probabilidade com a qual as espécies seriam incluídas na representação do perfil.

Figura 144 Perfil da floresta construído a partir da análise fiotssociológica da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto



O valor da diversidade de Shannon (H') para cada estrato foi de: H'= 3,48, para o estrato inferior; H'= 4,18 para o dossel; e H'= 4,18 para o emergente. Na Figura 145 é possível visualizar que a estrutura vertical das plantas emergentes foi a mais simples. O dossel e o estrato inferior apresentaram estruturas mais complexas.

Figura 145 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto



O Quadro 120 apresenta as espécies com os maiores valores de diversidade de Shannon (H') para cada estrato.

Quadro 120 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das principais espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto

Posição	Espécie	H'
Inferior	*Esenbeckia febrifuga*	0.173
Inferior	Indivíduo morto	0.173
Inferior	*Senna multijuga*	0.143
Inferior	*Allophylus edulis*	0.108
Inferior	*Bathysa australis*	0.108
Inferior	*Casearia decandra*	0.108
Inferior	*Hyeronima alchorneoides*	0.108
Inferior	*Ixora* cf. *venulosa*	0.108
Inferior	*Machaerium brasiliense*	0.108
Inferior	*Pouteria caimito*	0.108
Dossel	*Esenbeckia febrifuga*	0.169
Dossel	*Casearia decandra*	0.161
Dossel	*Inga sessilis*	0.153
Dossel	*Eucalyptus* sp.	0.136
Dossel	*Bauhinia longifolia*	0.095
Dossel	*Cecropia hololeuca*	0.095
Dossel	*Cordia sellowiana*	0.095
Dossel	*Monteverdia floribunda*	0.095
Dossel	*Apuleia leiocarpa*	0.083
Dossel	*Jacaranda macrantha*	0.083
Dossel	*Maprounea guianensis*	0.083
Dossel	*Abarema cochliacarpos*	0.070
Dossel	*Albizia niopoides*	0.070
Dossel	*Copaifera langsdorffii*	0.070
Dossel	*Nectandra oppositifolia*	0.070
Dossel	*Cupania bracteosa*	0.056
Dossel	*Dalbergia nigra*	0.056
Dossel	*Hyeronima alchorneoides*	0.056
Dossel	*Ilex cerasifolia*	0.056
Dossel	*Ilex sp.*	0.056
Emergente	*Eucalyptus sp.*	0.363
Emergente	*Pseudopiptadenia contorta*	0.278
Emergente	*Apuleia leiocarpa*	0.189

Os portes das árvores foram extraídos dos dados coletados em campo (DAP e altura) que, por fórmula matemática linear (distância euclidiana), originaram os diâmetros de copa (Figura 144).

Dentre as maiores plantas citam-se o eucalipto, *Pseudopiptadenia contorta e Apuleia leiocarpa* (garapa). O dossel é fechado e há vários níveis de posição entre o limite inferior e o superior de delimitação desse estrato. Ele é fechado considerando todos estes níveis, mas há aberturas, provavelmente ocasionadas por clareiras na mata.

As espécies mais comuns no dossel são *Esenbeckia febrifuga* (laranjeira-do-mato), *Casearia arborea* (espeteiro) e *Inga sessilis* (ingá ferradura). No estrato inferior são mais frequentes *E. febrifuga* (laranjeira do mato), indivíduos mortos e *Senna multijuga*.

O eucalipto e *Apuleia leiocarpa* ocorrem tanto no dossel quanto como emergentes. *E. febrifuga*, *Casearia decandra* (guaçatonga) e *Hyeronima alchorneoides* são representadas no dossel e no estrato inferior.

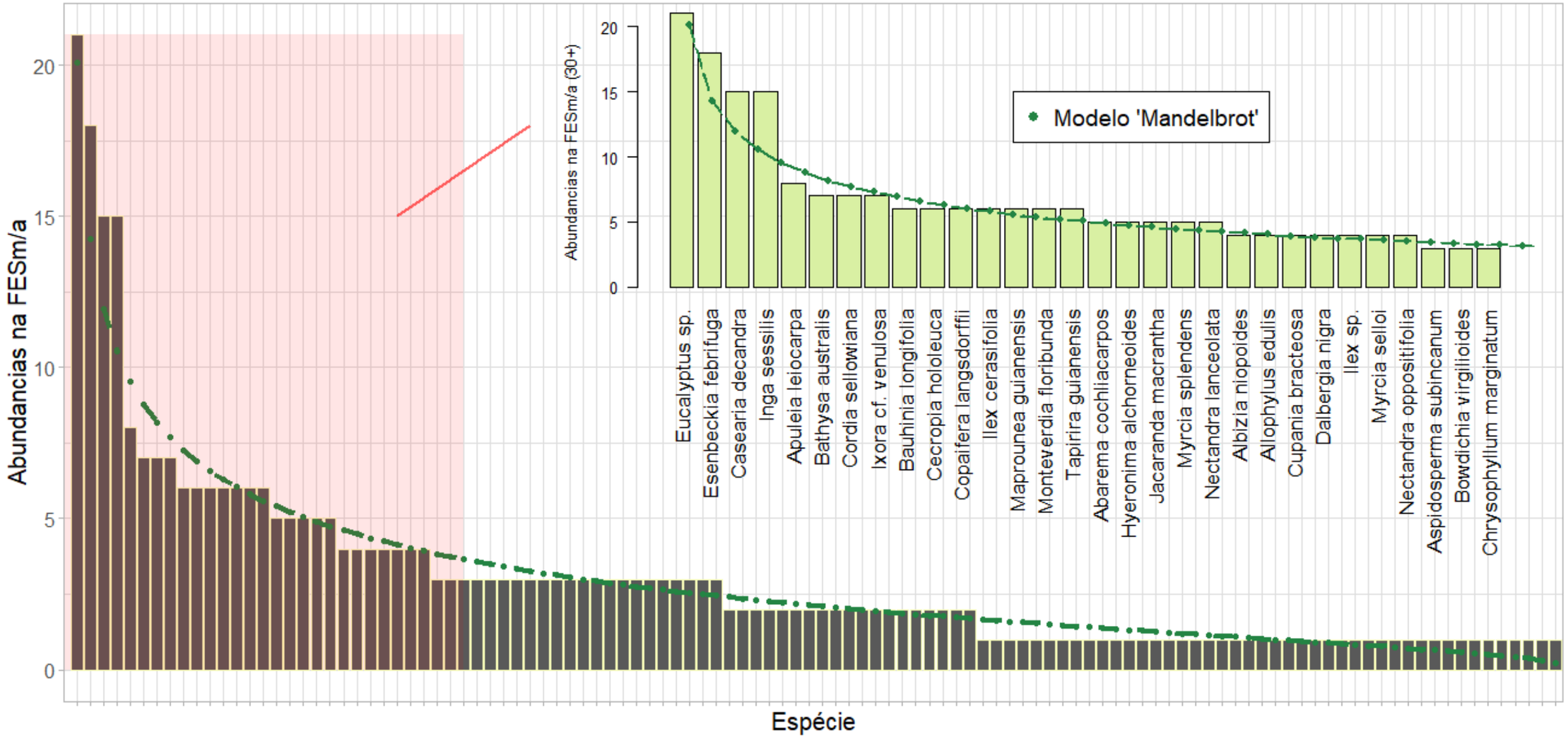
Observa-se que, mesmo ocupando posições nos dois estratos superiores, o eucalipto não foi verificado na inferior. Essa constatação pode ser um sintoma do expurgo dessa espécie em comunidades mais evoluídas. A presença de várias espécies compondo o dossel e o estrato inferior é algo que atesta a saúde do fragmento.

A estrutura da comunidade vegetal (Figura 146) resultou no modelo Mandelbrot, elencado pelo menor AIC (Akaike's Information Criterion). O modelo Mandelbrot pode ser interpretado como o processo sucessional no qual espécies colonizadoras tardias tem maiores necessidades de um nicho especializado e, por isso, são mais raras que as espécies colonizadoras iniciais. Daí o fato de haver poucas espécies dominantes em cada posição vertical da comunidade, o que caracteriza um grau de maturidade da floresta.

A Figura 146 apresenta a distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração localizada na Área do Projeto. No gráfico menor são apresentadas as 30 espécies mais abundantes.

No Quadro 121 é apresentada análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto, incluindo todos os parâmetros fitossociológicos.

Figura 146 Distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto. Destaque para as espécies mais abundantes.



Quadro 121Análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto

Legenda: N = Número de indivíduos; U = Número de unidades amostrais em que foi registrado o indivíduo; G = Área Basal; DA = Densidade Absoluta (número de indivíduos/hectare); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta; FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m^2/hectare); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%); VI = Valor de Importância (%); PSR = Posição Sociológica Relativa; VIA = Valor de Importância Ampliado (%)

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Eucalyptus sp.	13	4	1,412	61,9	4,45	57,14	2,12	6,72	18,04	11,24	8,2	2,63	6,81
Inga sessilis	13	6	0,51	61,9	4,45	85,71	3,17	2,43	6,51	5,48	4,71	3,68	4,46
Casearia decandra	15	5	0,128	71,4	5,14	71,43	2,65	0,61	1,63	3,38	3,14	6,68	4,02
Esenbeckia febrifuga	17	3	0,116	81	5,82	42,86	1,59	0,55	1,48	3,65	2,96	6,86	3,94
Cecropia hololeuca	6	3	0,295	28,6	2,05	42,86	1,59	1,4	3,76	2,91	2,47	1,27	2,17
Apuleia leiocarpa	6	4	0,181	28,6	2,05	57,14	2,12	0,86	2,31	2,18	2,16	1,97	2,11
Cordia sellowiana	6	4	0,146	28,6	2,05	57,14	2,12	0,69	1,86	1,96	2,01	2,32	2,09
Plathymenia reticulata	2	2	0,464	9,5	0,68	28,57	1,06	2,21	5,92	3,3	2,56	0,54	2,05
Hyeronima alchorneoides	5	2	0,225	23,8	1,71	28,57	1,06	1,07	2,87	2,29	1,88	1,87	1,88
Ixora cf. *venulosa*	5	3	0,217	23,8	1,71	42,86	1,59	1,03	2,77	2,24	2,02	1,16	1,81
Monteverdia floribunda	6	3	0,047	28,6	2,05	42,86	1,59	0,22	0,6	1,33	1,41	2,67	1,73
Ormosia arborea	3	2	0,335	14,3	1,03	28,57	1,06	1,6	4,28	2,66	2,12	0,28	1,66
Maprounea guianensis	5	3	0,091	23,8	1,71	42,86	1,59	0,43	1,16	1,44	1,49	1,88	1,59
Bauhinia longifolia	6	2	0,025	28,6	2,05	28,57	1,06	0,12	0,31	1,18	1,14	2,67	1,53
Copaifera langsdorffii	4	4	0,085	19	1,37	57,14	2,12	0,41	1,09	1,23	1,52	1,43	1,5
Tapirira guianensis	3	2	0,213	14,3	1,03	28,57	1,06	1,01	2,72	1,87	1,6	0,99	1,45
Jacaranda macrantha	5	2	0,088	23,8	1,71	28,57	1,06	0,42	1,12	1,42	1,3	1,88	1,45
Nectandra oppositifolia	4	4	0,025	19	1,37	57,14	2,12	0,12	0,32	0,85	1,27	1,78	1,4
Nectandra lanceolata	4	4	0,052	19	1,37	57,14	2,12	0,25	0,66	1,02	1,38	1,42	1,39
Albizia niopoides	4	1	0,161	19	1,37	14,29	0,53	0,77	2,06	1,72	1,32	1,08	1,26
Myrcia splendens	4	3	0,049	19	1,37	42,86	1,59	0,23	0,62	1	1,19	1,42	1,25
Abarema cochliacarpos	5	1	0,077	23,8	1,71	14,29	0,53	0,37	0,99	1,35	1,08	1,52	1,19
Dalbergia nigra	3	2	0,097	14,3	1,03	28,57	1,06	0,46	1,23	1,13	1,11	1,34	1,17

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Pseudobombax grandiflorum	3	2	0,122	14,3	1,03	28,57	1,06	0,58	1,56	1,29	1,22	0,99	1,16
Cupania bracteosa	4	1	0,094	19	1,37	14,29	0,53	0,45	1,19	1,28	1,03	1,42	1,13
Tachigali rugosa	1	1	0,267	4,8	0,34	14,29	0,53	1,27	3,4	1,87	1,43	0,09	1,09
Ilex sp.	3	2	0,066	14,3	1,03	28,57	1,06	0,31	0,84	0,94	0,98	1,34	1,07
Pleroma fissinervium	3	3	0,025	14,3	1,03	42,86	1,59	0,12	0,32	0,68	0,98	1,34	1,07
Hyptidendron asperrimum	2	2	0,103	9,5	0,68	28,57	1,06	0,49	1,31	1	1,02	0,89	0,99
Symplocos cf. *oblongifolia*	3	2	0,04	14,3	1,03	28,57	1,06	0,19	0,51	0,77	0,87	1,34	0,99
Swartzia pilulifera	3	3	0,027	14,3	1,03	42,86	1,59	0,13	0,34	0,68	0,98	0,98	0,98
Ilex cerasifolia	3	1	0,103	14,3	1,03	14,29	0,53	0,49	1,31	1,17	0,96	0,99	0,97
Lacistema pubescens	3	3	0,019	14,3	1,03	42,86	1,59	0,09	0,24	0,63	0,95	0,98	0,96
Mollinedia elegans	3	2	0,024	14,3	1,03	28,57	1,06	0,12	0,31	0,67	0,8	1,34	0,94
Pseudopiptadenia contorta	2	2	0,137	9,5	0,68	28,57	1,06	0,65	1,75	1,22	1,17	0,19	0,92
Ocotea indecora	3	2	0,018	14,3	1,03	28,57	1,06	0,08	0,22	0,63	0,77	1,34	0,91
Bowdichia virgilioides	2	1	0,144	9,5	0,68	14,29	0,53	0,69	1,84	1,26	1,02	0,54	0,9
Machaerium villosum	2	2	0,104	9,5	0,68	28,57	1,06	0,5	1,33	1,01	1,02	0,54	0,9
Psidium canum	3	2	0,039	14,3	1,03	28,57	1,06	0,19	0,5	0,76	0,86	0,99	0,89
Ocotea corymbosa	3	2	0,032	14,3	1,03	28,57	1,06	0,15	0,41	0,72	0,83	0,98	0,87
Vernonanthura divaricata	2	1	0,102	9,5	0,68	14,29	0,53	0,48	1,3	0,99	0,84	0,89	0,85
Chrysophyllum marginatum	2	2	0,056	9,5	0,68	28,57	1,06	0,27	0,71	0,7	0,82	0,89	0,84
Garcinia gardneriana	3	2	0,017	14,3	1,03	28,57	1,06	0,08	0,22	0,62	0,77	0,98	0,82
Hortia brasiliana	2	2	0,048	9,5	0,68	28,57	1,06	0,23	0,61	0,65	0,78	0,89	0,81
Myrcia selloi	3	1	0,024	14,3	1,03	14,29	0,53	0,11	0,3	0,67	0,62	1,34	0,8
Inga edulis	2	1	0,109	9,5	0,68	14,29	0,53	0,52	1,39	1,04	0,87	0,53	0,79
Bathysa australis	2	2	0,038	9,5	0,68	28,57	1,06	0,18	0,48	0,58	0,74	0,89	0,78
Byrsonima lancifolia	2	1	0,077	9,5	0,68	14,29	0,53	0,37	0,99	0,84	0,73	0,89	0,77
Matayba elaeagnoides	2	2	0,029	9,5	0,68	28,57	1,06	0,14	0,37	0,53	0,7	0,89	0,75
Dictyoloma vandellianum	2	2	0,025	9,5	0,68	28,57	1,06	0,12	0,32	0,5	0,69	0,89	0,74

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Aspidosperma subincanum	3	1	0,033	14,3	1,03	14,29	0,53	0,16	0,42	0,72	0,66	0,99	0,74
Tachigali friburgensis	2	1	0,064	9,5	0,68	14,29	0,53	0,3	0,81	0,75	0,68	0,89	0,73
Myrcia tomentosa	2	2	0,023	9,5	0,68	28,57	1,06	0,11	0,29	0,49	0,68	0,89	0,73
Byrsonima sericea	2	2	0,017	9,5	0,68	28,57	1,06	0,08	0,22	0,45	0,65	0,89	0,71
Cupania scrobiculata	2	2	0,015	9,5	0,68	28,57	1,06	0,07	0,19	0,44	0,65	0,89	0,71
Terminalia argentea	2	2	0,011	9,5	0,68	28,57	1,06	0,05	0,14	0,41	0,63	0,89	0,69
Guatteria australis	2	2	0,03	9,5	0,68	28,57	1,06	0,14	0,39	0,54	0,71	0,53	0,67
Allophylus edulis	3	1	0,022	14,3	1,03	14,29	0,53	0,1	0,28	0,65	0,61	0,62	0,62
Senna multijuga	3	2	0,008	14,3	1,03	28,57	1,06	0,04	0,1	0,56	0,73	0,26	0,61
Licaria aff. *bahiana*	2	2	0,007	9,5	0,68	28,57	1,06	0,03	0,09	0,39	0,61	0,53	0,59
Tovomitopsis paniculata	2	1	0,01	9,5	0,68	14,29	0,53	0,05	0,13	0,41	0,45	0,89	0,56
Guatteria sellowiana	2	1	0,009	9,5	0,68	14,29	0,53	0,04	0,12	0,4	0,44	0,89	0,56
Swartzia acutifolia	2	1	0,009	9,5	0,68	14,29	0,53	0,04	0,12	0,4	0,44	0,89	0,56
Pouteria caimito	2	2	0,01	9,5	0,68	28,57	1,06	0,05	0,13	0,41	0,62	0,18	0,51
Eriotheca candolleana	1	1	0,082	4,8	0,34	14,29	0,53	0,39	1,05	0,69	0,64	0,09	0,5
Machaerium brasiliense	2	2	0,005	9,5	0,68	28,57	1,06	0,03	0,07	0,38	0,6	0,18	0,5
Colubrina glandulosa	1	1	0,04	4,8	0,34	14,29	0,53	0,19	0,51	0,43	0,46	0,45	0,46
Guapira graciliflora	1	1	0,04	4,8	0,34	14,29	0,53	0,19	0,51	0,43	0,46	0,45	0,46
Tapirira obtusa	1	1	0,039	4,8	0,34	14,29	0,53	0,19	0,5	0,42	0,46	0,45	0,46
Ficus obtusifolia	1	1	0,03	4,8	0,34	14,29	0,53	0,14	0,38	0,36	0,42	0,45	0,43
Piptocarpha macropoda	1	1	0,057	4,8	0,34	14,29	0,53	0,27	0,73	0,53	0,53	0,09	0,42
Trichilia elegans	1	1	0,024	4,8	0,34	14,29	0,53	0,11	0,3	0,32	0,39	0,45	0,41
Aspidosperma spruceanum	1	1	0,051	4,8	0,34	14,29	0,53	0,24	0,65	0,5	0,51	0,09	0,4
Casearia grandiflora	1	1	0,019	4,8	0,34	14,29	0,53	0,09	0,25	0,29	0,37	0,45	0,39
Andira anthelmia	1	1	0,017	4,8	0,34	14,29	0,53	0,08	0,22	0,28	0,36	0,45	0,39
Sparattosperma leucanthum	1	1	0,017	4,8	0,34	14,29	0,53	0,08	0,22	0,28	0,36	0,45	0,39
Tetrastylidium grandifolium	1	1	0,015	4,8	0,34	14,29	0,53	0,07	0,2	0,27	0,36	0,45	0,38

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Clethra scabra	1	1	0,014	4,8	0,34	14,29	0,53	0,07	0,18	0,26	0,35	0,45	0,38
Machaerium nictitans	1	1	0,013	4,8	0,34	14,29	0,53	0,06	0,16	0,25	0,35	0,45	0,37
Eugenia cerasiflora	1	1	0,012	4,8	0,34	14,29	0,53	0,06	0,16	0,25	0,34	0,45	0,37
Faramea hyacinthina	1	1	0,012	4,8	0,34	14,29	0,53	0,06	0,15	0,24	0,34	0,45	0,37
Aspidosperma olivaceum	1	1	0,01	4,8	0,34	14,29	0,53	0,05	0,12	0,23	0,33	0,45	0,36
Myrcia hebepetala	1	1	0,009	4,8	0,34	14,29	0,53	0,04	0,12	0,23	0,33	0,45	0,36
Vismia guianensis	1	1	0,007	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,09	0,22	0,32	0,45	0,35
Cassia ferruginea	1	1	0,006	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,08	0,21	0,32	0,45	0,35
Magnolia ovata	1	1	0,006	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,08	0,21	0,32	0,45	0,35
Miconia paniculata	1	1	0,007	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,09	0,21	0,32	0,45	0,35
Psidium robustum	1	1	0,007	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,08	0,21	0,32	0,45	0,35
Croton gracilipes	1	1	0,006	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,07	0,21	0,31	0,45	0,35
Ocotea laxa	1	1	0,006	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,07	0,21	0,31	0,45	0,35
Guatteria punctata	1	1	0,005	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,07	0,2	0,31	0,45	0,35
Endlicheria paniculata	1	1	0,004	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,05	0,2	0,31	0,45	0,34
Hymenaea courbaril	1	1	0,004	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,05	0,2	0,31	0,45	0,34
Licania kunthiana	1	1	0,004	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,05	0,2	0,31	0,45	0,34
Myrcia amazonica	1	1	0,004	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,05	0,2	0,31	0,45	0,34
Croton urucurana	1	1	0,003	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,04	0,19	0,3	0,45	0,34
Matayba mollis	1	1	0,003	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,03	0,19	0,3	0,45	0,34
Sloanea guianensis	1	1	0,003	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,04	0,19	0,3	0,45	0,34
Cordiera sessilis	1	1	0,011	4,8	0,34	14,29	0,53	0,05	0,14	0,24	0,34	0,09	0,28
Cyathea phalerata	1	1	0,007	4,8	0,34	14,29	0,53	0,03	0,09	0,22	0,32	0,09	0,26
Inga marginata	1	1	0,005	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,06	0,2	0,31	0,09	0,26
Psidium cattleianum	1	1	0,005	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,06	0,2	0,31	0,09	0,26
Alchornea glandulosa	1	1	0,004	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,05	0,19	0,31	0,09	0,25
Palicourea sessilis	1	1	0,004	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,05	0,19	0,31	0,09	0,25

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Qualea aff. *glaziovii*	1	1	0,004	4,8	0,34	14,29	0,53	0,02	0,04	0,19	0,31	0,09	0,25
Amaioua guianensis	1	1	0,003	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,03	0,19	0,3	0,09	0,25
Geonoma schottiana	1	1	0,002	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,03	0,19	0,3	0,09	0,25
Myrcia neoobscura	1	1	0,003	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,04	0,19	0,3	0,09	0,25
Myrciaria floribunda	1	1	0,003	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,04	0,19	0,3	0,09	0,25
Rudgea gardenioides	1	1	0,003	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,04	0,19	0,3	0,09	0,25
Siparuna reginae	1	1	0,003	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,04	0,19	0,3	0,09	0,25
Prunus myrtifolia	1	1	0,002	4,8	0,34	14,29	0,53	0,01	0,03	0,18	0,3	0,09	0,25
*** Total	292	7	7,829	1390,5	100	2700	100	37,28	100	100	100	100	100

Caracterização do estágio sucessional da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração na Área do Projeto

Para definir o estágio sucessional da floresta foram comparados os padrões registrados nas unidades amostrais com aqueles definidos na Resolução CONAMA nº 392/2007. Essa avalição foi realizada com base nos parâmetros estruturais coletados em campo e na constituição florística.

Considerando as espécies é notável a riqueza de espécies indicadoras de estágio de sucessão avançado de regeneração. Das 57 espécies encontradas na área e que são citadas na referida Resolução há 53 (92,9%) que indicam estágio de regeneração sucessional avançado (Quadro 122).

Quadro 122 Espécies encontradas nas unidades amostrais alocadas em Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto e sua indicação em relação ao o estágio de sucessão ecológica - Resolução CONAMA nº 392/2007

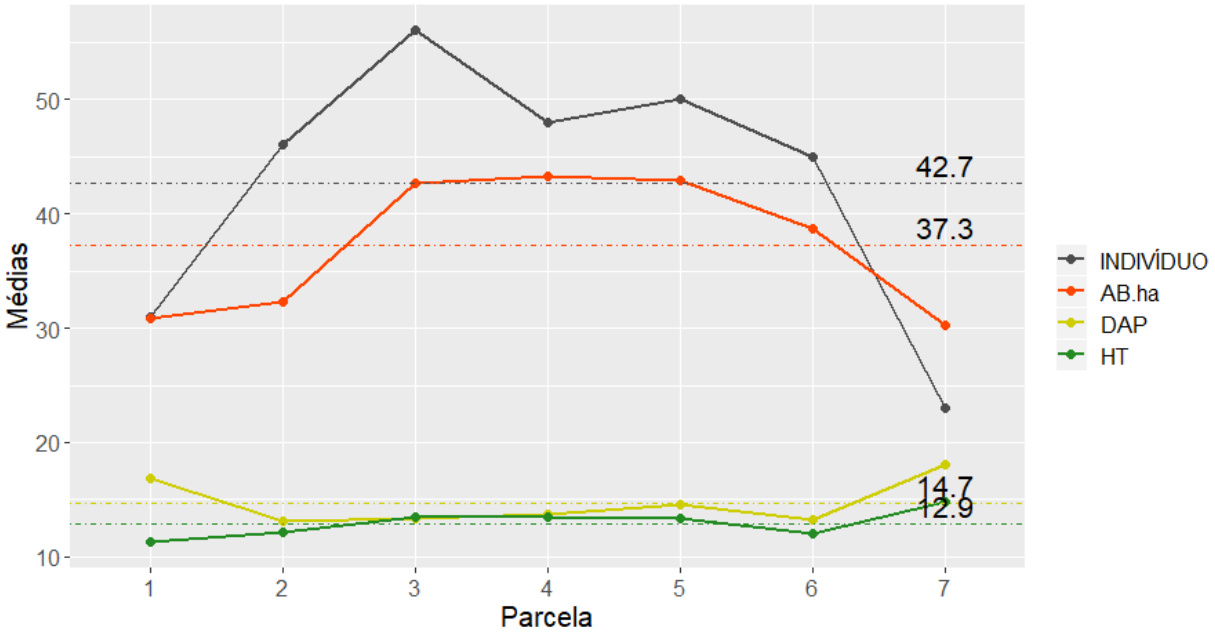
Espécie	Estágio de regeneração		
	Avançado	Inicial / Médio	Inicial / Médio /Avançado
Albizia niopoides	X		
Amaioua guianensis	X		
Apuleia leiocarpa	X		
Aspidosperma olivaceum	X		
Aspidosperma spruceanum	X		
Aspidosperma subincanum	X		
Bathysa australis	X		
Bauhinia longifolia		X	
Casearia decandra	X		
Casearia grandiflora	X		
Cassia ferruginea			X
Cecropia hololeuca		X	X
Croton urucurana	X		
Cyathea phalerata	X		
Dalbergia nigra	X		
Eugenia cerasiflora	X		
Faramea hyacinthina	X		
Ficus obtusifolia	X		
Geonoma schottiana	X		
Guapira graciliflora	X		
Hortia brasiliana	X		
Hymenaea courbaril	X		
Inga edulis	X		
Inga marginata	X		
Inga sessilis	X		
Machaerium brasiliense	X		
Machaerium nictitans	X		

Espécie	Estágio de regeneração		
	Avançado	Inicial / Médio	Inicial / Médio /Avançado
Machaerium villosum	X		
Maprounea guianensis	X		
Matayba elaeagnoides	X		
Matayba mollis	X		
Miconia paniculata	X		
Mollinedia elegans	X		
Myrcia amazonica	X		
Myrcia hebepetala	X		
Myrcia neoobscura	X		
Myrcia selloi	X		
Myrcia splendens	X		
Myrcia tomentosa	X		
Nectandra lanceolata	X		
Nectandra oppositifolia	X		
Ocotea corymbosa	X		
Ocotea indecora	X		
Ocotea laxa	X		
Ormosia arborea	X		
Plathymenia reticulata	X		
Pouteria caimito	X		
Pseudopiptadenia contorta	X		
Rudgea gardenioides	X		
Senna multijuga			X
Siparuna reginae	X		
Sparattosperma leucanthum	X		
Tapirira guianensis	X		
Tapirira obtusa	X		
Trichilia elegans	X		
Vernonanthura divaricata		X	
Vismia guianensis		X	

Na Figura 147 são apresentadas as informações referentes ao número de indivíduos e as médias de DAP, altura e área basal para cada uma das parcelas alocadas na floresta em estágio médio/avançado na Área do Projeto. Para a construção do gráfico os valores foram relativizados para hectare com a finalidade de conferir maior percepção sobre a estrutura da floresta.

A média de indivíduos por hectare foi de 1390,5. Esse valor está acima dos encontrados para uma floresta semidecidual "avançada", de acordo com Scolforo *et al.* (2008) - Projeto - Inventário Florestal de Minas Gerais. Os valores de DAP e altura localizam a floresta entre a regeneração média e avançada.

Figura 147 Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração encontrada na Área do Projeto



No Quadro 123 é apresentada a classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual de acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007

Quadro 123 Classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007.

Legenda: a característica predominante encontra-se marcada em verde.

Parâmetros	Avaliação do Estágio de regeneração natura da Floresta Estacional Semidecidual		
	Inicial	Médio	Avançado
Estratificação	indefinida	incipiente com dossel e sub-bosque	definida com dossel, sub-dossel e sub-bosque
Predominância	jovens de espécies arbóreas, arbustivas e cipós	espécies arbóreas	idem
Adensamento	alto	redução gradativa da densidade de arbustos e arvoretas	sub-bosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio
Altura	até 5 (cinco) metros	entre 5 (cinco) e 12 (doze) metros de altura	superior a 12 (doze) metros de altura, com emergentes
Cipós		presença marcante	menor densidade de cipós e arbustos em relação ao estágio médio

Parâmetros		Avaliação do Estágio de regeneração natura da Floresta Estacional Semidecidual		
		Inicial	**Médio**	**Avançado**
Árvores emergentes		-	-	ocorrência freqüente
Distribuição diamétrica		pequena amplitude – DAP* médio de até 10 (dez) centímetros	moderada amplitude – DAP* médio entre 10 a 20 (vinte) centímetros	DAP* de grande amplitude, com média superior a 18 (dezoito) centímetros-
Serapilheira		quando existente, forma uma fina camada	presente variando de espessura	presente variando de espessura em função da localização da área
Espécies	Pioneiras	abundantes	-	-
	Dominância	De poucas espécies indicadoras	-	-
	Indicadoras	poucas espécies indicadoras	Presentes com redução de arbustos	Presentes
	Epífitas	baixa riqueza e diversidade	maior riqueza que estágio anterior	riqueza e abundância de epífitas

Conforme apresentado no quadro acima o remanescente de floresta nativa na área de expansão da PDE Nova Cururu encontra-se em um estágio com características intermediários entre o médio e avançado de regeneração natural. As espécies encontradas, assim como as características do dossel, são indicações de um estágio mais evoluído de regeneração da floresta.

11.6.1.4.2.2 Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração (FESm) abrange 12,67 ha na Área do Projeto, sendo representada por diversos fragmentos de diferentes formatos e tamanhos.

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração ocorre sobre encostas com declives bastante acentuados e em alguns pontos nas proximidades de cursos d'água. Na maioria dos trechos o solo é raso, com afloramentos de rocha em alguns pontos, o que pode implicar em baixa disponibilidade de recursos para as plantas. Em áreas com solo litólico as árvores apresentam menor porte que o usual para a tipologia.

Muitas áreas são amplamente cobertas por *Scleria latifolia* (capim navalha), sendo bastante iluminadas. Nas porções não afetadas pelo incêndio (ocorrido em outubro de 2020) a serrapilheira é abundante, mas o dossel, ao final da época de estio, permite ampla passagem da luz solar em função da perda de folhas que a floresta semidecidual sofre nesta época do ano.

Ressalta-se que após a ocorrência do incêndio em outubro de 2020, a insolação teve um aumento considerável, pois o fogo atingiu parte das florestas na Área do Projeto. As árvores ficaram calcinadas e algumas delas impossíveis de determinar se vivas ou mortas. O incêndio também desintegrou a serrapilheira das matas, o que pode prejudicar as plantas sobreviventes e a continuidade da sucessão ecológica

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 91 Aspecto da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração sobre encosta e declive.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 92 FESm na área de expansão da cava Morro Agudo.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 93 Aumento da insolação após o incêndio na FESm.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 94 FESm em declive e após ocorrência de fogo que atingiu a região em outubro de 2020.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 95 Interior da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração após passagem de fogo.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 96 Aspecto das árvores da parcela 18 pós incêndio.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 97 Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração destacando o solo e a ausência de serrapilheira após incêndio.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 98 A proximidade de aporte hídrico.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 99 FESm que foi parcialmente poupada pelo incêndio de outubro de 2020.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 100 Interior da FESm calcinada pelo fogo.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 101 FESm poupada pelo fogo altamente iluminada e coberta por *Scleria latifolia* (capim navalha).

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 102 FESm em área de solo litólico em que as árvores têm menor porte.

Foto: Alexandre Barros, 2020

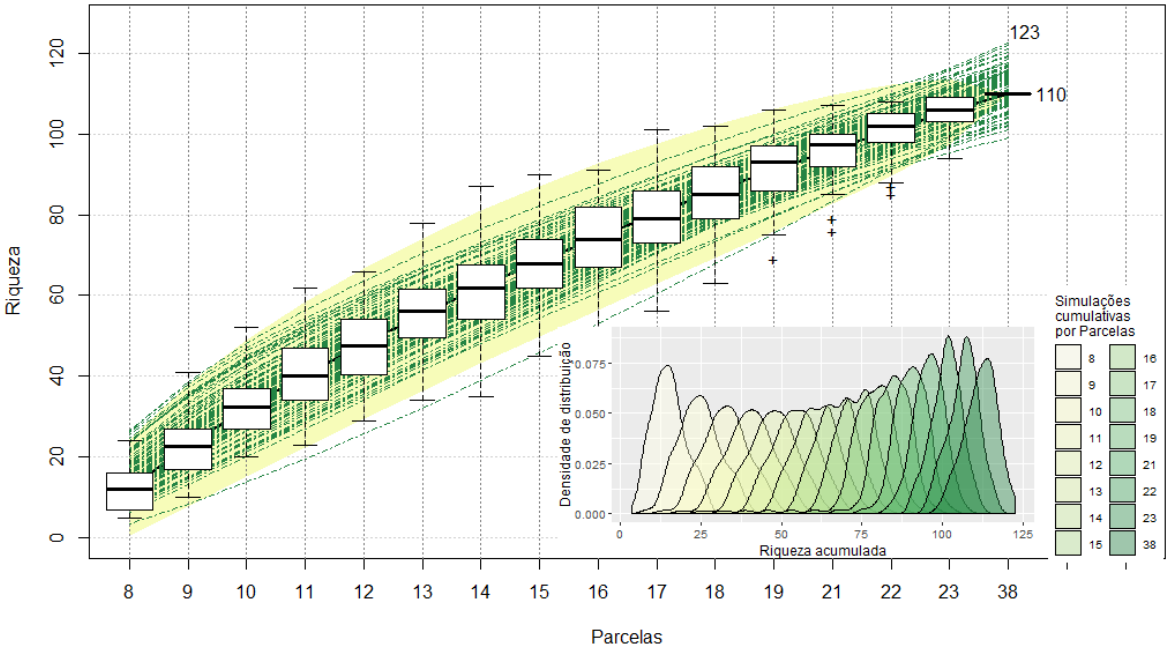
Foto 103 FESm não afetada pelo incêndio e com serrapilheira abundante.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 104 Dossel em FESm não alterado pelo fogo, ao final da época de estio.

Para a Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração a curva de coletor apresentou um total de 110 espécies e na reamostragem foi encontrado um máximo de 123 espécies, ou seja, 13 espécies a mais numa amostragem igual à realizada. A curva apresenta tendência à estabilização e o subgráfico apresenta tendência a afilamento (exceto para a última parcela), indicando que a riqueza encontrada para fitofisionomia foi significativa.

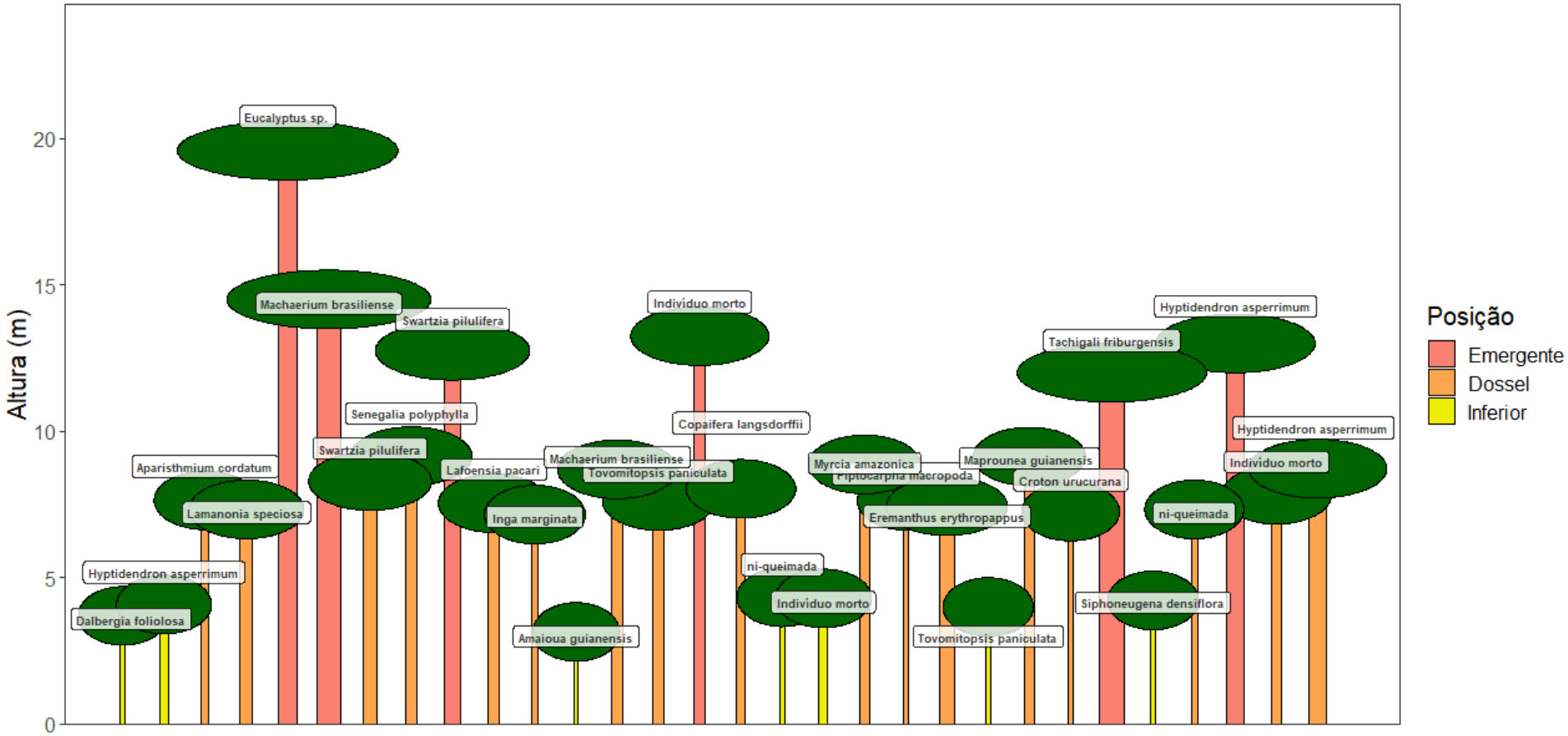
Figura 148 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto



A Figura 149 ilustra o perfil da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração, onde cada estrato foi definido segundo dados extraídos da fitossociologia. A floresta apresentou altura total média e desvio de padrão de 8.06 ± 3.01 m. A partir desses valores foi adotado o limite mínimo para as árvores na posição inferior do estrato florestal como aquelas que tivessem a média menos um desvio padrão (5 m). Para o limite máximo definiu-se 11 metros de altura (foram adicionados dois desvios-padrão sobre a média da atura das árvores). Acima de 11 m as árvores foram classificadas como emergentes. Não foram diferenciadas as plantas nativas do eucalipto.

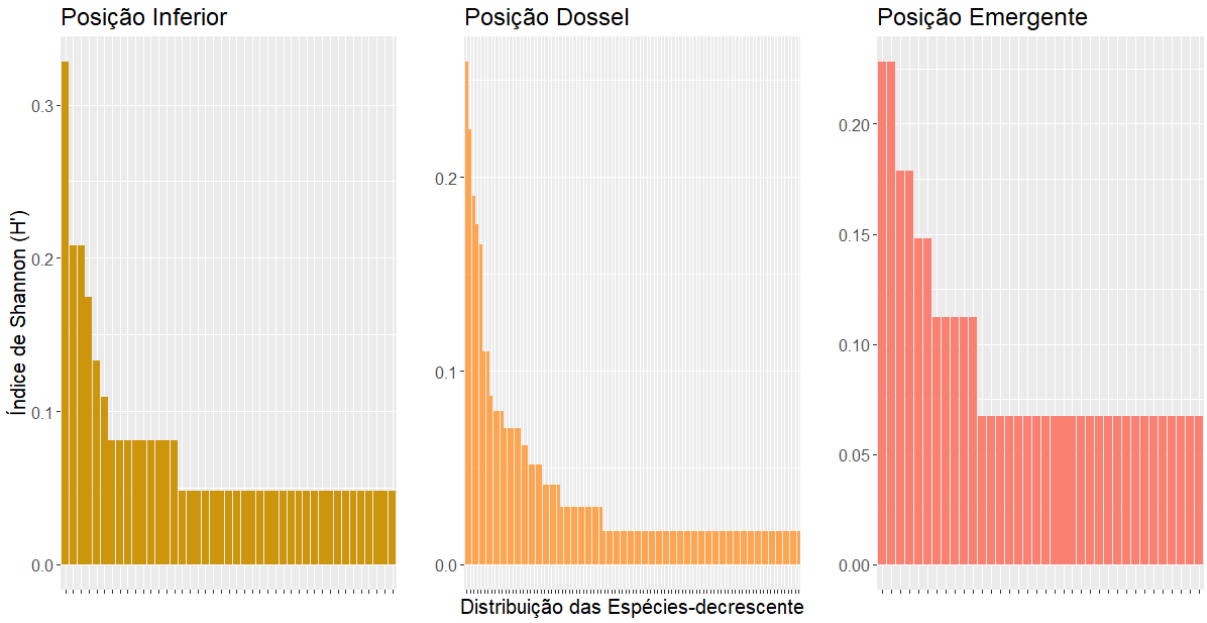
Tomando essas definições o total de fustes amostrados (n=617) foi dividido em 442 fustes para o dossel (71,64%), 98 para o estrato inferior (11,88%) e 77 para o emergente (12,48%). Para ilustrar o perfil da floresta em estágio médio de regeneração na Área do Projeto considerou-se a média de árvores por parcela (~30 árvores/parcela), a partir da qual foi executada uma amostragem proporcional, sendo 17 plantas para o dossel, 8 para o estrato inferior e 6 para o emergente (Figura 149). A inserção de espécie por posição e por estrato foi feita tendo como referência o índice de diversidade de Shannon (H'), procedimento que indicou a probabilidade com a qual as espécies seriam incluídas na representação do perfil.

Figura 149 Perfil da floresta construído a partir da análise fitossociológica da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto



O valor da diversidade de Shannon (H') para cada estrato foi de: H'= 3,24, para o estrato inferior; H'= 3,75 para o dossel; e H'= 3,35 para a posição emergente. Na Figura 150 é possível visualizar que a estrutura vertical do dossel mostra dominância de algumas espécies. O dossel e o estrato inferior apresentaram estruturas mais complexas, sendo o estrato inferior o menos representativo em função da menor densidade de plantas nessa camada. No estrato inferior e no emergente há pouca dominância. O estrato emergente foi o mais uniforme.

Figura 150 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto



O Quadro 124 apresenta as espécies com os maiores valores da diversidade de Shannon (H') em cada um dos estratos.

Quadro 124 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das principais espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidualda em estágio médio de regeneração na Área do Projeto

Posição	Espécie	H'
Inferior	Indivíduo morto	0.328
Inferior	*Siphoneugena densiflora*	0.208
Inferior	*Tovomitopsis paniculata*	0.208
Inferior	*Hyptidendron asperrimum*	0.174
Inferior	*Dalbergia foliolosa*	0.133
Inferior	Não identificada	0.109
Inferior	*Amaioua guianensis*	0.081
Dossel	*Tovomitopsis paniculata*	0.26
Dossel	*Indivíduo morto*	0.224
Dossel	*Hyptidendron asperrimum*	0.19
Dossel	*Croton urucurana*	0.176
Dossel	*Piptocarpha macropoda*	0.165
Dossel	*Lafoensia pacari*	0.11
Dossel	*Maprounea guianensis*	0.11
Dossel	*Senegalia polyphylla*	0.087
Dossel	*Aparisthmium cordatum*	0.079
Dossel	*Eremanthus erythropappus*	0.079
Dossel	*Inga marginata*	0.079
Dossel	*Copaifera langsdorffii*	0.07
Dossel	*Lamanonia speciosa*	0.07
Dossel	*Myrcia amazonica*	0.07
Dossel	*Não identificada*	0.07
Dossel	*Swartzia pilulifera*	0.07
Dossel	*Machaerium brasiliense*	0.061
Emergente	*Eucalyptus sp.*	0.228
Emergente	*Swartzia pilulifera*	0.228
Emergente	*Indivíduo morto*	0.179
Emergente	*Machaerium brasiliense*	0.179
Emergente	*Hyptidendron asperrimum*	0.148
Emergente	*Tachigali friburgensis*	0.148

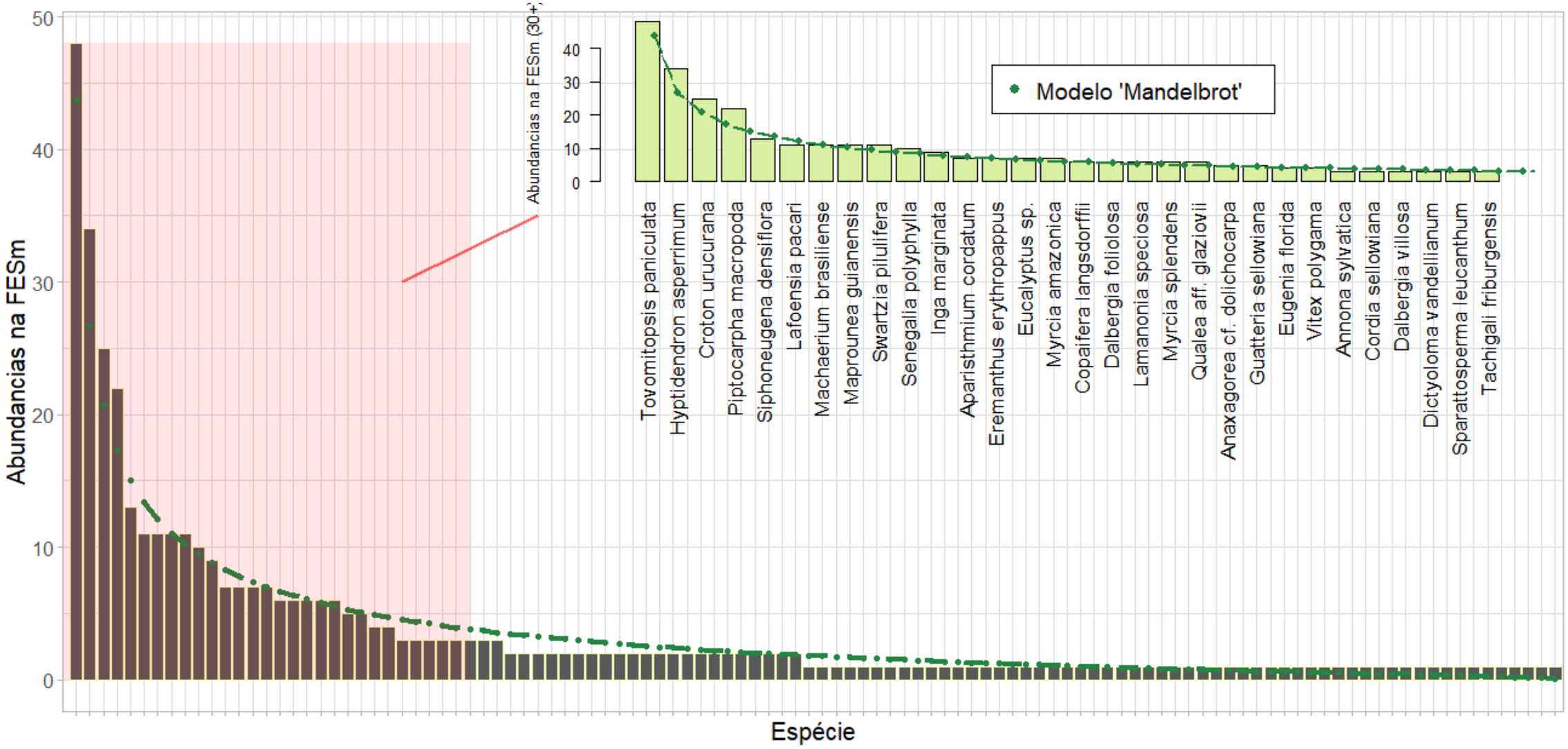
Os portes das árvores foram extraídos dos dados coletados em campo (DAP e altura) que, por fórmula matemática linear (distância euclidiana), originaram os diâmetros de copa (Figura 149). As maiores plantas são de eucalipto. Prevalecem nos três estratos *Hyptidendron asperrimum* (catinga-de-bode) e os indivíduos mortos. No dossel e dentre as emergentes destacam-se *Machaerium brasiliense* (Jacarandá-sangue) e *Swartzia pilulifera* (saco-de-bode). *Tovomitopsis paniculata* aparece tanto na posição inferior quanto no dossel.

Apesar da presença do eucalipto no dossel, as plantas nativas são dominantes nesse estrato. Na representação o eucalipto não aparece no dossel e na posição inferior. Isso se deve a baixa densidade quando comparado com as demais fitofisionomias já descritas. Indivíduos mortos são mais frequentes, o que indica que pode estar havendo uma substituição de espécies. Essa substituição aparentemente se deve ao complemento pelas plantas do estrato inferior, tais como *Siphoneugena densiflora*, *Tovomitopsis paniculata, Hyptidendron asperrimum, Dalbergia foliolosa* (Jacarandá-rosa) e *Amaioua guianensis* (apuruizinho do mato). Ressalta-se que a alta frequência de indivíduos mortos também foi influenciada pelo incêndio que tomou conta da área em outubro de 2020.

A estrutura da comunidade vegetal resultou no modelo Mandelbrot, elencado pelo menor AIC (Akaike's Information Criterion), assim como ocorreu para a FES média/avançada. O modelo Mandelbrot indica presença de poucas espécies dominantes na maioria das unidades amostrais lançadas na comunidade, caracterizando maturidade (Figura 151).

No Quadro 125 é apresentada análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual na Área de Estudo Local incluindo todos os parâmetros fitossociológicos.

Figura 151 Distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto. Destaque para as espécies mais abundantes.



Quadro 125 Análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto

Legenda: N = Número de indivíduos; U = Número de unidades amostrais em que foi registrado o indivíduo; G = Área Basal; DA = Densidade Absoluta (número de indivíduos/hectare); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta; FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m^2/hectare); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%); VI = Valor de Importância (%); PSR = Posição Sociológica Relativa; VIA = Valor de Importância Ampliado (%)

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Hyptidendron asperrimum	34	11	0,873	70,8	8,4	68,75	5,56	1,82	14,6	11,5	9,52	8,6	9,29
Tovomitopsis paniculata	48	3	0,612	100	11,85	18,75	1,52	1,27	10,23	11,04	7,86	13,39	9,24
Piptocarpha macropoda	22	9	0,112	45,8	5,43	56,25	4,55	0,23	1,87	3,65	3,95	6,51	4,59
Croton urucurana	25	4	0,123	52,1	6,17	25	2,02	0,26	2,06	4,12	3,42	6,99	4,31
Machaerium brasiliense	11	7	0,261	22,9	2,72	43,75	3,54	0,54	4,36	3,54	3,54	1,95	3,14
Swartzia pilulifera	11	6	0,277	22,9	2,72	37,5	3,03	0,58	4,63	3,67	3,46	2,17	3,14
Eremanthus erythropappus	7	5	0,244	14,6	1,73	31,25	2,53	0,51	4,09	2,91	2,78	2,23	2,64
Maprounea guianensis	11	2	0,125	22,9	2,72	12,5	1,01	0,26	2,08	2,4	1,94	3,24	2,26
Lafoensia pacari	11	1	0,125	22,9	2,72	6,25	0,51	0,26	2,09	2,4	1,77	3,51	2,21
Inga marginata	9	6	0,057	18,8	2,22	37,5	3,03	0,12	0,95	1,58	2,07	2,36	2,14
Eucalyptus sp.	7	1	0,292	14,6	1,73	6,25	0,51	0,61	4,87	3,3	2,37	0,89	2
Senegalia polyphylla	10	1	0,153	20,8	2,47	6,25	0,51	0,32	2,55	2,51	1,84	2,44	1,99
Siphoneugena densiflora	13	3	0,052	27,1	3,21	18,75	1,52	0,11	0,87	2,04	1,87	2,21	1,95
Qualea aff. glaziovii	6	5	0,139	12,5	1,48	31,25	2,53	0,29	2,33	1,91	2,11	1,14	1,87
Lamanonia speciosa	6	2	0,153	12,5	1,48	12,5	1,01	0,32	2,56	2,02	1,69	1,92	1,75
Myrcia amazonica	7	4	0,089	14,6	1,73	25	2,02	0,19	1,49	1,61	1,75	1,72	1,74
Myrcia splendens	6	5	0,028	12,5	1,48	31,25	2,53	0,06	0,47	0,98	1,49	1,43	1,48
Copaifera langsdorffii	6	2	0,063	12,5	1,48	12,5	1,01	0,13	1,06	1,27	1,18	1,92	1,37
Guatteria sellowiana	5	3	0,086	10,4	1,23	18,75	1,52	0,18	1,44	1,34	1,4	1,06	1,31
Tachigali friburgensis	3	2	0,193	6,3	0,74	12,5	1,01	0,4	3,23	1,99	1,66	0,15	1,28
Aparisthmium cordatum	7	1	0,039	14,6	1,73	6,25	0,51	0,08	0,65	1,19	0,96	2,23	1,28

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Terminalia glabrescens	3	2	0,117	6,3	0,74	12,5	1,01	0,24	1,95	1,34	1,23	0,96	1,17
Eugenia florida	4	3	0,03	8,3	0,99	18,75	1,52	0,06	0,51	0,75	1	1,28	1,07
Anaxagorea cf. dolichocarpa	5	2	0,041	10,4	1,23	12,5	1,01	0,09	0,69	0,96	0,98	1,33	1,07
Dalbergia villosa	3	3	0,03	6,3	0,74	18,75	1,52	0,06	0,51	0,62	0,92	0,96	0,93
Dictyoloma vandellianum	3	3	0,023	6,3	0,74	18,75	1,52	0,05	0,38	0,56	0,88	0,96	0,9
Sparattosperma leucanthum	3	3	0,012	6,3	0,74	18,75	1,52	0,03	0,2	0,47	0,82	0,96	0,86
Dalbergia foliolosa	6	1	0,026	12,5	1,48	6,25	0,51	0,05	0,43	0,96	0,81	0,95	0,84
Tapirira obtusa	3	2	0,065	6,3	0,74	12,5	1,01	0,14	1,08	0,91	0,94	0,42	0,81
Apuleia leiocarpa	2	2	0,081	4,2	0,49	12,5	1,01	0,17	1,35	0,92	0,95	0,1	0,74
Machaerium villosum	2	2	0,057	4,2	0,49	12,5	1,01	0,12	0,95	0,72	0,82	0,37	0,71
Pseudobombax grandiflorum	1	1	0,1	2,1	0,25	6,25	0,51	0,21	1,68	0,96	0,81	0,05	0,62
Cordia sellowiana	3	2	0,016	6,3	0,74	12,5	1,01	0,03	0,26	0,5	0,67	0,47	0,62
Albizia cf. pedicellaris	2	1	0,049	4,2	0,49	6,25	0,51	0,1	0,82	0,66	0,61	0,64	0,62
Deguelia costata	2	2	0,033	4,2	0,49	12,5	1,01	0,07	0,56	0,52	0,69	0,37	0,61
Ruprechtia cf. lundii	2	2	0,017	4,2	0,49	12,5	1,01	0,04	0,28	0,39	0,59	0,64	0,61
Nectandra lanceolata	2	2	0,016	4,2	0,49	12,5	1,01	0,03	0,26	0,38	0,59	0,64	0,6
Matayba elaeagnoides	2	2	0,015	4,2	0,49	12,5	1,01	0,03	0,25	0,37	0,58	0,64	0,6
Clitoria fairchildiana	1	1	0,076	2,1	0,25	6,25	0,51	0,16	1,28	0,76	0,68	0,32	0,59
Jacaranda macrantha	2	2	0,009	4,2	0,49	12,5	1,01	0,02	0,14	0,32	0,55	0,64	0,57
Annona sylvatica	3	1	0,019	6,3	0,74	6,25	0,51	0,04	0,31	0,53	0,52	0,72	0,57
Vitex polygama	4	1	0,012	8,3	0,99	6,25	0,51	0,03	0,2	0,59	0,56	0,55	0,56
Piptadenia gonoacantha	2	1	0,037	4,2	0,49	6,25	0,51	0,08	0,62	0,56	0,54	0,64	0,56
Tetrastylidium grandifolium	2	2	0,018	4,2	0,49	12,5	1,01	0,04	0,3	0,4	0,6	0,37	0,55
Syagrus romanzoffiana	2	1	0,023	4,2	0,49	6,25	0,51	0,05	0,38	0,44	0,46	0,4	0,45
Vernonanthura polyanthes	2	2	0,007	4,2	0,49	12,5	1,01	0,02	0,12	0,31	0,54	0,15	0,44

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Swartzia acutifolia	2	2	0,005	4,2	0,49	12,5	1,01	0,01	0,08	0,29	0,53	0,15	0,44
Croton fuscescens	2	2	0,005	4,2	0,49	12,5	1,01	0,01	0,08	0,29	0,53	0,15	0,43
Roupala montana	2	1	0,016	4,2	0,49	6,25	0,51	0,03	0,26	0,38	0,42	0,4	0,42
Machaerium nictitans	1	1	0,028	2,1	0,25	6,25	0,51	0,06	0,46	0,35	0,4	0,32	0,38
Licania kunthiana	1	1	0,025	2,1	0,25	6,25	0,51	0,05	0,42	0,33	0,39	0,32	0,37
Eugenia sonderiana	2	1	0,005	4,2	0,49	6,25	0,51	0,01	0,08	0,29	0,36	0,4	0,37
Lacistema hasslerianum	2	1	0,005	4,2	0,49	6,25	0,51	0,01	0,08	0,28	0,36	0,4	0,37
Psidium myrtoides	2	1	0,005	4,2	0,49	6,25	0,51	0,01	0,08	0,28	0,36	0,4	0,37
Cecropia hololeuca	1	1	0,022	2,1	0,25	6,25	0,51	0,05	0,37	0,31	0,37	0,32	0,36
Bauhinia rufa	1	1	0,018	2,1	0,25	6,25	0,51	0,04	0,3	0,28	0,35	0,32	0,35
Ocotea diospyrifolia	1	1	0,034	2,1	0,25	6,25	0,51	0,07	0,57	0,41	0,44	0,05	0,34
Campomanesia sp.	1	1	0,032	2,1	0,25	6,25	0,51	0,07	0,53	0,39	0,43	0,05	0,34
Ouratea semiserrata	1	1	0,017	2,1	0,25	6,25	0,51	0,04	0,28	0,26	0,34	0,32	0,34
Platypodium elegans	1	1	0,031	2,1	0,25	6,25	0,51	0,06	0,51	0,38	0,42	0,05	0,33
Hortia brasiliana	1	1	0,029	2,1	0,25	6,25	0,51	0,06	0,49	0,37	0,41	0,05	0,32
Luehea grandiflora	1	1	0,013	2,1	0,25	6,25	0,51	0,03	0,21	0,23	0,32	0,32	0,32
Myrsine umbellata	1	1	0,012	2,1	0,25	6,25	0,51	0,03	0,21	0,23	0,32	0,32	0,32
Cupania vernalis	1	1	0,012	2,1	0,25	6,25	0,51	0,03	0,2	0,22	0,32	0,32	0,32
Zanthoxylum rhoifolium	1	1	0,012	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,19	0,22	0,31	0,32	0,32
Amaioua guianensis	2	1	0,004	4,2	0,49	6,25	0,51	0,01	0,07	0,28	0,36	0,15	0,31
Cariniana estrellensis	1	1	0,01	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,17	0,21	0,31	0,32	0,31
Casearia arborea	1	1	0,011	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,18	0,21	0,31	0,32	0,31
Myrtaceae sp1	1	1	0,011	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,18	0,21	0,31	0,32	0,31
Dalbergia nigra	1	1	0,01	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,16	0,2	0,3	0,32	0,31
Monteverdia gonoclada	1	1	0,009	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,16	0,2	0,3	0,32	0,31

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Sloanea guianensis	1	1	0,009	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,16	0,2	0,3	0,32	0,31
Amaioua intermedia	1	1	0,008	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,14	0,19	0,3	0,32	0,3
Casearia sylvestris	1	1	0,008	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,14	0,19	0,3	0,32	0,3
Astronium fraxinifolium	1	1	0,007	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,12	0,18	0,29	0,32	0,3
Bowdichia virgilioides	1	1	0,007	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,11	0,18	0,29	0,32	0,3
Monteverdia floribunda	1	1	0,007	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,11	0,18	0,29	0,32	0,3
Stryphnodendron polyphyllum	1	1	0,007	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,12	0,18	0,29	0,32	0,3
Nectandra sp.	1	1	0,006	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,1	0,17	0,28	0,32	0,3
Himatanthus bracteatus	1	1	0,006	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,09	0,17	0,28	0,32	0,29
Inga sp.	1	1	0,005	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,08	0,17	0,28	0,32	0,29
Lauraceae sp.3	1	1	0,004	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,07	0,16	0,28	0,32	0,29
Myrcia obovata	1	1	0,004	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,06	0,16	0,27	0,32	0,28
Nectandra oppositifolia	1	1	0,004	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,06	0,16	0,27	0,32	0,28
Albizia niopoides	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,05	0,15	0,27	0,32	0,28
Casearia decandra	1	1	0,004	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,06	0,15	0,27	0,32	0,28
Esenbeckia febrifuga	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,05	0,15	0,27	0,32	0,28
Ilex cerasifolia	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,04	0,15	0,27	0,32	0,28
Iochroma arborescens	1	1	0,004	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,06	0,15	0,27	0,32	0,28
Lamanonia grandistipularis	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,05	0,15	0,27	0,32	0,28
Myrcia crocea	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,05	0,15	0,27	0,32	0,28
Peltophorum dubium	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,05	0,15	0,27	0,32	0,28
Myrcia sp.	1	1	0,002	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,04	0,14	0,26	0,32	0,28
Picramnia glazioviana	1	1	0,002	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,04	0,14	0,26	0,32	0,28
Siparuna guianensis	1	1	0,002	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,04	0,14	0,26	0,32	0,28
Solanum leucodendron	1	1	0,002	2,1	0,25	6,25	0,51	0	0,03	0,14	0,26	0,32	0,28

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Campomanesia guazumifolia	1	1	0,016	2,1	0,25	6,25	0,51	0,03	0,26	0,25	0,34	0,08	0,27
Byrsonima sericea	1	1	0,01	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,16	0,21	0,31	0,08	0,25
Andira fraxinifolia	1	1	0,009	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,15	0,2	0,3	0,08	0,25
Eremanthus incanus	1	1	0,009	2,1	0,25	6,25	0,51	0,02	0,14	0,2	0,3	0,05	0,24
Calliandra fasciculata	1	1	0,004	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,07	0,16	0,27	0,08	0,23
Guatteria villosissima	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,05	0,15	0,27	0,08	0,22
Vismia guianensis	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,05	0,15	0,27	0,08	0,22
Xylosma aff. glaberrima	1	1	0,003	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,05	0,15	0,27	0,08	0,22
Erythroxylum deciduum	1	1	0,002	2,1	0,25	6,25	0,51	0	0,03	0,14	0,26	0,08	0,22
Melanoxylon brauna	1	1	0,002	2,1	0,25	6,25	0,51	0,01	0,04	0,14	0,26	0,08	0,22
Myrcia coelosepala	1	1	0,002	2,1	0,25	6,25	0,51	0	0,03	0,14	0,26	0,08	0,22
**** Total*	405	16	5,981	843,8	100	1237,5	100	12,46	100	100	100	100	100

Caracterização do estágio sucessional da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto

Considerando as espécies indicadoras é possível verificar que a maioria das espécies encontradas são indicadoras de estágio avançado de regeneração. Das 51 espécies encontradas na área e citadas na Resolução CONAMA nº 392/2007, 47 (92,15%) são indicadoras de estágio de regeneração avançado. Ressalta-se que o número de espécies indicadoras foi bastante menor que o encontrado para a Floresta Semidecidual de estágio médio/avançado (85 espécies indicadoras).

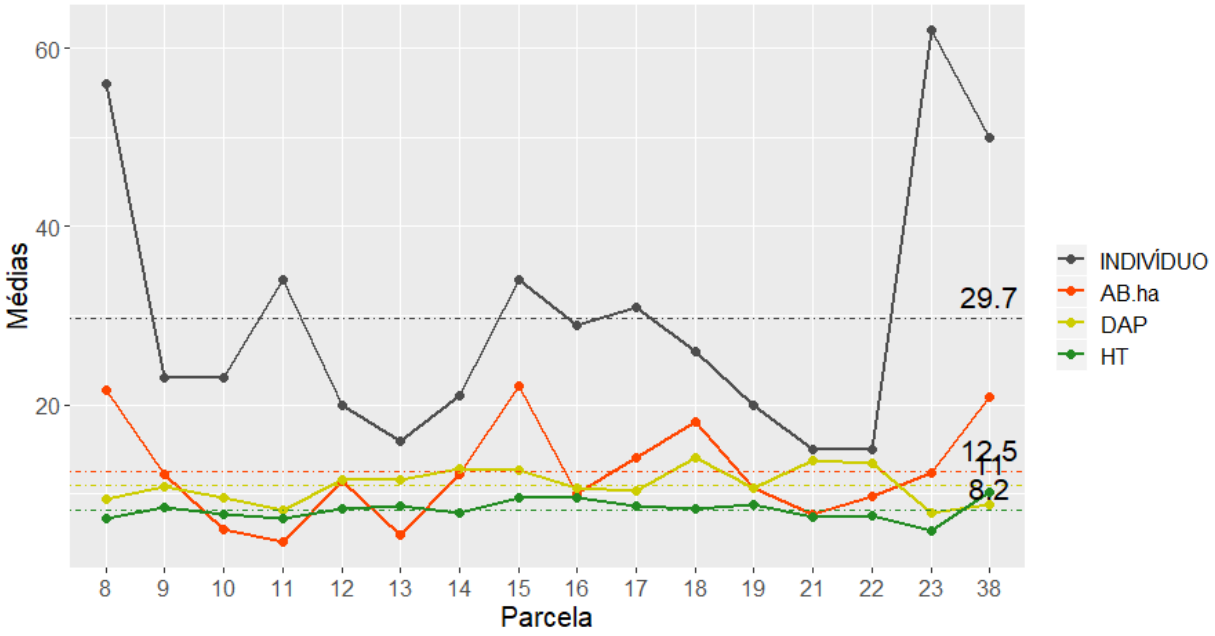
Quadro 126Caracterização do estágio sucessional da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto

Espécie	Estágio de regeneração		
	Avançado	Inicial / Médio	Inicial / Médio /Avançado
Albizia niopoides	X		
Amaioua guianensis	X		
Anadenanthera colubrina			X
Andira fraxinifolia	X		
Apuleia leiocarpa	X		
Bauhinia rufa		X	
Cariniana estrellensis	X		
Casearia arborea	X		
Casearia decandra	X		
Casearia sylvestris	X		
Cecropia hololeuca		X	
Croton urucurana	X		
Cupania vernalis	X		
Dalbergia foliolosa	X		
Dalbergia nigra	X		
Dalbergia villosa	X		
Eremanthus erythropappus	X		
Eremanthus incanus	X		
Eugenia florida	X		
Eugenia sonderiana	X		
Himatanthus bracteatus	X		
Hortia brasiliana	X		
Inga marginata	X		
Inga sp.	X		
Luehea grandiflora	X		
Machaerium brasiliense	X		

Espécie	Estágio de regeneração		
	Avançado	Inicial / Médio	Inicial / Médio /Avançado
Machaerium nictitans	X		
Machaerium villosum	X		
Maprounea guianensis	X		
Matayba elaeagnoides	X		
Myrcia amazonica	X		
Myrcia coelosepala	X		
Myrcia crocea	X		
Myrcia obovata	X		
Myrcia splendens	X		
Nectandra lanceolata	X		
Nectandra oppositifolia	X		
Nectandra sp.	X		
Ocotea diospyrifolia	X		
Ocotea sp.	X		
Picramnia glazioviana	X		
Piptadenia gonoacantha	X		
Platypodium elegans	X		
Siparuna guianensis	X		
Sparattosperma leucanthum	X		
Syagrus romanzoffiana	X		
Tapirira obtusa	X		
Vernonanthura polyanthes		X	
Vismia guianensis		X	
Vitex polygama	X		
Zanthoxylum rhoifolium	X		

Na Figura 152 são apresentadas as informações referentes ao número de indivíduos e as médias de DAP, altura e área basal para cada uma das parcelas alocadas Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto. Para a construção do gráfico os valores foram relativizados para hectare com a finalidade de conferir maior percepção sobre a estrutura da floresta.

Figura 152 Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração encontrada na Área do Projeto



Os ambientes amostrados apresentam pouca homogeneidade em relação aos parâmetros avaliados, indicando que a variabilidade da tipologia é grande. Os dados acusam um total de 843,8 indivíduos por hectare, o que é consideravelmente menor do que o menor valor de densidade por hectare do estudo de Scolforo *et al.* (2008) no Projeto - Inventário Florestal de Minas Gerais. O DAP médio e a média de altura são típicos de florestas em estágio médio de regeneração.

No Quadro 127 é apresentada a classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual de acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007.

Quadro 127 Classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na Área do Projeto de acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007

Legenda: a característica predominante encontra-se marcada em verde.

Parâmetros		Avaliação do estágio de regeneração natural da Floresta Estacional Semidecidual		
		Inicial	Médio	Inicial
Estratificação		indefinida	incipiente com dossel e sub-bosque	definida com dossel, sub-dossel e sub-bosque
Predominância		jovens de espécies arbóreas, arbustivas e cipós	espécies arbóreas	idem
Adensamento		alto	redução gradativa da densidade de arbustos e arvoretas	sub-bosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio
Altura		até 5 (cinco) metros	entre 5 (cinco) e 12 (doze) metros de altura	superior a 12 (doze) metros de altura, com emergentes
Cipós			presença marcante	menor densidade de cipós e arbustos em relação ao estágio médio
Árvores emergentes		-	-	ocorrência freqüente
Distribuição diamétrica		pequena amplitude – DAP* médio de até 10 (dez) centímetros	moderada amplitude – DAP* médio entre 10 a 20 (vinte) centímetros	DAP* de grande amplitude, com média superior a 18 (dezoito) centímetros-
Serapilheira		quando existente, forma uma fina camada	presente variando de espessura	presente variando de espessura em função da localização da área
Espécies	Pioneiras	abundantes	-	-
	Dominância	De poucas espécies indicadoras	-	-
	Indicadoras	poucas espécies indicadoras	Presentes com redução de arbustos	Presentes
	Epífitas	baixa riqueza e diversidade	maior riqueza que estágio anterior	riqueza e abundância de epífitas

Conforme apresentado no quadro acima parte dos remanescentes florestais avaliados na Área do Projeto apresentam diversas características de estágio médio de regeneração natural. As espécies encontradas são uma indicação de estágios mais evoluídos de regeneração da floresta.

11.6.1.4.2.3 Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração (FESi) abrange 14,44 ha na Área do Projeto, sendo representada por diversos fragmentos de diferentes formatos e tamanhos.

As áreas de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração são caracterizadas pela predominância de vegetação arbustivo-arbórea, ausência de estratificação definida e dominância de espécies arbóreas pioneiras de pequeno porte, formando uma vegetação mais densa e baixa que a floresta em estágio médio.

As principais diferenças entre essas florestas e as FESm são o porte, a presença de maior espaçamento entre árvores (menor densidade), a maior insolação e a menor qualidade da serrapilheira.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 105 Aspecto da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração sobre encosta e declive.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 106 Acesso à FESi após a ocorrência de incêndio em outubro de 2020.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 107 Insolação na FESi após incêndio.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 108 FESi após ocorrência de incêndio.

Foto: Alexandre Barros, 2020

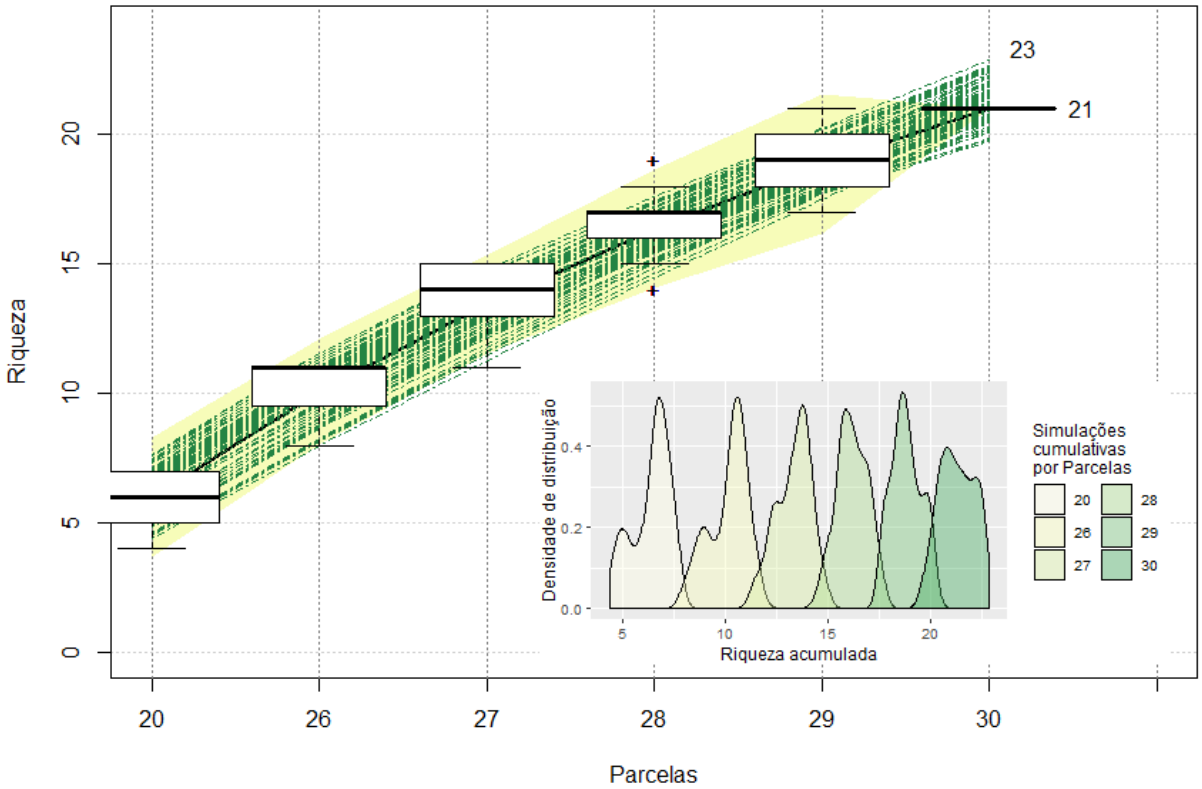
Foto 109 Interior da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração após passagem de fogo na em outubro de 2020.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 110 Aspecto das árvores da parcela 26 pouco afetada pelo incêndio.

A curva do coletor para a Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração apresentou um total de 21 espécies. Considerando a simulação de reamostragens foi encontrado um máximo de 23 espécies, ou seja, apenas 2 espécies a mais numa amostragem igual à realizada. Esse valor, bem próximo ao encontrado, demonstra a sufiência amostral do levantamento na área. O subgráfico, no entanto, apresenta a densidade dos valores da contagem das espécies com pouca tendência a afilamento, sendo que cada um dos gráficos (representando as parcelas da fitofisionomia) mostram-se bimodais, isto é, com grande amplitude. Isso indica que ainda há espécies a serem coletadas na fitofisionomia, o que é reforçado pela ascendência da curva do coletor.

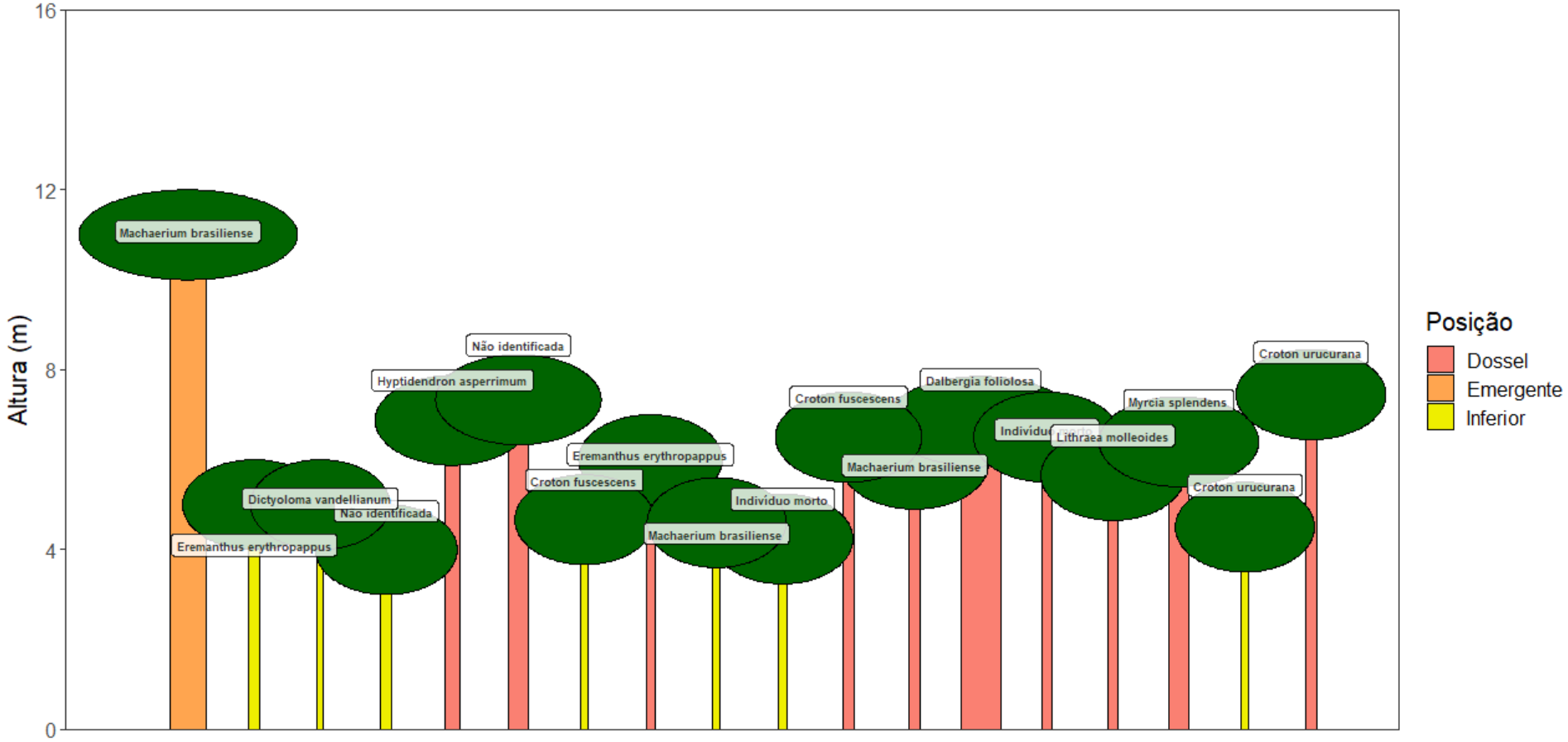
Figura 153 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração localizada na Área do Projeto



A Figura 154 ilustra o perfil da floresta em estágio inicial regeneração, onde cada estrato vertical foi definido segundo dados extraídos da fitossociologia. A floresta apresentou altura total média e desvio de padrão de 6.43 ± 1.7 m. A partir desses valores foi adotado o limite mínimo para as árvores na posição inferior do estrato florestal como aquelas que tivessem a média menos um desvio padrão (5 m). Para o limite máximo definiu-se 10 metros de altura (foram adicionados dois desvios-padrão sobre a média). Acima de 10 m as árvores foram classificadas como emergentes. O eucalipto foi incluído na representação do perfil.

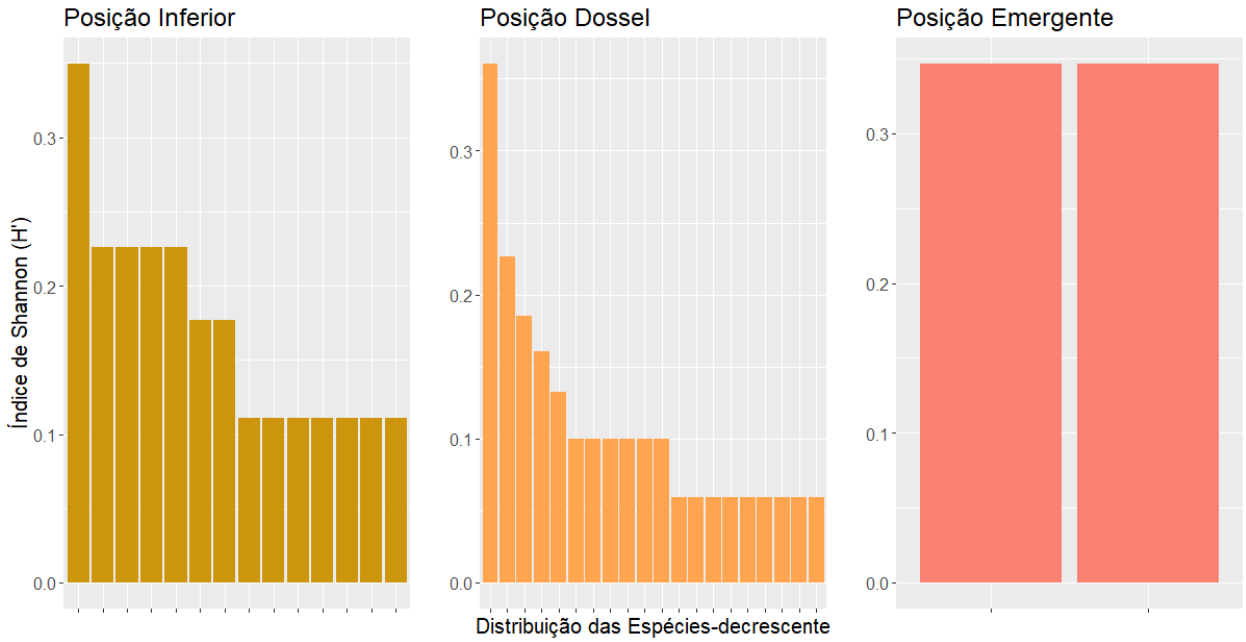
Tomando essas definições o total de fustes amostrados (n=115) foi dividido em 78 fustes para o dossel (67,83%), 34 para o estrato inferior (29,57%) e 3 para o emergente (2,61%). Para ilustrar o perfil da floresta semidecidual em estágio inicial considerou-se a média de árvores por parcela (~17 árvores/parcela), a partir da qual foi executada uma amostragem proporcional, sendo 10 plantas para o dossel, 7 para o estrato inferior e 1 para o emergente. A inserção de espécie por posição e por estrato foi feita tendo como referência o índice de diversidade de Shannon (H'), procedimento que indicou a probabilidade com a qual as espécies seriam incluídas na representação do perfil.

Figura 154 Perfil da floresta construído a partir da análise fiotssociológica da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto.



O valor da diversidade de Shannon (H') para cada estrato foi de: H'= 2,38, para o estrato inferior; H'= 2,19 para o dossel; e H'= 0,69 para a posição emergente. A Figura 155 mostra que a previsão de quais espécies seriam encontradas aleatoriamente é relativamente simples. Nem mesmo o dossel pode ser considerado complexo em diversidade, apresentando uma dominância bastante uniforme.

Figura 155 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto.



O Quadro 128 apresenta as espécies com os maiores valores da diversidade de Shannon (H') em cada um dos estratos.

Quadro 128 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das principais espécies nas posições da estrutura vertical da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto

Posição	Espécie	H'
Inferior	Indivíduo morto	0.35
Inferior	*Croton fuscescens*	0.226
Inferior	*Eremanthus erythropappus*	0.226
Inferior	*Machaerium brasiliense*	0.226
Inferior	*Não identificada*	0.226
Inferior	*Croton urucurana*	0.177
Inferior	*Dictyoloma vandellianum*	0.177
Dossel	*Croton urucurana*	0.36
Dossel	*Croton fuscescens*	0.227

Posição	Espécie	H'
Dossel	*Machaerium brasiliense*	0.185
Dossel	*Hyptidendron asperrimum*	0.161
Dossel	*Não identificada*	0.132
Dossel	*Dalbergia foliolosa*	0.1
Dossel	*Eremanthus erythropappus*	0.1
Dossel	*Indivíduo morto*	0.1
Dossel	*Lithraea molleoides*	0.1
Dossel	*Myrcia splendens*	0.1
Emergente	*Machaerium brasiliense*	0.347
Emergente	*Piptocarpha macropoda*	0.347

Machaerium brasiliense (Jacarandá-sangue) aparece em todos os estratos. Na posição inferior e no dossel estão *Croton fuscescens* (sangra), *Eremanthus erythropappus* (candeia) e os indivíduos mortos.

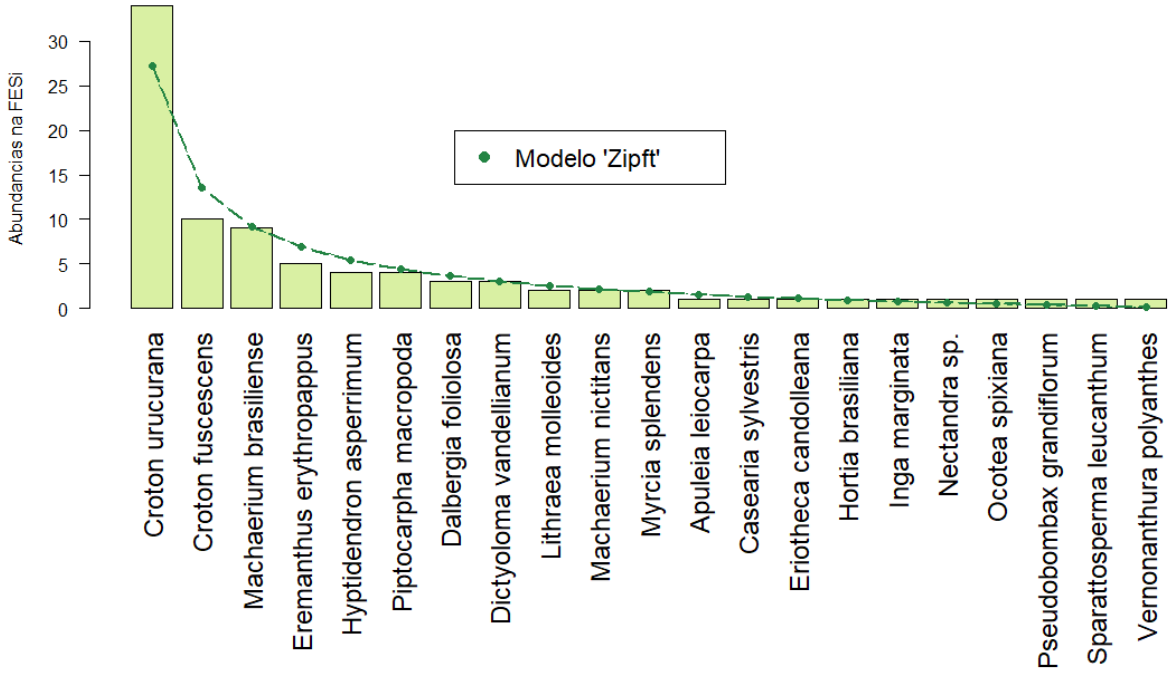
O eucalipto não está presente na amostra dessa fitofisionomia. Há plantas de DAP elevado em todas as posições, o que pode indicar que o solo deve interferir na dinâmica da comunidade, privilegiando as espécies com capacidade de sobreviver em solos mais pobres.

A estrutura da comunidade vegetal resultou no modelo Zipf, elencado pelo menor AIC (Akaike's Information Criterion) (Figura 156). Zipf é semelhante à Mandelbrot, com proporção ajustada da espécie mais abundante, cuja curva do modelo é menos inclinada que outros modelos (maior uniformidade). A curva menos inclinada indica que há uma distribuição de espécies mais igualitária em termos de partição de nicho, que por sua vez indica certa estabilidade às condições da fisionomia.

Pelas observações e pelo fato de ser uma floresta em estágio inicial o mais provável é que deve haver algum outro fator influenciando na distribuição das abundâncias das espécies, impedindo que a ocupação dos espaços se dê livremente. Pode ocorrer do solo perfazer um papel importante na estrutura da floresta em estágio inicial de regeneração, selecionando as espécies que têm a capacidade de se desenvolver na devida condição.

No Quadro 129 é apresentada análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto incluindo todos os parâmetros fitossociológicos.

Figura 156 Distribuição das abundâncias das espécies na Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto.



Quadro 129 Análise da estrutura da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto

Legenda: N = Número de indivíduos; U = Número de unidades amostrais em que foi registrado o indivíduo; G = Área Basal; DA = Densidade Absoluta (número de indivíduos/hectare); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta; FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m^2/hectare); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%); VI = Valor de Importância (%); PSR = Posição Sociológica Relativa; VIA = Valor de Importância Ampliado (%)

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Croton urucurana	34	4	0,142	188,9	38,64	66,67	11,11	0,79	24,45	31,54	24,73	43,14	29,34
Machaerium brasiliense	9	6	0,058	50	10,23	100	16,67	0,32	10,02	10,13	12,31	9,31	11,56
Croton fuscescens	10	2	0,035	55,6	11,36	33,33	5,56	0,19	5,99	8,68	7,64	12,04	8,74
Piptocarpha macropoda	4	2	0,073	22,2	4,55	33,33	5,56	0,4	12,5	8,52	7,53	1,35	5,99
Hyptidendron asperrimum	4	3	0,028	22,2	4,55	50	8,33	0,15	4,73	4,64	5,87	6,03	5,91
Dalbergia foliolosa	3	1	0,07	16,7	3,41	16,67	2,78	0,39	12,11	7,76	6,1	3,51	5,45
Eremanthus erythropappus	5	2	0,018	27,8	5,68	33,33	5,56	0,1	3,07	4,38	4,77	4,5	4,7
Eriotheca candolleana	1	1	0,058	5,6	1,14	16,67	2,78	0,32	10,02	5,58	4,64	0,29	3,56
Dictyoloma vandellianum	3	2	0,007	16,7	3,41	33,33	5,56	0,04	1,21	2,31	3,39	2,5	3,17
Myrcia splendens	2	1	0,022	11,1	2,27	16,67	2,78	0,12	3,77	3,02	2,94	3,02	2,96
Machaerium nictitans	2	2	0,008	11,1	2,27	33,33	5,56	0,04	1,36	1,82	3,06	2	2,8
Lithraea molleoides	2	1	0,01	11,1	2,27	16,67	2,78	0,05	1,65	1,96	2,23	3,02	2,43
Inga marginata	1	1	0,015	5,6	1,14	16,67	2,78	0,09	2,63	1,89	2,18	1,51	2,02
Sparattosperma leucanthum	1	1	0,013	5,6	1,14	16,67	2,78	0,07	2,24	1,69	2,05	0,49	1,66
Ocotea spixiana	1	1	0,005	5,6	1,14	16,67	2,78	0,03	0,8	0,97	1,57	1,51	1,56
Casearia sylvestris	1	1	0,004	5,6	1,14	16,67	2,78	0,02	0,72	0,93	1,55	1,51	1,54
Hortia brasiliana	1	1	0,004	5,6	1,14	16,67	2,78	0,02	0,6	0,87	1,51	1,51	1,51
Nectandra sp.	1	1	0,003	5,6	1,14	16,67	2,78	0,01	0,44	0,79	1,45	1,51	1,47
Apuleia leiocarpa	1	1	0,006	5,6	1,14	16,67	2,78	0,03	0,96	1,05	1,63	0,29	1,29
Pseudobombax grandiflorum	1	1	0,002	5,6	1,14	16,67	2,78	0,01	0,35	0,74	1,42	0,49	1,19
Vernonanthura polyanthes	1	1	0,002	5,6	1,14	16,67	2,78	0,01	0,35	0,74	1,42	0,49	1,19
**** Total*	88	6	0,581	488,9	100	600	100	3,23	100	100	100	100	100

Caracterização do estágio sucessional da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto

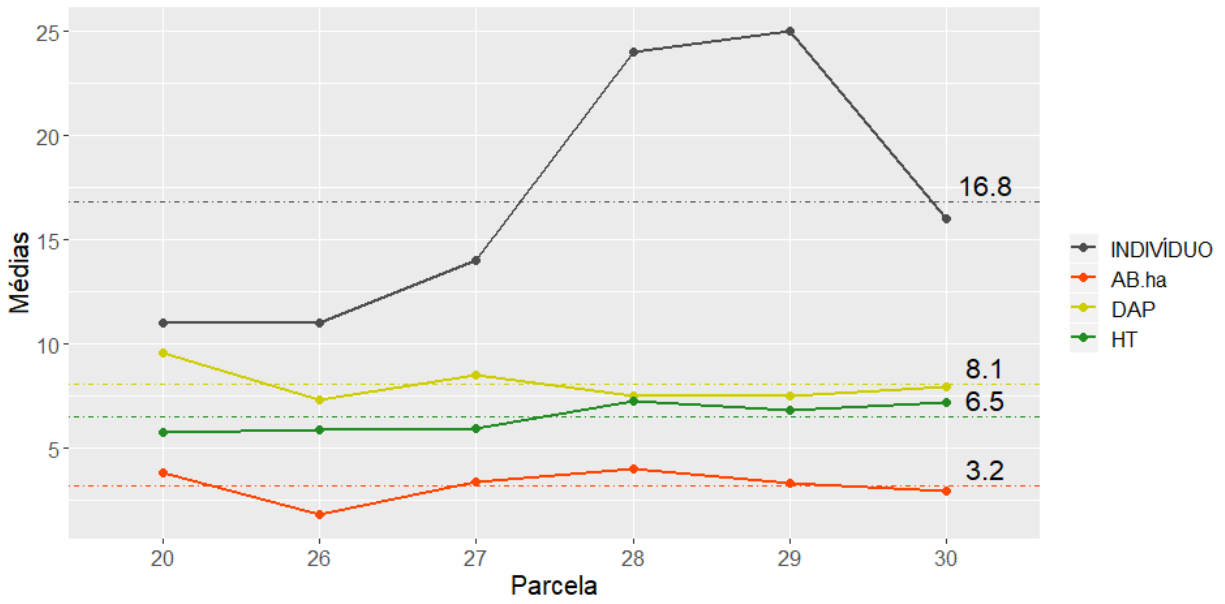
No Quadro 130 são apresentadas as espécies encontradas citadas como indicadoras na Resolução CONAMA nº 392/2007. Das 15 espécies encontradas nas áreas citadas na resolução, 13 (87%) são indicadoras de estágio de regeneração avançado. Ressalta-se que o número de espécies indicadoras foi bastante menor que o encontrado para a floresta semidecidual em estágio médio.

Quadro 130Espécies registradas nas unidades amostrais alocadas na Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto e sua indicação para o estágio de sucessão ecológica - Resolução CONAMA nº 392/2007.

Espécie	Estágio de regeneração	
	Avançado	Inicial / Médio
Apuleia leiocarpa	X	
Casearia sylvestris	X	
Croton urucurana	X	
Dalbergia foliolosa	X	
Eremanthus erythropappus	X	
Hortia brasiliana	X	
Inga marginata	X	
Lithraea molleoides		X
Machaerium brasiliense	X	
Machaerium nictitans	X	
Myrcia splendens	X	
Nectandra sp.	X	
Ocotea spixiana	X	
Sparattosperma leucanthum	X	
Vernonanthura polyanthes		X

Na Figura 157 são apresentadas as informações referentes ao número de indivíduos e as médias de DAP, altura e área basal para cada uma das parcelas alocadas na floresta em estágio incial de regeneração na Área do Projeto. Para a construção do gráfico os valores foram relativizados para hectare com a finalidade de conferir maior percepção sobre a estrutura da floresta.

Figura 157 Parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto



As parcelas mostram-se mais homogêneas. Os dados acusam um total de 489 indivíduos por hectare. Essa densidade é considerada muito baixa e distante dos índices que Scolforo *et al.* (2008) encontraram no Projeto - Inventário Florestal de Minas Gerais. Esse resultado é um indicativo de que a floresta ainda passa por processos incipientes de sucessão ecológica ou que ainda tem impactos ocorrentes que impedem o crescimento populacional e o desenvolvimento da comunidade. A área basal também é muito baixa, demonstrando o pequeno porte da mata.

Quadro 131 Classificação do estágio de regeneração da Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração na Área do Projeto de acordo com a Resolução CONAMA nº 392/2007

Legenda: a característica predominante encontra-se marcada em verde.

Parâmetros	Avaliação do Estágio de regeneração natura da Floresta Estacional Semidecidual		
	Inicial	Médio	Avançado
Estratificação	indefinida	incipiente com dossel e sub-bosque	definida com dossel, sub-dossel e sub-bosque
Predominância	jovens de espécies arbóreas, arbustivas e cipós	espécies arbóreas	idem
Adensamento	alto	redução gradativa da densidade de arbustos e arvoretas	sub-bosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio

Parâmetros		Avaliação do Estágio de regeneração natura da Floresta Estacional Semidecidual		
		Inicial	Médio	Avançado
Altura		até 5 (cinco) metros	entre 5 (cinco) e 12 (doze) metros de altura	superior a 12 (doze) metros de altura, com emergentes
Cipós			presença marcante	menor densidade de cipós e arbustos em relação ao estágio médio
Árvores emergentes		-	-	ocorrência frequente
Distribuição diamétrica		pequena amplitude – DAP* médio de até 10 (dez) centímetros	moderada amplitude – DAP* médio entre 10 a 20 (vinte) centímetros	DAP* de grande amplitude, com média superior a 18 (dezoito) centímetros-
Serapilheira		quando existente, forma uma fina camada	presente variando de espessura	presente variando de espessura em função da localização da área
Espécies	Pioneiras	abundantes	-	-
	Dominância	De poucas espécies indicadoras	-	-
	Indicadoras	poucas espécies indicadoras	Presentes com redução de arbustos	Presentes
	Epífitas	baixa riqueza e diversidade	maior riqueza que estágio anterior	riqueza e abundância de epífitas

Conforme apresentado no quadro acima parte dos remanescentes florestais avaliados na Área do Projeto apresentam diversas características de estágio inicial de regeneração natural.

11.6.1.4.2.4 Campo Rupestre Ferruginoso

O Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto é representado por um pequeno remanescente, abrangendo de 0,48 ha, localizado em um trecho de declive próximo de áreas cuja mineração está em andamento.

A vegetação ocorre sobre um substrato laterítico ferruginoso alternado por fendas. Nessas fendas há acúmulo de substrato que acaba por favorecer o desenvolvimento de um estrato herbáceo-arbustivo e até mesmo, em alguns pontos, predominantemente arbustivo.

Em função dessa ampla vegetação arbustiva o substrato rochoso é, frequentemente, coberto por palhada vegetal. Em função desta particularidade esse campo rupestre pode ser reconhecido também como um tipo de vegetação arbustiva sobre canga.

A feição geral é preservada, como é comum transparecer em ambientes rupestres, que tem aparência intrínseca de "intocado".

Nos limites, à oeste do campo rupestre, ocorre vegetação lenhosa caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração. Em outros pontos, devido à proximidade com as atividades minerárias, o campo rupestre cede para formações vegetais mais antropizadas, principalmente nas porções superiores do declive, onde ocorre mineração, e ao leste, cuja área está mais alterada.

Há vestígios de atividade minerária com a presença de matacões que, ao rolarem para a área, danificaram a cobertura vegetal, principalmente as espécies lenhosas.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 111 Aspecto do pequeno trecho de Campo Rupestre Ferruginoso.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 112 Perfil do Campo Rupestre Ferruginoso mostrando substrato laterítico.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 113 Vegetação sobre rochas ferruginosas – predomínio de arbustos.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 114 Extremidade na qual o campo rupestre cede para formações vegetais mais antropizadas.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 115 Rocha sob a cobertura de palhada vegetal.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 116 Vista do Campo Rupestre Ferruginoso.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 117 Campo Rupestre Ferruginoso com vegetação arbustiva associada.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 118 Rochas com a bromélia *Hoplocryptanthus schwackeanus.*

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 119 Transição do Campo Rupestre com os ambientes florestais.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 120 Início da Floresta Estacional vizinha ao Campo Rupestre Ferruginoso.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 121 Parte superior do declive do Campo Rupestre Ferruginoso, onde ocorre a mineração.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 122 Limite entre área de ocorrência do campo rupestre e as atividades minerárias

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 123 Embaúba tombada em função da extravasão de matacões sobre o declive.

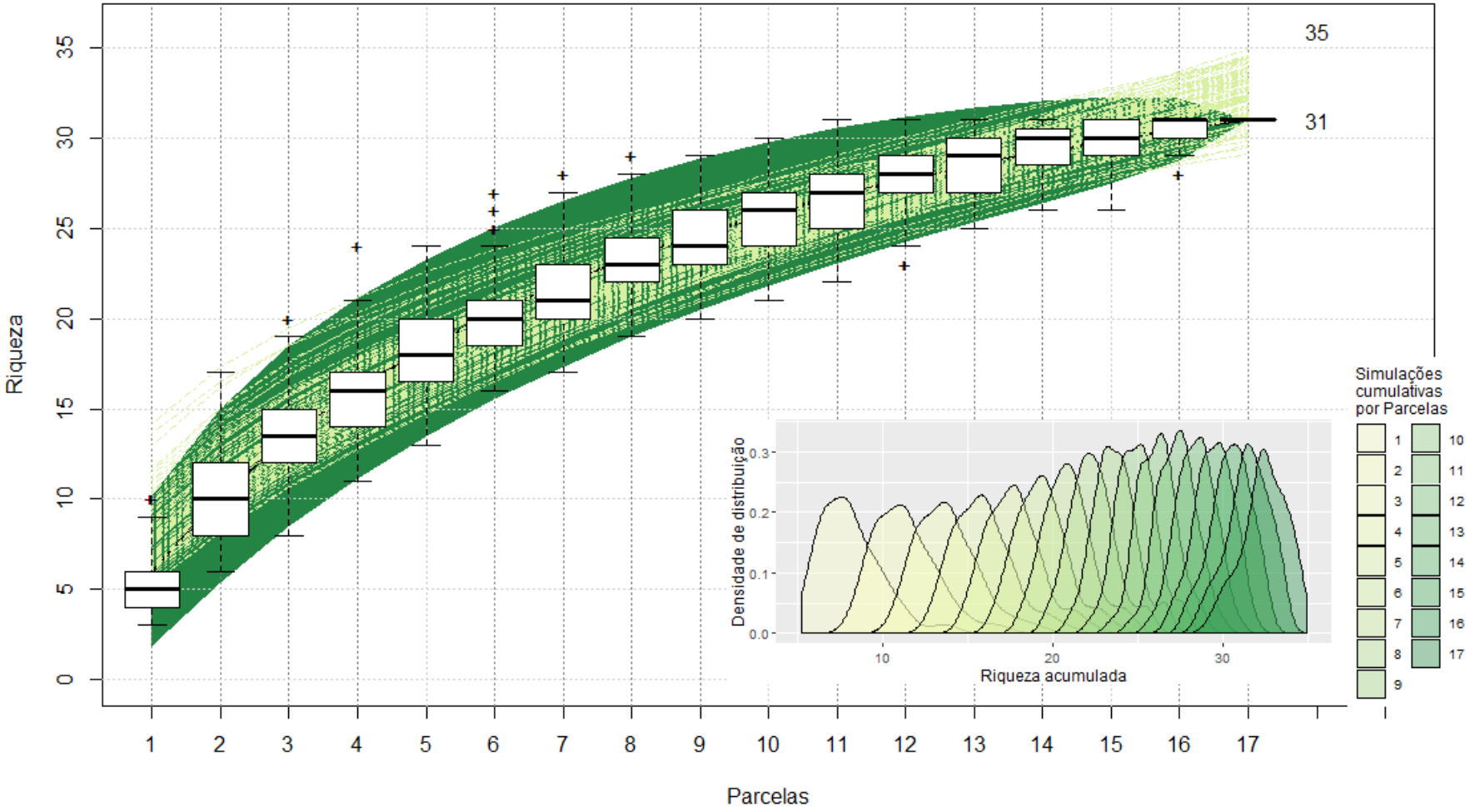
Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 124 Ponto onde o campo rupestre é substituído por vegetação típica de ambientes antropizados.

A incursão na área do campo rupestre ferruginoso é representada pela curva do coletor apresentada na Figura 158 . Essa curva apresenta o acúmulo de espécies ao longo da amostragem realizada no interior das 17 unidades amostrais. Sobre essa curva básica foram feitas reamostragens (sucessivas simulações) para se verificar a riqueza estimada de espécies.

A curva do coletor apresentou um total de 31 espécies amostradas. Considerando a simulação de reamostragens foi encontrado um máximo de 35 espécies, ou seja, 4 espécies a mais numa amostragem igual à realizada. O sub gráfico mostra a distribuição das abundâncias para cada reamostragem indicando que a amostra foi satisfatória, uma vez que o gráfico na acumulação torna-se cada vez mais afilado (leptocúrtico). Nota-se a entrada de novas espécies em maior quantidade na parcela 9. Após essa parcela foram sempre registradas novas espécies, porém em menor quantidade.

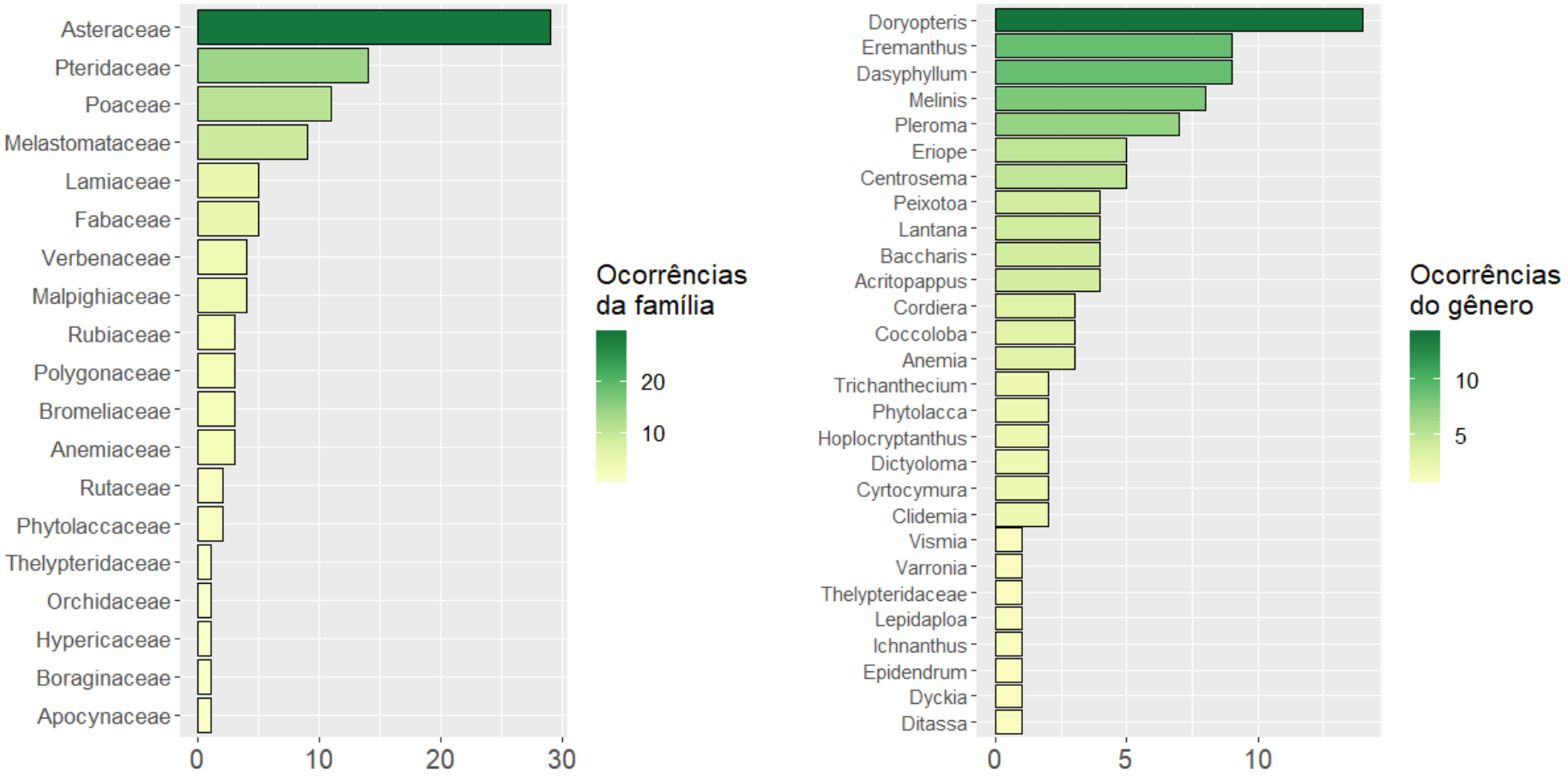
Figura 158 Curva de acumulação para as parcelas de fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto



Foram registradas 19 famílias. A mais amostrada na fitossociologia foi Asteraceae, com 19 registros; seguida por Pteridaceae, com 14 registros; Poaceae com 11; Melastomataceae com 9; e Lamiaceae e Bromeliaceae com 5 registros cada (Figura 159 , à esquerda).

Os gêneros mais frequentes foram *Doryopteris* com 14 registros; *Dasyphyllum* e *Erementhus*, com 9 espécimes cada; *Pleroma* com 7; e *Centrosema* e *Eriope* com 5 registros cada (Figura 159 , à direita).

Figura 159 Abundância para as famílias (E) e gêneros (D) nas parcelas de fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto



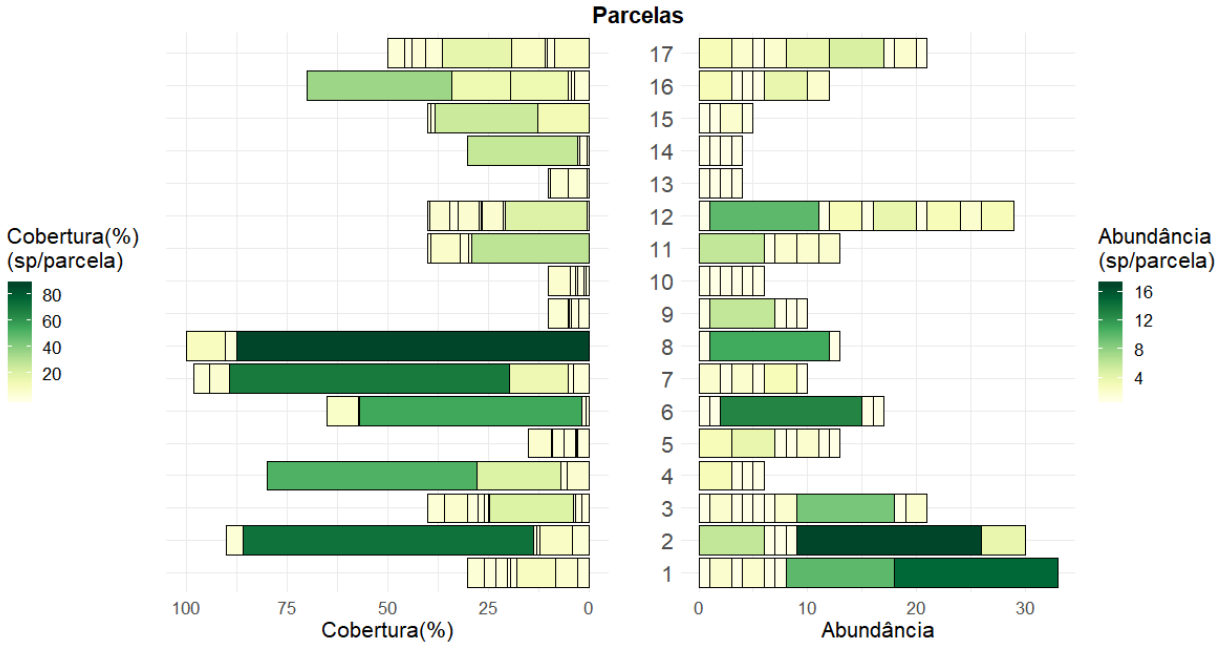
No Quadro 132 são apresentados os parâmetros de cobertura (em somatório por espécie, em porcentagem) e abundância (em somatório por espécie, por ocorrência) em cada parcela.

Quadro 132 Parâmetros de riqueza, abundância (em somatório da riqueza, por ocorrência) e cobertura (em somatório da riqueza, em porcentagem) em cada parcela de fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto.

Parcelas	Riqueza	Abundância	Cobertura (%)
1	8	33	30
2	6	30	90
3	10	21	40
4	4	6	80
5	7	13	15
6	5	17	65
7	6	10	98
8	3	13	100
9	5	10	10
10	6	6	10
11	5	13	40
12	10	29	40
13	4	4	10
14	4	4	30
15	4	5	40
16	6	12	70
17	9	21	50

A Figura 160 apresenta os mesmos parâmetros de cobertura do Quadro 131, na qual as espécies em cada parcela estão representadas pela divisão nas barras e a valoração de cobertura ou abundância refere-se a cada espécie.

Figura 160 Parcelas de fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto com a somatória da cobertura total do solo e do total de abundâncias dos indivíduos em cada parcela. As espécies estão representadas na divisão das barras.



Somente a parcela 8 apresentou uma cobertura do solo de 100%, seguida pela parcela 7 (98%). Ressalta-se que a parcela 8 tem a menor riqueza de todas (3 espécies), com cobertura quase total por *Ichnanthus bambusiflorus* (Figura 160 , à esquerda)

A cobertura foi de apenas 10% nas parcelas 9, 10 e 13, sendo que a riqueza na parcela 13 foi a menor delas (4 espécies). Somente 4 espécies (a segunda menor riqueza) foram encontradas nas parcelas 4, 14 e 15.

As parcelas de maior abundância foram a 1, com 33 registros; a 2, com 30 registros; a 12, com 29 ocorrências; e as parcelas 17 e 21, ambas com 21 de abundância cada. Depois destas a abundância é sempre menor que 20, chegando à um mínimo de 4 registros nas parcelas 13 e 14 (Figura 160 , à direita).

A maior riqueza ocorreu nas parcelas 3 e 12, com 10 espécies em cada, seguidas da parcela 17, com 9 espécies.

A porcentagem de solo exposto é inversamente proporcional à cobertura e, portanto, as parcelas com maior substrato aparente foram justamente a 9, a 10 e a 13 (90% de solo exposto cada), seguidas pela parcela 5 (85% de solo exposto). As demais parcelas têm 70% ou menos de substrato aparente (Figura 160 , à esquerda).

O Quadro 133 apresenta a síntese dos dados coletados e elaborados para a constituição dos parâmetros fitossociológicos para o campo rupestre.

Quadro 133 Estrutura fitossociológica realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto

Legenda: Cob=Cobertura, Freq = Frequência, Ab. =Abundância, VC = Índice do Valor de cobertura, FrA = Frequência absoluta, FrR = Frequência relativa, DeA = Densidade absoluta, DeR = Densidade relativa, VI = Valor de Importância.

Espécies	Cob	Freq	Ab.	VC	FrA	FrR	DeA	DeR	VI	VI (%)
Melinis minutiflora	1,81	8	11	10,65	47,06	7,84	0,65	4,45	34,29	11,43
Pleroma heteromallum	0,63	7	33	3,71	41,18	6,86	1,94	13,36	27,88	9,29
Peixotoa glabra	0,83	4	32	4,88	23,53	3,92	1,88	12,96	26,96	8,99
Doryopteris collina	0,5	14	14	2,94	82,35	13,73	0,82	5,67	25,47	8,49
Dasyphyllum sprengelianum	0,19	9	23	1,12	52,94	8,82	1,35	9,31	20,44	6,81
Dictyoloma vandellianum	0,64	2	14	3,76	11,76	1,96	0,82	5,67	15,41	5,14
Coccoloba acrostichoides	0,51	3	13	3,00	17,65	2,94	0,76	5,26	14,40	4,80
Ichnanthus bambusiflorus	0,87	1	1	5,12	5,88	0,98	0,06	0,40	11,96	3,99
Eriope macrostachya	0,22	5	10	1,29	29,41	4,90	0,59	4,05	11,62	3,87
Anemia villosa	0,23	3	13	1,35	17,65	2,94	0,76	5,26	11,00	3,67
Eremanthus crotonoides	0,28	5	6	1,65	29,41	4,90	0,35	2,43	10,73	3,58
Baccharis serrulata	0,14	4	9	0,82	23,53	3,92	0,53	3,64	9,27	3,09
Centrosema coriaceum	0,06	5	7	0,35	29,41	4,90	0,41	2,83	8,47	2,82
Acritopappus longifolius	0,13	4	6	0,76	23,53	3,92	0,35	2,43	7,93	2,64
Lantana camara	0,17	3	4	1,00	17,65	2,94	0,24	1,62	6,63	2,21
Cyrtocymura scorpioides	0,02	2	10	0,12	11,76	1,96	0,59	4,05	6,25	2,08
Eremanthus erythropappus	0,27	2	2	1,59	11,76	1,96	0,12	0,81	6,05	2,02
Lantana robusta	0,03	1	11	0,18	5,88	0,98	0,65	4,45	5,80	1,93
Cordiera concolor	0,06	3	3	0,35	17,65	2,94	0,18	1,21	4,88	1,63
Hoplocryptanthus schwackeanus	0,07	2	4	0,41	11,76	1,96	0,24	1,62	4,43	1,48
Clidemia hirta	0,1	2	3	0,59	11,76	1,96	0,18	1,21	4,39	1,46
Phytolacca thyrsiflora	0,05	2	4	0,29	11,76	1,96	0,24	1,62	4,19	1,40
Dyckia densiflora	0,21	1	1	1,24	5,88	0,98	0,06	0,40	3,94	1,31
Trichanthecium pseudisachne	0,06	2	2	0,35	11,76	1,96	0,12	0,81	3,50	1,17
Eremanthus incanus	0,02	2	3	0,12	11,76	1,96	0,18	1,21	3,42	1,14

Espécies	Cob	Freq	Ab.	VC	FrA	FrR	DeA	DeR	VI	VI (%)
Varronia curassavica	0,04	1	2	0,24	5,88	0,98	0,12	0,81	2,28	0,76
Vismia guianensis	0,05	1	1	0,29	5,88	0,98	0,06	0,40	1,99	0,66
Thelypteridaceae sp.	0,01	1	2	0,06	5,88	0,98	0,12	0,81	1,91	0,64
Lepidaploa cotoneaster	0,03	1	1	0,18	5,88	0,98	0,06	0,40	1,75	0,58
Ditassa mucronata	0	1	1	0,00	5,88	0,98	0,06	0,40	1,39	0,46
Epidendrum secundum	0	1	1	0,00	5,88	0,98	0,06	0,40	1,39	0,46

As espécies com maior valor de importância são, nesta ordem: *Melinis minutiflora* (11,4% de VI), *Pleroma heteromallum* (9,3%), *Peixotoa glabra* (8,9%), *Doryopteris collina* (8,5%) e *Dasyphyllum sprengelianum* (6.8%), e *Dictyoloma vandellianum* (5,1%).

As espécies com maior valor de cobertura foram *Melinis minutiflora*, com 10,6%; *Ichnanthus bambusiflorus*, com 5,1%; *Peixotoa glabra*, 4,9%; *Dictyoloma vandellianum,* com 3,7%; *Pleroma heteromallum,* também com 3,7%; *Coccoloba acrostichoides*, 3%; e *Doryopteris collina* com 2,9% de valor de cobertura.

Quase todas essas espécies estão entre as mais abundantes: *Pleroma heteromallum*, com 33 registros; *Peixotoa glabra* com 32; *Dasyphyllum sprengelianum* com 23; *Dictyoloma vandellianum* e *Doryopteris collina*, ambas com 14 ocorrências; *Anemia villosa* e *Coccoloba acrostichoides* ambas com 13 ocorrências; e *Lantana robusta* e *Melinis minutiflora*, com 11 ocorrências cada.

Na Figura 161 estão representadas as espécies que tiveram os maiores valores de importância e cobertura.

Melinis minutiflora apresentou baixos valores de densidade relativa e o maior VI. Isso se deu em função do alto valor de cobertura relativa.

Pleroma heteromallum e *Peixotoa glabra* apresentaram os maiores valores de densidade relativa, o que conferiu alto VI para ambas.

Doryopteris collina e *Dasyphyllum sprengelianum* apresentaram alto VI em função da alta frequência relativa.

Figura 161 Valor de Importância e Valor de Cobertura para espécies registradas no Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto

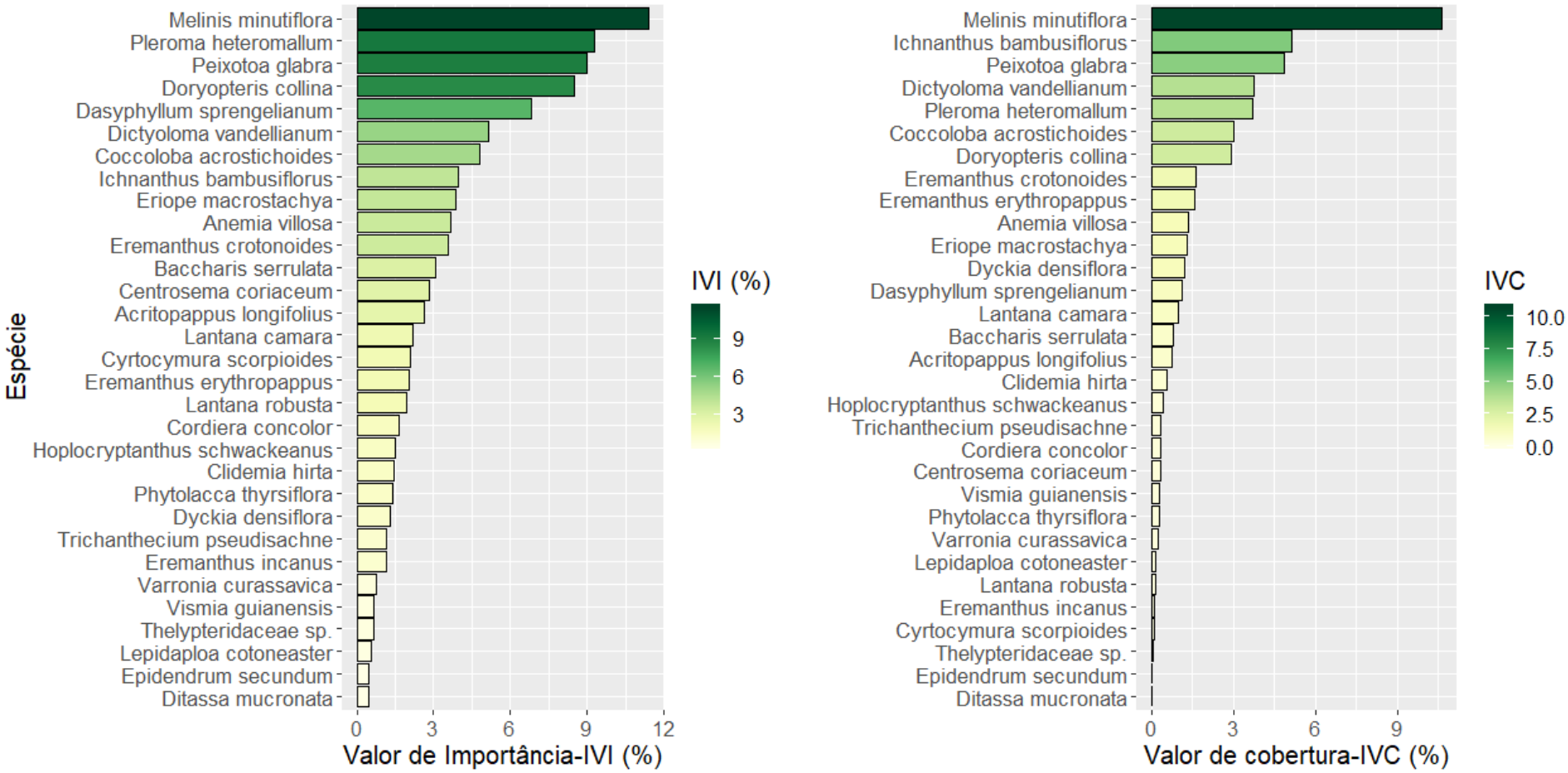
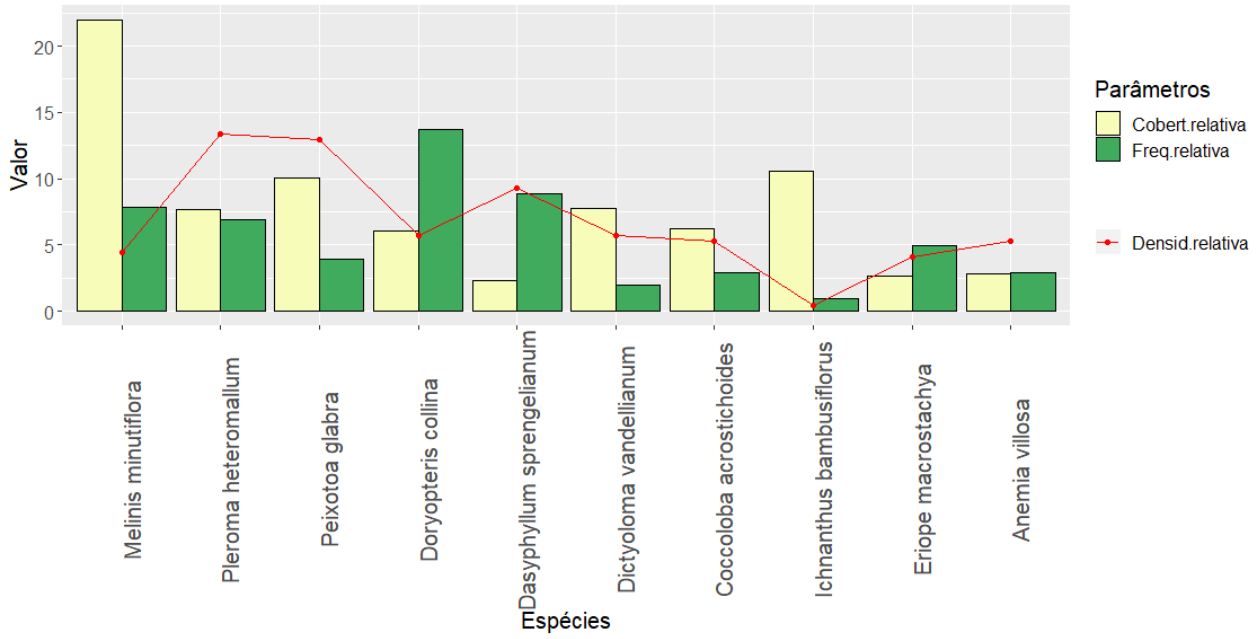


Figura 162 Fitossociologia realizadas em Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto - Cobertura e Frequência relativas para as 10 principais espécies com maior Valor de Importância



Apenas uma espécie registrada no campo rupestre, *Peixotoa glabra,* é citada como ameaçada para Minas Gerias na categoria "vulnerável" (BIODIVERSITAS, 2007).

Ressalta-se que a espécie com maior valor de importância foi a gramínea *Melinis minutiflora* (capim-gordura). Essa é uma espécie exótica invasora (Institutohorus.org.br.,2020) e sua invasão é considerada uma das maiores ameaças aos campos rupestres da região.

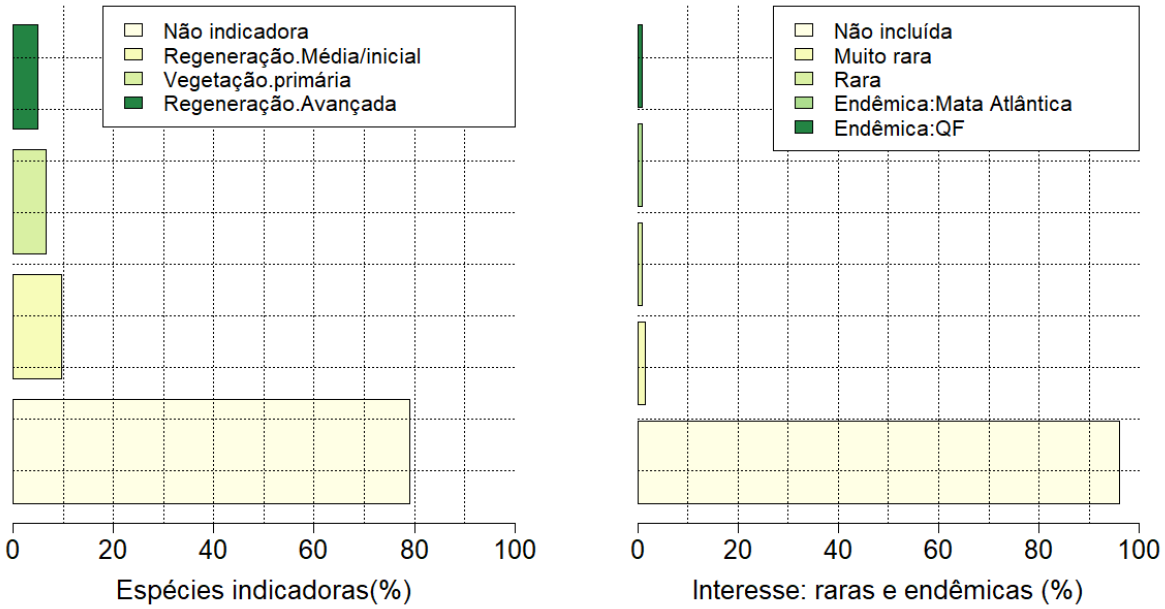
De acordo com a Resolução CONAMA nº 423/2010 seis espécies são consideradas indicadoras de estágio incial / médio de regeneração, perfazendo 9,7% do total de registros: *Baccharis serrulata*; *Dasyphyllum sprengelianum*; *Lantana câmara*; *Lantana robusta; Peixotoa glabra*; e *Vismia guianensis*. Três espécies são indicadoras de estágio avançado de regeneração, com 4,8% do total de registros: *Eremanthus crotonoides; Eremanthus erythropappus*; e *Eremanthus incanus*. Quatro espécies são indicadoras de vegetação primária para campos de altitude, com 6,5% do total de entradas: *Anemia villosa*; *Doryopteris collina*; *Epidendrum secundum*; *Eremanthus erythropappus*. 79% dos registros não são citadas na Resolução CONAMA nº 423/2010 (Figura 163, à esquerda).

Uma espécie endêmica para o Quadrilátero Ferrífero foi registrada no campo rupestre: *Dyckia densiflora.* Essa espécie é também considerada "rara" por Giulietti *et al.,* (2009)

Uma espécie é considerada endêmica da Mata Atlântica: *Lantana robusta* (REFLORA, 2015). São consideradas "muito raras", de acordo com Oliveira-Filho (2006): *Baccharis serrulata* e *Eremanthus crotonoides*.

Todas essas espécies citadas correspondem à 4% do total de registros, ou seja, 96% dos registros são de espécies não incluídas em nenhum nível de conservação segundo os critérios considerados (Figura 163 , à direita).

Figura 163 Espécies indicadoras de estágio sucessional (à esquerda) e enquadradas em algum dos critérios de relevância para a conservação registradas no Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto - espécies e seus valores de importância



Análise do estágio de conservação para o Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto conforme Resolução CONAMA nº 423/2010.

Para a classificação do estágio de conservação do campo rupestre foram utilizados os parâmetros dados pela Resolução CONAMA nº 423/2010, a saber:

I - Histórico de uso;

II - Cobertura vegetal viva do solo;

III - Diversidade e dominância de espécies;

IV - Espécies vegetais indicadoras;

V - A presença de fitofisionomias características;

VI – Presença e representatividade de espécies exóticas, ruderais ou invasoras.

Em relação ao histórico de uso o campo rupestre avaliado é alvo de pressão antrópica, com inserções de estruturas ao redor, rolamento de matacões e outras alterações esporádicas das quais não se pode inferir a totalidade, pois o campo rupestre tem uma feição típica como "inóspito" o que dificulta inferências pretéritas.

A cobertura vegetal viva é ligeiramente inferior à 50%, estando em 48,1% (considerando as porções cobertas por vegetação, não toda a área).

A diversidade é razoável pela reduzida área total do campo rupestre na Área do Projeto. As espécies indicadoras são menores que um décimo das espécies amostradas (9,6%). O capim-gordura, espécie exótica e considerada invasora, ocupa mais de 20% (22,3%) da área.

No Quadro 134 é apresentada uma aferição a respeito da classificação do Campo Rupestre Ferruginoso à luz da Resolução CONAMA nº 423/2010

Quadro 134 Classificação do estágio de regeneração para os campos de altitude de acordo com os parâmetros da Resolução CONAMA nº 423/2010)

Legenda: a característica predominante encontra-se marcada em verde.

Avaliação do estágio de regeneração natural do Campo Rupestre Ferruginoso		
I - Estágio Inicial	**II- Estágio Médio**	**III - Estágio Avançado**
a) remanescentes de vegetação campestre com porção subterrânea incipiente ou ausente;	a) áreas que sofreram ação antrópica com pouco ou nenhum comprometimento da parte subterrânea da vegetação, ou que estejam em processo de regeneração após ação antrópica mediante supressão da parte aérea e subterrânea da vegetação;	a) áreas com ação antrópica moderada sem comprometimento da estrutura e fisionomia da vegetação, ou que tenham evoluído a partir de estágios médios de regeneração;
b) fisionomia herbácea aberta, com índice de cobertura vegetal viva inferior a 50%, medido no nível do solo;	b) fisionomia herbácea ou herbáceo-arbustiva, com índice de cobertura vegetal viva superior a 50%, medido no nível do solo;	b) fisionomia herbácea ou herbáceo-arbustiva, com índice de cobertura vegetal viva superior a 50%, medido no nível do solo;
c) representatividade de espécies exóticas ou ruderais correspondendo a 50% ou mais, da cobertura vegetal viva;	c) representatividade de espécies exóticas e/ou ruderais, inferior a 50% da cobertura vegetal viva;	c) ocorrência de espécies exóticas ou ruderais, correspondendo ao máximo de 30% da cobertura vegetal viva no nível do solo;
d) ausência ou presença esporádica de espécies raras e endêmicas;	d) presença esporádica de espécies raras e endêmicas	d) presença de espécies raras e endêmicas;
e) Espécies indicadoras conforme Anexo I, desta Resolução;	e) espécies indicadoras conforme Anexo I, desta Resolução	e) eventual ocorrência de espécies lenhosas;
		f) espécies indicadoras, conforme Anexo I, desta Resolução;

Portanto, em função das considerações feitas acima e do que foi considerado nas porções hachuradas do Quadro 133, considera-se que o campo rupestre ferruginoso em questão se encontra no estágio médio de sucessão ecológica.

Ressalta-se que a presença do capim meloso em quase 50% das porções cobertas por vegetação coloca o campo rupestre sob grande risco. É da biologia do capim-gordura aumentar o peso seco rapidamente entre um ano e outro, secar na época do estio e, com isso, transformar-se em matéria propícia para combustão, aumentando muito a probabilidade do fogo na feição.

11.6.1.4.2.5 Plantio de eucalipto não manejado

Com o abandono dos plantios de eucalipto localizados na Área do Projeto houve o desenvolvimento de um sub-bosque, atualmente com a predominância de gramíneas exóticas e/ou ruderais, como o colonião (*Megathyrsus maximus*); espécies lenhosas arbustivas; e ocorrência de espécies arbóreas nativas de forma bastante esparsa.

As gramíneas tomam conta da área cobrindo todos os espaços no sub-bosque dos eucaliptais o que, de modo geral, prejudica a sucessão ecológica por abafar e inibir a germinação de novas sementes e por impedir do desenvolvimento das plântulas.

A insolação no sub-bosque é elevada. A serrapilheira é insipiente e a palhada cobre o solo sem, no entanto, abastecê-lo de matéria orgânica.

Ressalta-se que o incêndio que tomou conta da região em outubro de 2020 levou a devastação do sub-bosque dos eucaliptais.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 125 Eucaliptais sobre declives acentuados.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 126 Eucaliptais ocupando extensas áreas.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 127 Capim colonião dominando o sub-bosque dos plantios de eucalipto.

Foto 128 Eucaliptal tomado por gramíneas ruderais.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 129 Insolação elevada no interior dos plantios de eucalipto.

Foto 130 Solo coberto por palhada das gramíneas tombadas.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 131 Aspecto do perfil do eucaliptal, sem nenhuma barreira contra a luz e tomado por plantas ruderais.

Foto 132 Eucaliptal em perfil com auto índice de insolação.

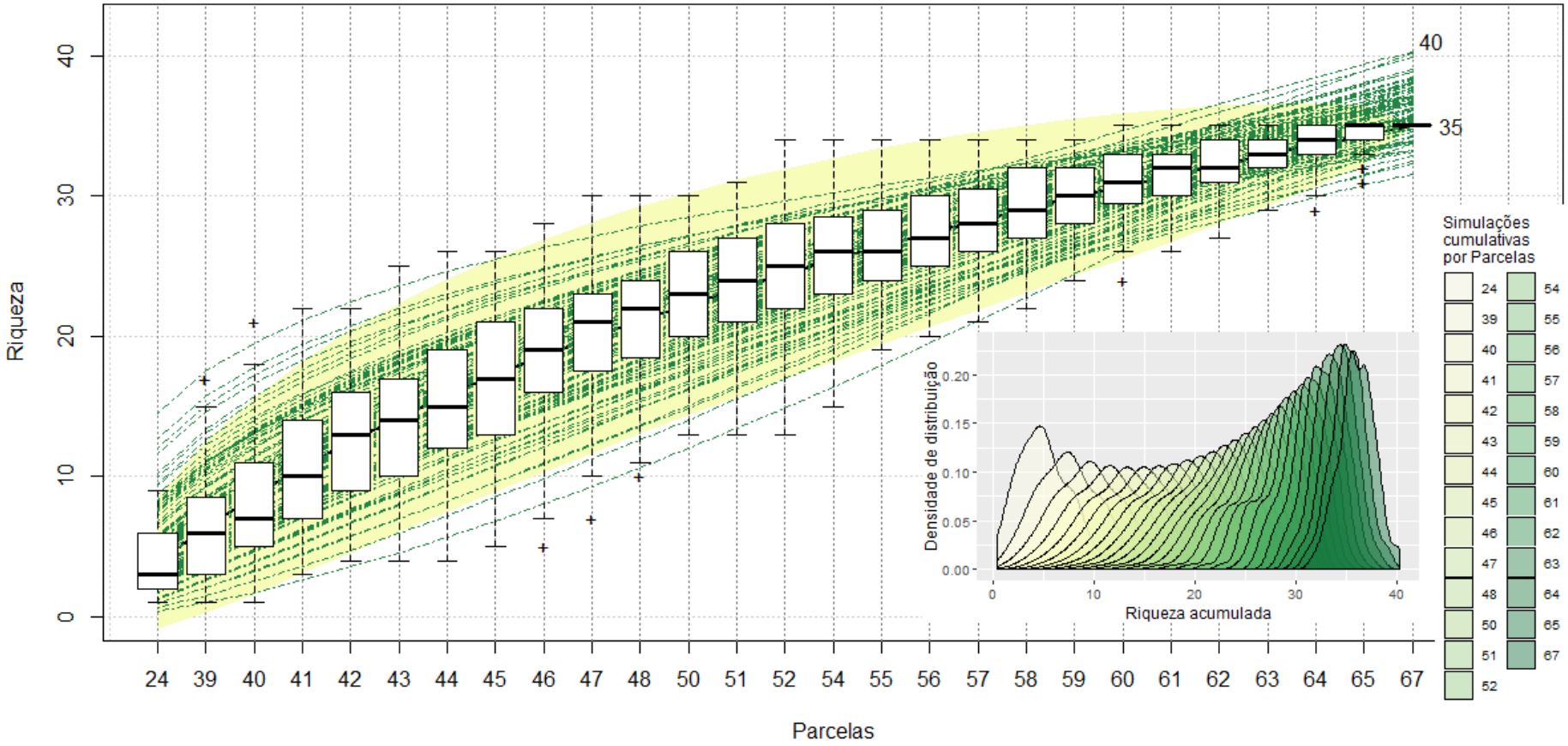
Em função das diferenças do porte dos eucaliptos e, por consequência, diferenças na volumetria de material lenhoso, os plantios de eucalipto não manejados foram divididos em duas categorias descritas a seguir.

Plantio de eucalipto não manejado - categoria 1 (área de expansão da cava Morro Agudo)

Essa categoria de plantio de eucalipto não manejado abrange 46,94 ha na Área do Projeto, sendo a mais extensa tipologia vegetal a ser afetada pela expansão do empreendimento.

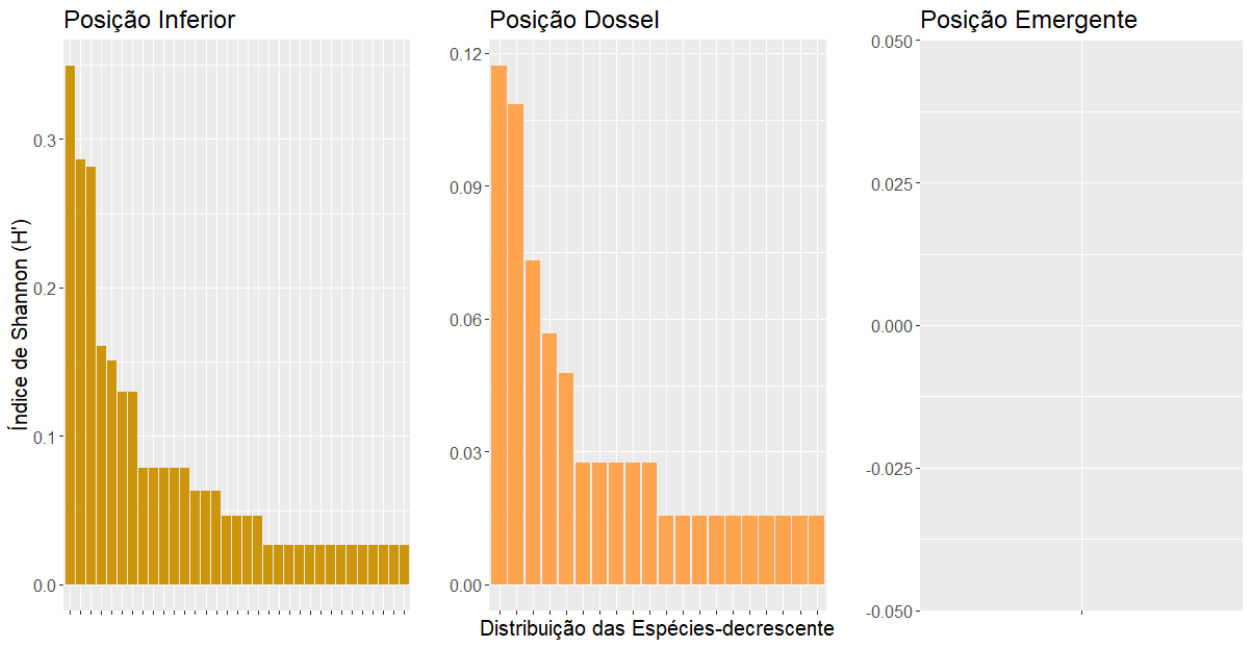
A curva do coletor elaborada para o plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo apresentou um total de 35 espécies e na reamostragem foi encontrado um máximo de 40 espécies, portanto, 5 espécies a mais numa amostragem igual à realizada. Esses valores indicam que a amostragem foi representativa para a comunidade vegetal avaliada. O subgráfico apresenta afilamento gradativo e consistente reiterando a robustez da amostragem. A curva de coletor apresenta tendência à estabilização (Figura 164).

Figura 164 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo



O valor da diversidade de Shannon (H') para cada estrato foi de: H'= 2,63, para o estrato inferior; H'= 0,69 para o dossel; e H'= 0 para a posição emergente. A Figura 165 demonstra que a previsão de quais espécies seriam encontradas aleatoriamente é relativamente simples, uniforme, exceto para o estrato inferior.

Figura 165 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo.



O Quadro 135 apresenta as espécies com os maiores valores da diversidade de Shannon (H') em cada um dos estratos.

Quadro 135 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo

Posição	Espécie	H'
Inferior	*Eucalyptus* sp.	0.349
Inferior	Indivíduo morto	0.286
Inferior	*Myrceugenia alpigena*	0.281
Inferior	*Hyptidendron asperrimum*	0.161
Inferior	*Eremanthus erythropappus*	0.151
Inferior	*Inga marginata*	0.13
Inferior	*Piptocarpha macropoda*	0.13
Dossel	*Eucalyptus* sp.	0.117
Dossel	Indivíduo morto	0.109
Dossel	*Maprounea guianensis*	0.073

Posição	Espécie	H'
Dossel	*Hyptidendron asperrimum*	0.057
Dossel	*Piptocarpha macropoda*	0.048
Dossel	*Apuleia leiocarpa*	0.027
Dossel	*Dalbergia foliolosa*	0.027
Dossel	*Inga marginata*	0.027
Dossel	*Mabea fistulifera*	0.027
Dossel	ni-queimada	0.027
Dossel	*Cassia ferruginea*	0.016
Dossel	*Dictyoloma vandellianum*	0.016
Dossel	*Diplotropis ferruginea*	0.016
Dossel	*Lacistema pubescens*	0.016
Dossel	*Lamanonia cuneata*	0.016
Dossel	*Machaerium brasiliense*	0.016
Dossel	*Myrcia splendens*	0.016
Emergente	Eucalyptus sp.	0

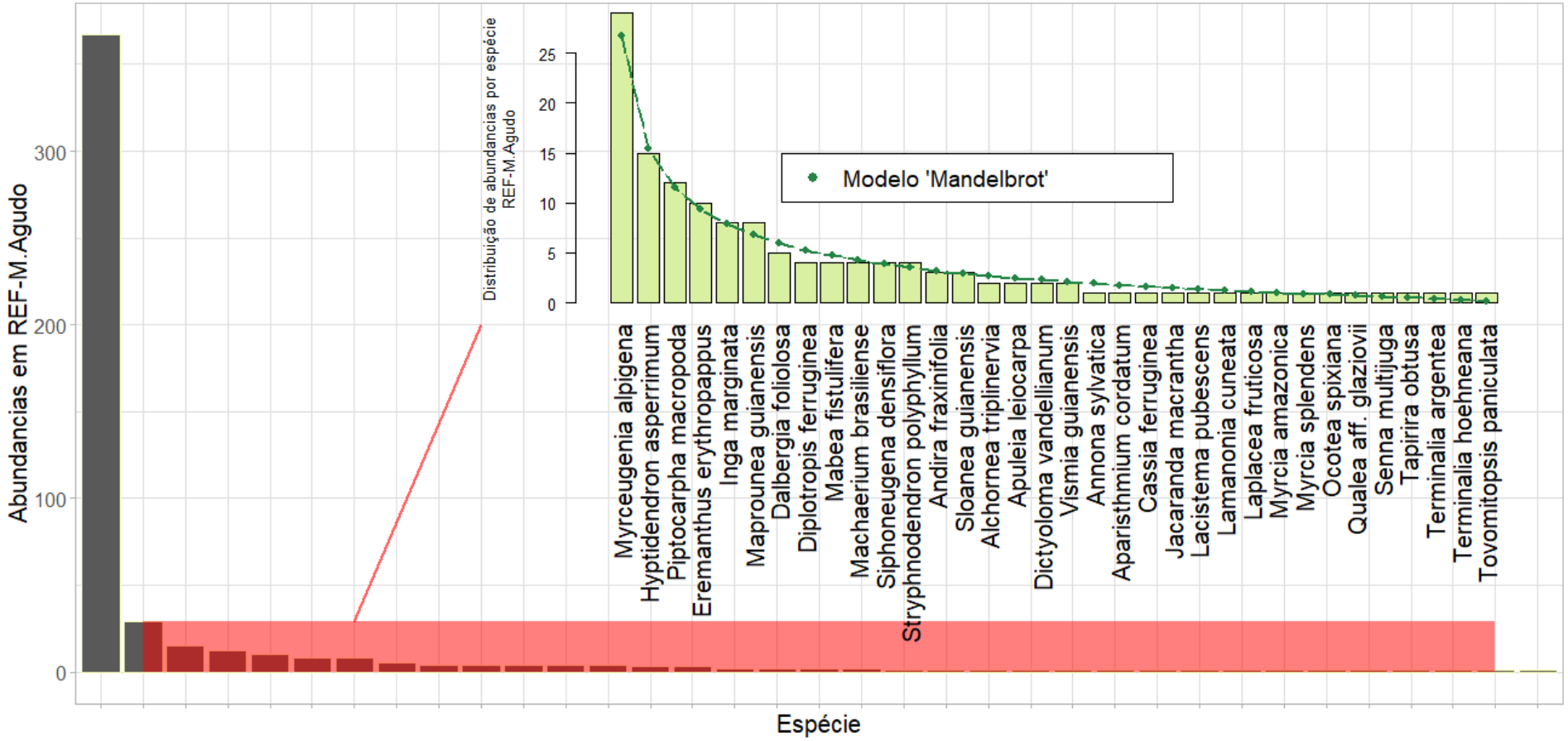
Os indivíduos de eucalipto estão presentes nos três estratos, assim como *Hyptidendron asperrimum*. No estrato inferior e dossel estão presentes indivíduos mortos, *Inga marginata* (ingá feijão) e *Piptocarpha macropoda* (candeião)

A estrutura da comunidade vegetal nativa, ou seja, com a retirada do eucalipto, foi testada para vários modelos teórico-aplicados. A retirada do eucalipto pode apresentar uma falha conceitual em relação à dinâmica geral da comunidade, mas essa ação serve para que se tenha uma idéia do comportamento das plantas nativas. Esta análise resultou no modelo Mandelbrot, elencado pelo menor AIC (Akaike's Information Criterion (Figura 166).

Mandelbrot é um modelo indicativo de presença de poucas espécies dominantes, conclusão derivada de sua curva pouco inclinada. Essa inclinação indica uma maior uniformidade, o que para outras comunidades recorre à uma certa estabilidade da fisionomia. No entanto, a ocorrência desse modelo para a vegetação em questão, leva à conclusão de que a presença do eucalipto impede que mais plantas nativas cheguem para colonizar e/ou impedem o desenvolvimento de espécies colonizadoras, mantendo as espécies nativas em níveis de abundância baixos e semelhantes umas das outras.

No Quadro 136 é apresentada a análise da estrutura do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo incluindo todos os parâmetros fitossociológicos.

Figura 166 Distribuição das abundâncias das espécies no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo - À esquerda com a presença do eucalipto e à direita (subgráfico) sem o eucalipto.



A partir da avaliação dos dados de Densidade Absoluta das espécies nativas (DA = 168 ind./ha), da ampla dominação dos eucaliptos (DA = 453 ind./ha) e pela elevada dominância de gramíneas exóticas no sub-bosque evidencia-se que o estrato inferior no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Moro Agudo não apresenta características de estágios sucessionais incipientes da floresta estacional.

Quadro 136 Análise da estrutura do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo

Legenda: N = Número de indivíduos; U = Número de unidades amostrais em que foi registrado o indivíduo; G = Área Basal; DA = Densidade Absoluta (número de indivíduos/hectare); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta; FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m^2/hectare); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%); VI = Valor de Importância (%); PSR = Posição Sociológica Relativa; VIA = Valor de Importância Ampliado (%)

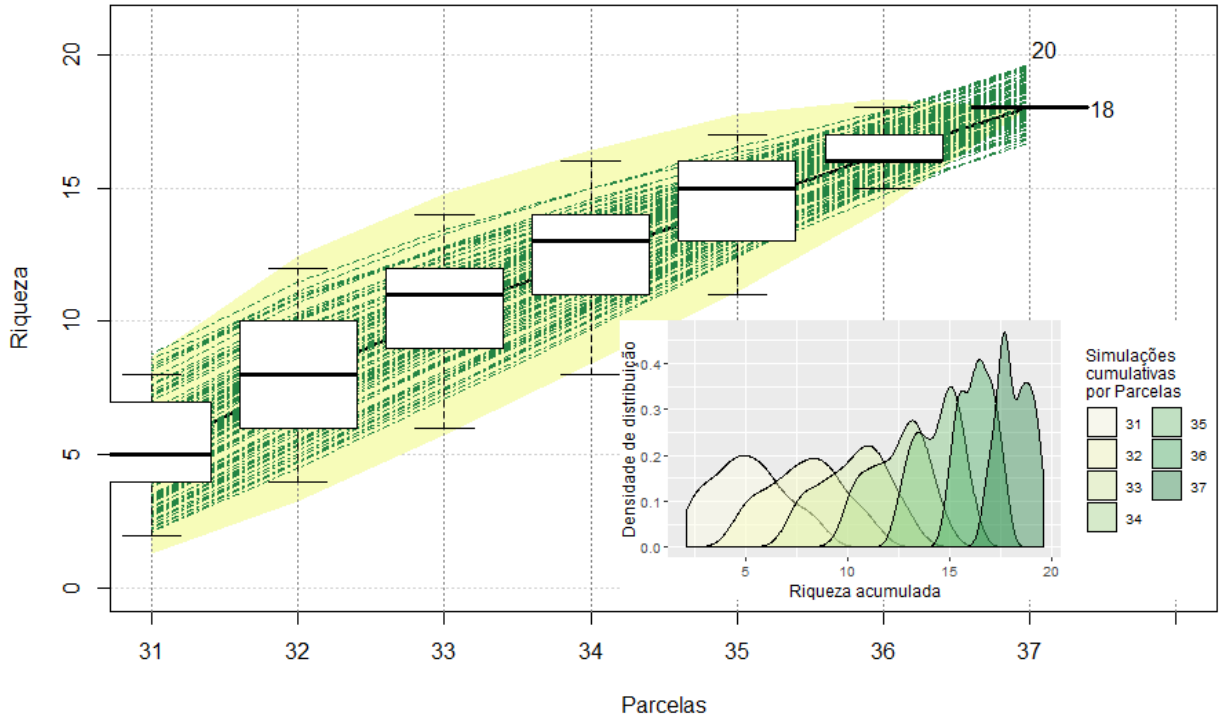
Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Eucalyptus sp.	367	27	8,947	453,1	72,82	100	25,96	11,05	89,96	81,39	62,91	79,5	67,06
Hyptidendron asperrimum	15	9	0,116	18,5	2,98	33,33	8,65	0,14	1,17	2,07	4,27	2,7	3,88
Myrceugenia alpigena	29	3	0,233	35,8	5,75	11,11	2,88	0,29	2,34	4,05	3,66	2,42	3,35
Piptocarpha macropoda	12	8	0,049	14,8	2,38	29,63	7,69	0,06	0,49	1,44	3,52	2,09	3,16
Eremanthus erythropappus	10	6	0,029	12,3	1,98	22,22	5,77	0,04	0,29	1,14	2,68	1,02	2,27
Inga marginata	8	5	0,063	9,9	1,59	18,52	4,81	0,08	0,63	1,11	2,34	1,39	2,1
Maprounea guianensis	8	2	0,099	9,9	1,59	7,41	1,92	0,12	0,99	1,29	1,5	2,12	1,66
Dalbergia foliolosa	5	3	0,064	6,2	0,99	11,11	2,88	0,08	0,64	0,82	1,51	0,78	1,33
Machaerium brasiliense	4	4	0,012	4,9	0,79	14,81	3,85	0,02	0,12	0,46	1,59	0,52	1,32
Mabea fistulifera	4	3	0,022	4,9	0,79	11,11	2,88	0,03	0,22	0,51	1,3	0,88	1,2
Diplotropis ferruginea	4	3	0,025	4,9	0,79	11,11	2,88	0,03	0,25	0,52	1,31	0,7	1,16
Sloanea guianensis	3	3	0,029	3,7	0,6	11,11	2,88	0,04	0,29	0,44	1,26	0,43	1,05
Stryphnodendron polyphyllum	4	2	0,03	4,9	0,79	7,41	1,92	0,04	0,3	0,55	1,01	0,52	0,89
Apuleia leiocarpa	2	2	0,025	2,5	0,4	7,41	1,92	0,03	0,25	0,32	0,86	0,53	0,78
Andira fraxinifolia	3	2	0,012	3,7	0,6	7,41	1,92	0,02	0,12	0,36	0,88	0,25	0,72
Dictyoloma vandellianum	2	2	0,008	2,5	0,4	7,41	1,92	0,01	0,08	0,24	0,8	0,35	0,69
Siphoneugena densiflora	4	1	0,032	4,9	0,79	3,7	0,96	0,04	0,32	0,56	0,69	0,52	0,65
Vismia guianensis	2	2	0,006	2,5	0,4	7,41	1,92	0,01	0,06	0,23	0,79	0,17	0,64
Alchornea triplinervia	2	1	0,019	2,5	0,4	3,7	0,96	0,02	0,19	0,29	0,51	0,17	0,43
Lamanonia cuneata	1	1	0,028	1,2	0,2	3,7	0,96	0,03	0,28	0,24	0,48	0,26	0,43
Terminalia argentea	1	1	0,019	1,2	0,2	3,7	0,96	0,02	0,19	0,19	0,45	0,26	0,4
Tovomitopsis paniculata	1	1	0,018	1,2	0,2	3,7	0,96	0,02	0,18	0,19	0,45	0,26	0,4
Myrcia splendens	1	1	0,015	1,2	0,2	3,7	0,96	0,02	0,15	0,18	0,44	0,26	0,39

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Cassia ferruginea	1	1	0,009	1,2	0,2	3,7	0,96	0,01	0,09	0,14	0,42	0,26	0,38
Lacistema pubescens	1	1	0,008	1,2	0,2	3,7	0,96	0,01	0,08	0,14	0,41	0,26	0,38
Myrcia amazonica	1	1	0,006	1,2	0,2	3,7	0,96	0,01	0,06	0,13	0,41	0,26	0,37
Tapirira obtusa	1	1	0,002	1,2	0,2	3,7	0,96	0	0,02	0,11	0,39	0,26	0,36
Terminalia hoehneana	1	1	0,002	1,2	0,2	3,7	0,96	0	0,02	0,11	0,39	0,26	0,36
Annona sylvatica	1	1	0,005	1,2	0,2	3,7	0,96	0,01	0,05	0,12	0,4	0,08	0,32
Ocotea spixiana	1	1	0,005	1,2	0,2	3,7	0,96	0,01	0,04	0,12	0,4	0,08	0,32
Qualea aff. glaziovii	1	1	0,003	1,2	0,2	3,7	0,96	0	0,03	0,11	0,4	0,08	0,32
Aparisthmium cordatum	1	1	0,002	1,2	0,2	3,7	0,96	0	0,02	0,11	0,39	0,08	0,32
Jacaranda macrantha	1	1	0,002	1,2	0,2	3,7	0,96	0	0,02	0,11	0,39	0,08	0,32
Laplacea fruticosa	1	1	0,002	1,2	0,2	3,7	0,96	0	0,02	0,11	0,39	0,08	0,32
Senna multijuga	1	1	0,002	1,2	0,2	3,7	0,96	0	0,02	0,11	0,39	0,08	0,32
**** Total*	504	27	9,945	622,2	100	385,19	100	12,28	100	100	100	100	100

Plantio de eucalipto não manejado – categoria 2 (área de expansão da PDE Nova Cururu)

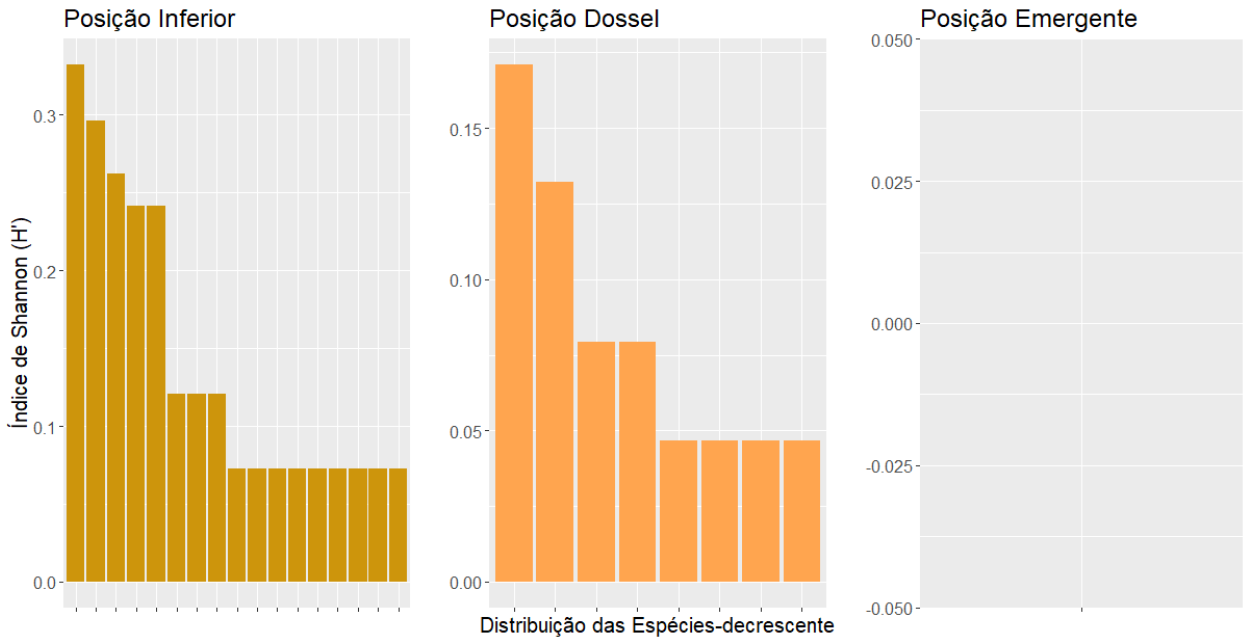
Essa categoria de plantio de eucalipto não manejado abrange 9,94 ha da Área do Projeto, ocorrendo na área destinada à expansão da PDE Nova Cururu. A curva do coletor para essa área apresentou um total de 18 espécies e na reamostragem foi encontrado um máximo de 20 espécies, portanto, somente 2 espécies a mais. Porém, tanto a curva quanto o subgráfico indicam que mais espécies poderiam ser amostradas (Figura 167).

Figura 167 Curva de acumulação de espécies considerando as unidades amostrais alocadas no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu



O valor da diversidade de Shannon (H') para cada estrato foi de: H'= 22,39, para o estrato inferior; H'= 0,64 para o dossel; e H'= 0 para a posição emergente. A Figura 168 demonstra que a previsão de quais espécies seriam encontradas aleatoriamente é relativamente simples, uniforme, exceto para o estrato inferior.

Figura 168 Distribuição do índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu.



O Quadro 137 apresenta as espécies com os maiores valores da diversidade de Shannon (H') em cada um dos estratos.

Quadro 137 Índice de diversidade de Shannon (H') para cada uma das espécies nas posições da estrutura vertical do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu

Posição	Espécie	H'
Inferior	*Piptocarpha macropoda*	0.332
Inferior	*Jacaranda macrantha*	0.296
Inferior	*Eucalyptus sp.*	0.262
Inferior	*Machaerium brasiliense*	0.242
Inferior	*Stryphnodendron polyphyllum*	0.242
Inferior	*Cordia sellowiana*	0.121
Inferior	*Indivíduo morto*	0.121
Inferior	*Inga cylindrica*	0.121
Inferior	*Astronium fraxinifolium*	0.073
Inferior	*Casearia arborea*	0.073
Inferior	*Copaifera langsdorffii*	0.073
Inferior	*Dalbergia foliolosa*	0.073
Inferior	*Dictyoloma vandellianum*	0.073

Posição	Espécie	H'
Dossel	*Piptocarpha macropoda*	0.171
Dossel	*Eucalyptus sp.*	0.132
Dossel	*Jacaranda macrantha*	0.079
Dossel	*Stryphnodendron polyphyllum*	0.079
Dossel	*Hyptidendron asperrimum*	0.047
Dossel	*Inga cylindrica*	0.047
Emergente	*Eucalyptus sp.*	0

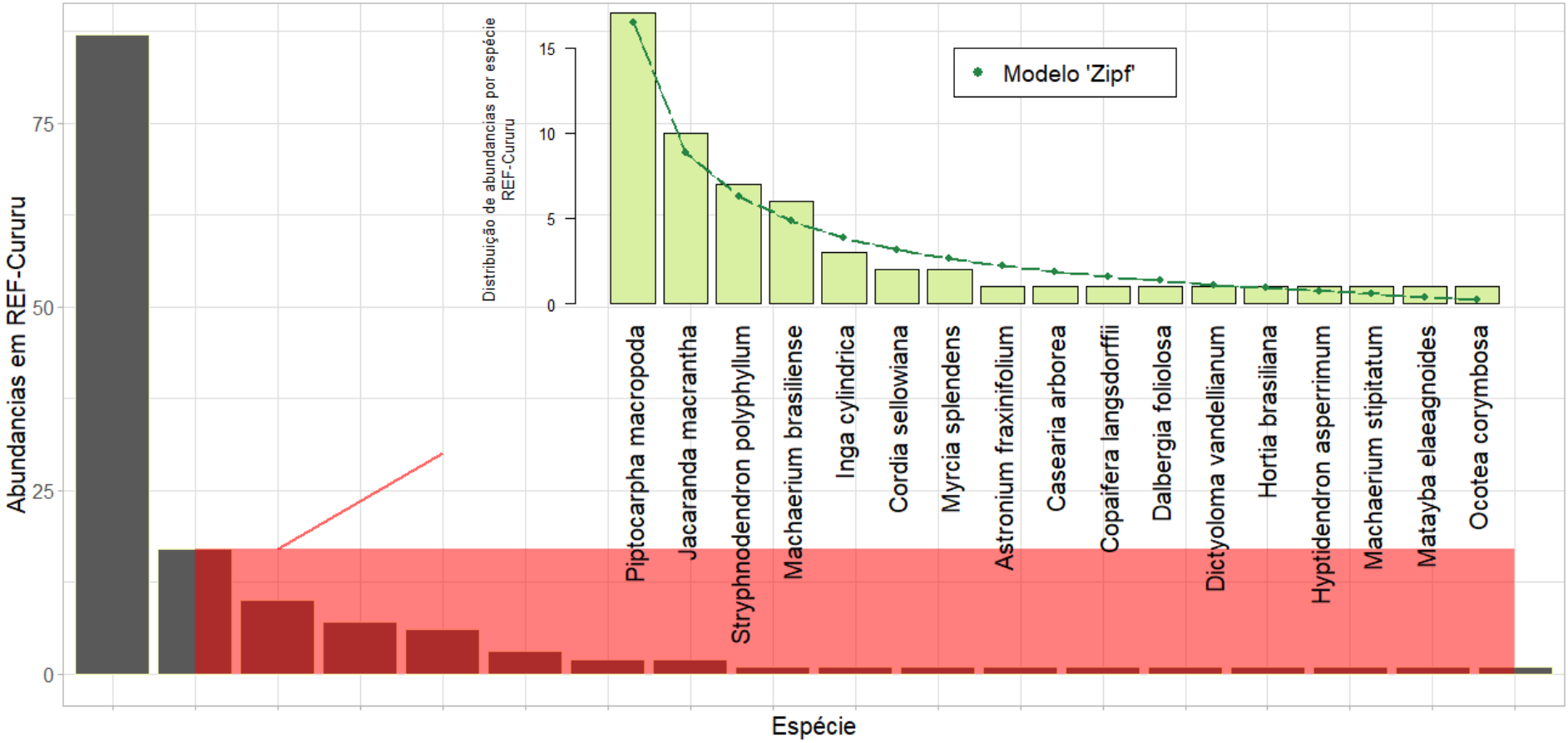
O eucalipto está presente nos três estratos. No estrato inferior e dossel estão presentes *Inga cylindrica* (ingá feijão), *Jacaranda macrantha* (carabobinho), *Piptocarpha macropoda* (candeião) e *Stryphnodendron polyphyllum* (barbatimão-do-mato).

A estrutura da comunidade vegetal nativa, ou seja, com a retirada do eucalipto, foi testada para vários modelos teórico-aplicados para a biologia. Assim como para REF-M.Agudo, a retirada do eucalipto tem a função de fornecer uma ideia do comportamento das plantas nativas isoladamente. Esta análise resultou no modelo Zipf, elencado pelo menor AIC (Akaike's Information Criterion) (Figura 169).

Zipf é modelo semelhante à Mandelbrot, mas com parâmetro de proporção ajustado da espécie mais abundante. É também um modelo que tem a curva pouco inclinada devido à maior uniformidade, levando a crer que a presença do eucalipto impede que mais plantas nativas cheguem para colonizar o ambiente, mantendo as espécies nativas em níveis de abundância baixos, equalitários entre si.

No Quadro 138 é apresentada a análise da estrutura do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu incluindo todos os parâmetros fitossociológicos.

Figura 169 Distribuição das abundâncias das espécies no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu - À esquerda com a presença do eucalipto e à direita (subgráfico) sem o eucalipto.



A partir da avaliação dos dados de Densidade Absoluta das espécies nativas (DA = 271 ind./ha), da ampla dominação dos eucaliptos (DA = 414 ind./ha) e pela elevada dominância de gramíneas exóticas no sub-bosque evidencia-se que o estrato inferior no plantio de eucalipto não manejado na área da nova PDE Cururu não apresenta características de estágios sucessionais incipientes da floresta estacional.

Quadro 138 Análise da estrutura do plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da PDE Nova Cururu

Legenda: N = Número de indivíduos; U = Número de unidades amostrais em que foi registrado o indivíduo; G = Área Basal; DA = Densidade Absoluta (número de indivíduos/hectare); DR = Densidade Relativa (%); FA = Frequência Absoluta; FR = Frequência Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta (m^2/hectare); DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%); VI = Valor de Importância (%); PSR = Posição Sociológica Relativa; VIA = Valor de Importância Ampliado (%)

Nome Científico	N	U	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR	VIA (%)
Eucalyptus sp.	87	7	1,577	414,3	60,42	100	20	7,51	85,48	72,95	55,3	64,06	57,49
Piptocarpha macropoda	17	4	0,086	81	11,81	57,14	11,43	0,41	4,64	8,22	9,29	13,92	10,45
Jacaranda macrantha	10	6	0,04	47,6	6,94	85,71	17,14	0,19	2,17	4,56	8,75	6,68	8,24
Stryphnodendron polyphyllum	7	1	0,058	33,3	4,86	14,29	2,86	0,28	3,15	4,01	3,62	3,2	3,52
Machaerium brasiliense	6	2	0,014	28,6	4,17	28,57	5,71	0,07	0,78	2,47	3,55	2,93	3,4
Inga cylindrica	3	2	0,009	14,3	2,08	28,57	5,71	0,04	0,48	1,28	2,76	2,14	2,61
Myrcia splendens	2	2	0,005	9,5	1,39	28,57	5,71	0,03	0,28	0,84	2,46	1,2	2,15
Hyptidendron asperrimum	1	1	0,016	4,8	0,69	14,29	2,86	0,08	0,88	0,79	1,48	0,94	1,34
Cordia sellowiana	2	1	0,006	9,5	1,39	14,29	2,86	0,03	0,32	0,85	1,52	0,53	1,27
Dalbergia foliolosa	1	1	0,007	4,8	0,69	14,29	2,86	0,03	0,39	0,54	1,31	0,94	1,22
Ocotea corymbosa	1	1	0,003	4,8	0,69	14,29	2,86	0,02	0,18	0,44	1,24	0,94	1,17
Dictyoloma vandellianum	1	1	0,002	4,8	0,69	14,29	2,86	0,01	0,12	0,41	1,23	0,94	1,16
Copaifera langsdorffii	1	1	0,007	4,8	0,69	14,29	2,86	0,03	0,38	0,54	1,31	0,26	1,05
Hortia brasiliana	1	1	0,005	4,8	0,69	14,29	2,86	0,02	0,27	0,48	1,27	0,26	1,02
Casearia arborea	1	1	0,002	4,8	0,69	14,29	2,86	0,01	0,12	0,41	1,23	0,26	0,99
Machaerium stipitatum	1	1	0,002	4,8	0,69	14,29	2,86	0,01	0,12	0,41	1,23	0,26	0,99
Astronium fraxinifolium	1	1	0,002	4,8	0,69	14,29	2,86	0,01	0,12	0,41	1,22	0,26	0,98
Matayba elaeagnoides	1	1	0,002	4,8	0,69	14,29	2,86	0,01	0,11	0,4	1,22	0,26	0,98
*** Total	144	7	1,845	685,7	100	500	100	8,79	100	100	100	100	100

11.6.1.4.2.6 Campo antrópico

O campo antrópico é caracterizado como uma vegetação de porte herbáceo-arbustivo formada devido à intervenção humana em áreas originais de floresta. Na Área do Projeto ocupa 26,19 ha sendo a cobertura vegetal representada por espécies herbáceas e arbustivas exóticas e/ou ruderais.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 133 Campo antrópico do lado de floresta FESm/a; substrato totalmente alterado

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 134 Campo antrópico com vegetação desenvolvendo sobre substrato alterado.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 135 Campo antrópico na área de expansão da PDE Nova Cururu.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 136 Campo antrópico na área de expansão da PDE Nova Cururu

11.6.1.4.2.7 Campo úmido antrópico

O campo úmido antrópico, ocupando 3,28 ha na Área do Projeto, é caracterizado pela ocorrência de vegetação de porte herbáceo em área originalmente coberta por floresta ciliar, em decorrência de intervenção antrópica. Essa classe foi identificada na área de uma bacia de contenção de sedimentos (*sump)* localizado na porção nordeste da área destinada à expansão da PDE Nova Cururu.

Esse ambiente se formou com a escavação de uma bacia e barramento do curso d´água, com a supressão da vegetação ciliar à montante do trecho barrado. Nessa área foi criado um *sump* para a contenção de sedimentos provenientes da PDE Nova Cururu existente e situada a sudeste. Além do acúmulo de sedimentos, neste trecho do curso d'água ocorre o acúmulo de água favorecendo o desenvolvimento de uma vegetação herbáceo-arbustiva com predominância de espécies higrófilas.

Como espécies registradas nesse ambiente citam-se *Begonia cucullata* (begônia), *Neoblechnum brasiliense*, *Blechnum gracile* (samambaia-do-brejo), *Ludwigia octovalvis* (cruz-de-malta), *Lycopodiella longipes*, *Mimosa setosa* (mimosa), *Sesbania virgata*, *Sidastrum micranthum, Equisetum giganteum* (cavalinha) e *Typha domingensis* (taboa).

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 137 Campo úmido antrópico ao lado de curso d'água assoreado.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 138 Campo úmido antrópico com espelho d'água eventual em função de chuva recente.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 139 Campo úmido antrópico com espelho d'água aparente.

Foto 140 Campo úmido antrópico com o solo já assoreado tomado por plantas adaptadas à condição.

Foto: Alexandre Barros, 2020

Foto 141 Campo úmido antrópico com samambaia-do-brejo (*Neoblechnum brasiliense).*

Foto 142 Campo úmido antrópico destacando população de *Equisetum giganteum* L. (cavalinha).

11.6.1.5 Inventário florestal

Em relação às florestas nativas foram determinados três estágios de regeneração natural da Floresta Estacional Semidecidual (FES) na Área do Projeto classificadas como: FES em estágio médio/avançado de regeneração (FESm/a); FES em estágio médio de regeneração (FESm); e FES em estágio inicial de regeneração (FESi).

Considerando os plantios de eucalipto não manejados foram diferenciados dois estratos que se diferenciam no seu grau de desenvolvimento: um deles localizado na área de expansão da Cava Morro Agudo (REF-M.Agudo); e o outro na área de expansão da PDE Cururu (REF-Cururu).

Como descrito na metodologia a análise estatística foi feita de forma estratificada. Uma análise considerou as coberturas florestais nativas, onde os três estratos correspondem à FESm/a, FESm e FESi. A segunda análise considerou as coberturas de reflorestamento, onde os dois estratos correspondem a REF-M.Agudo e REF-Cururu.

11.6.1.5.1 Validação da amostragem

Nas coberturas nativas o erro de amostragem do inventário florestal aos 90% de probabilidade foi de 8,31%. Nas áreas de reflorestamento de eucalipto o erro de amostragem do inventário florestal foi de 8,62%. Estes resultados atendem o disposto no Anexo II da Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.905/2013, no que respeita ao limite do erro de amostragem admissível de 10% ao nível de 90% de probabilidade.

As estimativas da produtividade volumétrica média por hectare, de acordo com os cálculos dos limites de confiança da produtividade, para cada subpopulação são apresentadas no Quadro 139 e no Quadro 140.

Quadro 139 Estatística do inventário florestal nas coberturas florestais nativas – Floresta Estacional Semidecidual

Legenda: FESm/a = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração; FESm = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração; FESi = Floresta estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração; m = metros; mst = volume em metros estéreo; % = valores em porcentagem; ha = hectares; t = Valor tabelado de t para um nível de significância determinado; IC = Intervalo de Confiança; EMC = Estimativa Mínima de Confiança

Parâmetros	Unidade	FESm/a	FESm	FESi	Total
Área de Intervenção	hectares	4,41	12,67	14,45	31,53
Parcelas	-	7	16	6	29
n (Número Ótimo de Parcelas - Neyman)	-	3	7	8	16
Total - Volume da Madeira na amostra	m^3	87,0309	43,1745	3,2642	133,4696
Média	m^3	12,433	2,6984	0,544	3,0719
	st	18	4	1	4
Desvio Padrão	m^3	1,7143	1,1689	0,0397	0,7273
Variância	$(m^3)^2$	2,9388	1,3664	0,0016	0,9604
Variância da Média	$(m^3)^2$	0,3998	0,0822	0,0003	0,022
Erro Padrão da Média	m^3	0,6323	0,2866	0,0162	0,1484
Coeficiente de Variação %	%	13,7883	43,3199	7,3012	23,6764
Valor de t Tabelado	-	1,9432	1,7531	2,0151	1,7207
Erro de Amostragem	m^3/parcela	1,2287	0,5025	0,0327	0,2554
Erro de Amostragem %	%	9,8828	18,6221	6,0063	8,3153
IC para a Média (90 %)	m^3	11,2043 ≤ X ≤ 13,6617	2,1959 ≤ X ≤ 3,2009	0,5114 ≤ X ≤ 0,5767	2,8165 ≤ X ≤ 3,3274
Visto os IC para a Média por ha (90 %)	m^3/ha	373,4755 ≤ X ≤ 455,3906	73,1968 ≤ X ≤ 106,6968	17,0454 ≤ X ≤ 19,2238	93,8826 ≤ X ≤ 110,9118
Volume da Madeira da População	m^3	1.829	1.139	262	3.231
	st	2.642	1.686	393	4.721
IC para o volume da Madeira da População (90%)	m^3	1647,0271 ≤ X ≤ 2008,2728	926,6718 ≤ X ≤ 1350,7819	246,4761 ≤ X ≤ 277,9760	2960,1173 ≤ X ≤ 3497,0503

Legenda: FESm/a = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração; FESm = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração; FESi = Floresta estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração; m = metros; mst = volume em metros estéreo; % = valores em porcentagem; ha = hectares; t = Valor tabelado de t para um nível de significância determinado; IC = Intervalo de Confiança; EMC = Estimativa Mínima de Confiança

Parâmetros	Unidade	FESm/a	FESm	FESi	Total
EMC	m^3	11,5226	2,3141	0,5201	2,8755
Área da parcela (0,03ha)					
Área amostrada	ha	0,21	0,48	0,18	0,87
Intensidade amostral	%	4,76%	3,79%	1,25%	2,76%

Quadro 140 Estatística do inventário florestal nas coberturas florestais plantadas – Plantios de Eucalipto não manejados

Legenda: REF-M.Agudo = Reflorestamento de eucalipto na área de expansão da cava de Morro Agudo; REF-Cururu = Reflorestamento de eucalipto na área de expansão da nova PDE Cururu; ADA = Área Diretamente Afetada; m = metros; mst = volume em metros estéreo; % = valores em porcentagem; ha = hectares; t = Valor tabelado de t para um nível de significância determinado; IC = Intervalo de Confiança; EMC = Estimativa Mínima de Confiança.

Parâmetros	Unidades	REF-M.Agudo	REF-Cururu	Total
Área de Intervenção	hectares	46,94	9,93	56,87
Parcelas	-	27	7	34
n (Número Ótimo de Parcelas pela Ótima de Neyman)	-	19	4	22
Total - Volume da Madeira na amostra	m^3	61,0537	9,0028	70,0565
Média	m^3	2,2612	1,2861	2,091
	st	3	2	3
Desvio Padrão	m^3	0,6688	0,1658	0,581
Variância	$(m^3)^2$	0,4473	0,0275	0,374
Variância da Média	$(m^3)^2$	0,0166	0,0038	0,0112
Erro Padrão da Média	m^3	0,1287	0,062	0,1059
Coeficiente de Variação %	%	29,5778	12,8918	27,7856
Valor de t Tabelado	-	1,7056	1,9432	1,7033
Erro de Amostragem	m^3/parcela	0,2195	0,1205	0,1804

Legenda: REF-M.Agudo = Reflorestamento de eucalipto na área de expansão da cava de Morro Agudo; REF-Cururu = Reflorestamento de eucalipto na área de expansão da nova PDE Cururu; ADA = Área Diretamente Afetada; m = metros; mst = volume em metros estéreo; % = valores em porcentagem; ha = hectares; t = Valor tabelado de t para um nível de significância determinado; IC = Intervalo de Confiança; EMC = Estimativa Mínima de Confiança.

Parâmetros	Unidades	REF-M.Agudo	REF-Cururu	Total
Erro de Amostragem %	%	9,7088	9,3678	8,6256
IC para a Média (90 %)	m^3	2,0417 ≤ X ≤ 2,4808	1,1656 ≤ X ≤ 1,4066	1,9106 ≤ X ≤ 2,2713
IC para a Média por ha (90 %)	m^3/ha	68,0569 ≤ X ≤ 82,6929	38,8545 ≤ X ≤ 46,8866	63,6870 ≤ X ≤ 75,7109
Volume da Madeira da População	m^3	3.538	426	3.964
	st	4.345	526	4.871
IC para o volume da Madeira da População (90%)	m^3	3195,2721 ≤ X ≤ 3882,4325	385,8255 ≤ X ≤ 465,5835	3622,5190 ≤ X ≤ 4306,4352
EMC	m^3	2,092	1,1968	1,9519
Área da parcela (0,03ha)				
Área amostrada	ha	0,81	0,21	1,02
Intensidade amostral	%	1,73%	2,12%	1,79%

11.6.1.5.2 Síntese das estimativas volumétricas obtidas nas áreas objeto de Inventário Florestal

No Quadro 141 são apresentados os dados de altura média e diâmetro médio com seus respectivos valores de desvio-padrão e volume total (Vb) em metros cúbicos e em metros estéreos para cada uma das unidades de amostragem por estrato.

Quadro 141 Valores médios de altura total, diâmetro e volume registrado em cada unidade de amostragem

Legenda: Desv.Pad = Desvio-Padrão; m = metros; cm = centímetros; mst = metros estéreos.

Parcela	Altura Total			Diâmetro			Volume Total	
	Média±Desv.Pad			Média±Desv.Pad			m^3	st
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração natural								
1	11,15	±	5,34	17,33	±	9,92	10,16	15
2	11,96	±	5,09	13,01	±	7,58	9,79	14
3	13,35	±	5,09	13,47	±	8,96	13,91	21
4	13,45	±	5,25	13,56	±	10,16	13,78	18
5	13,36	±	5,55	14,60	±	7,79	13,24	19
6	11,97	±	5,40	13,09	±	10,25	12,97	18
7	14,77	±	5,50	19,15	±	14,21	13,19	20
***** Total**							**87,03**	**126**
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração natural								
8	7,56	±	2,22	9,74	±	3,78	4,42	7
9	8,24	±	2,77	10,61	±	6,00	2,72	4
10	7,66	±	2,33	9,33	±	4,77	1,22	2
11	6,91	±	2,29	8,66	±	5,19	1,66	2
12	8,26	±	2,70	11,72	±	6,93	2,83	4
13	8,12	±	2,63	11,37	±	5,06	1,51	2
14	7,32	±	2,17	12,72	±	7,78	2,54	4
15	9,50	±	2,91	12,81	±	8,76	4,57	7
16	9,17	±	2,99	10,33	±	4,92	2,59	4
17	8,45	±	2,74	9,95	±	4,58	2,78	4
18	7,99	±	2,67	13,40	±	10,11	3,85	6
19	8,28	±	2,69	10,41	±	5,39	2,23	3
21	7,07	±	3,10	13,13	±	6,37	1,48	2
22	7,44	±	2,28	13,63	±	7,31	2,14	3
23	5,84	±	1,93	7,95	±	2,98	1,72	3
38	10,07	±	4,19	8,71	±	4,92	4,93	7
***** Total**							**43,17**	**64**
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração natural								
20	5,60	±	1,34	9,54	±	3,62	0,53	1
26	5,86	±	1,66	8,28	±	4,82	0,50	1
27	5,83	±	1,38	8,12	±	5,85	0,58	1

Legenda: Desv.Pad = Desvio-Padrão; m = metros; cm = centímetros; mst = metros estéreos.

Parcela	Altura Total			Diâmetro			Volume Total	
	Média±Desv.Pad			Média±Desv.Pad			m^3	st
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração natural								
28	7,29	±	1,73	7,49	±	2,26	0,61	1
29	6,42	±	1,56	7,31	±	1,43	0,52	1
30	6,87	±	1,87	7,77	±	3,11	0,54	1
***** Total**							**3,26**	**5**
Plantio de Eucalipto não manejado - Categoria 1 (Área de expansão da Cava Morro Agudo)								
24	8,08	±	2,68	10,32	±	4,15	1,70	2
39	9,45	±	3,05	10,20	±	4,43	1,64	2
40	9,15	±	2,62	8,65	±	3,70	1,81	2
41	9,26	±	3,46	10,49	±	5,78	1,88	2
42	11,51	±	4,16	10,22	±	3,82	2,67	3
43	9,41	±	2,00	9,29	±	4,53	1,80	2
44	13,01	±	4,76	10,91	±	4,08	2,45	3
45	9,56	±	2,50	11,40	±	6,33	2,72	3
46	10,68	±	4,28	11,47	±	6,02	2,92	4
47	8,08	±	3,42	8,79	±	3,39	1,54	2
48	6,72	±	3,74	10,53	±	5,03	2,67	3
50	10,03	±	3,13	10,73	±	5,13	1,60	2
51	10,74	±	2,22	14,30	±	4,67	2,06	2
52	13,34	±	3,90	11,85	±	5,81	4,06	5
54	8,36	±	2,89	8,25	±	3,84	1,98	3
55	10,06	±	2,80	10,91	±	6,53	2,01	2
56	8,78	±	2,59	8,85	±	4,21	1,73	2
57	9,35	±	2,71	10,76	±	5,63	1,92	2
58	11,94	±	3,55	11,70	±	6,90	3,56	4
59	11,88	±	4,52	11,81	±	4,42	2,24	3
60	9,47	±	2,40	11,01	±	5,41	2,54	3
61	12,48	±	4,55	10,84	±	4,54	3,13	4
62	11,52	±	3,70	9,71	±	4,67	2,55	3
63	10,39	±	4,12	10,25	±	5,29	2,70	3
64	9,81	±	2,55	10,17	±	2,84	1,07	1
65	11,57	±	3,17	14,38	±	5,27	2,41	3
67	9,32	±	2,99	9,96	±	3,16	1,68	2
Total Geral							**61,05**	**75**

Legenda: Desv.Pad = Desvio-Padrão; m = metros; cm = centímetros; mst = metros estéreos.

Parcela	Altura Total			Diâmetro			Volume Total	
	Média±Desv.Pad			Média±Desv.Pad			m^3	st
Plantio de Eucalipto não manejado - Categoria 2 (Área da PDE Cururu)								
31	7,93	±	2,93	8,87	±	5,36	1,13	1
32	6,65	±	2,01	7,73	±	2,34	1,13	2
33	9,39	±	3,04	10,75	±	4,09	1,44	2
34	9,30	±	1,37	9,73	±	4,49	1,55	2
35	8,28	±	2,79	10,93	±	5,45	1,33	2
36	8,75	±	1,83	10,06	±	4,58	1,12	1
37	9,08	±	2,58	9,67	±	3,99	1,30	2
Total Geral							**9,00**	**11**

No Quadro 142 e no Quadro 143 são apresentados os resumos dos resultados do inventário florestal contendo número de árvores por hectare, média aritmética do diâmetro, área seccional média das árvores, área basal por hectare, altura média da população e a volumetria em metros cúbicos e em metros estéreos.

Em conclusão e de acordo com os dados de altura, circunferência e das equações de volume, na área de ocupação do projeto com Floresta Estacional Semidecidual, é estimado um volume total de material lenhoso de 3.231,56 m^3; entanto que nas áreas ocupadas com os reflorestamentos, dentro da área de ocupação do projeto, são estimados 3.963,53 m^3. Em total o material lenhoso soma: 7.194,09 m^3

Quadro 142 Resumo do inventário florestal na Floresta Estacional Semidecidual na Área do Projeto

Legenda: FESm/a = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração; FESm = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração; FESi = Floresta estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração; V = Volume (m^3).

Parâmetros	FESm/a			FESm			FESi			Total
Árvores/ha	1424			992			578			
Média aritmética do Diâmetro (d) (cm)	14,31	±	9,62	10,27	±	5,85	7,93	±	3,43	
Área seccional média dos troncos (cm^2)	233,2	±	367,8	109,6	±	172,0	58,6	±	71,0	
Área basal por hectare (G/ha) m^2	38,65			14,09			3,74			
Altura (m)	12,82	±	5,34	8,06	±	3,01	6,43	±	1,70	
	387		st/ha	84		st/ha	18		st/ha	2.076,06 m^3
V. Madeira	267,21		m^3/ha	56,79		m^3/ha	12,27		m^3/ha	
	1.707		st	1.065		st	266		st	
	1.179,47		m^3	719,30		m^3	177,28		m^3	
	212		st/ha	49		st/ha	9		st/ha	1.154,50 m^3
V. Galhada	147,22		m^3/ha	33,15		m^3/ha	5,87		m^3/ha	
	935		st	621		st	127		st	

Legenda: FESm/a = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração; FESm = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração; FESi = Floresta estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração; V = Volume (m^3).

Parâmetros	FESm/a		FESm		FESi		Total
	649,83	m^3	419,92	m^3	84,75	m^3	
	599	st/ha	133	st/ha	27	st/ha	4.721 mst 3.231,56 m^3
V. Total	414,43	m^3/ha	89,95	m^3/ha	18,13	m^3/ha	
	2.641,94	st	1.686,19	st	393,05	st	
	1.829,31	m^3	1.139,22	m^3	262,03	m^3	

Quadro 143Resumo do Inventário Florestal nos reflorestamentos de eucalipto do Projeto

Legenda: REF-M.Agudo = Reflorestamento de eucalipto na área de expansão da cava de Morro Agudo; REF-Cururu = Reflorestamento de eucalipto na área de expansão da nova PDE Cururu; V = Volume (m^3).

Parâmetros	REF-M.Agudo			REF-Cururu			Total
Árvores/ha	678			696			
Média aritmética do Diâmetro (d) (cm)	10,42	±	4,96	9,41	±	4,27	
Área seccional média dos troncos (cm^2)	104,6	±	105,8	83,8	±	85,6	
Área basal por hectare (G/ha) m^2	12,62			8,86			
Altura (m)	10,01	±	3,71	8,29	±	2,53	
	64		st/ha	39,2218		st/ha	
V. Madeira	52,40		m^3/ha	31,6876		m^3/ha	
	3.024		st	389		st	
	2.459,53		m^3	314,57		m^3	2.774,09 m^3
	28		st/ha	13,8129		st/ha	
V. Galhada	22,98		m^3/ha	11,1830		m^3/ha	
	1321		st	137		st	
	1078,42		m^3	111,01		m^3	1.189,43 m^3
	93		st/ha	53,0347		st/ha	
V. Total	75,37		m^3/ha	42,8705		m^3/ha	
	4.345		st	526		st	4.871 mst
	3.537,95		m^3	425,58		m^3	3.963,53 m^3

11.6.1.5.3 Conclusão do inventário florestal

O Art.3 do Decreto nº 47.749/2019 determina que a supressão de sub-bosque nativo, em área com florestas plantadas, será passível de autorização somente quando o volume de madeira da floresta plantada em relação ao do sub-bosque apresentar razão igual ou inferior a 5:1 (cinco para um), sendo, 5 m^3/ha (cinco metros cúbicos por hectare) de espécie plantada para 1 m^3/ha (um metro cúbico por hectare) de espécies nativas.

O sub-bosque nas duas categorias de plantio de eucalipto não manejado (área de expansão da Cava Morro Agudo e área de expansão da PDE Nova Cururu) foi analisado para determinar a razão volumétrica entre espécies plantadas e nativas. Nos dois casos a razão foi superior ao determinado na lei, por tanto essas intervenções ambientais não são passíveis de autorização (Quadro 144).

Por outra parte o segundo parágrafo do supracitado artigo determina que, no Bioma Mata Atlântica, a supressão de sub-bosque nativo não poderá ser autorizada nos casos em que o inventário do sub-bosque nativo apresente área basal superior a 10m^2/ha (dez metros quadrados por hectare), devendo a colheita da espécie plantada ser autorizada na forma de manejo sustentável. Nas duas categorias de plantio de eucalipto não manejado, o sub-bosque de nativas apresentou área basal inferior ao determinado na lei (1,572m^2/ha no REF-M.Agudo e 1,347 m^2/ha no REF-Cururu) e por tanto não apresenta restrições para sua supressão (Quadro 144).

Quadro 144 Análise do sub-bosque nos reflorestamentos de eucaliptos de acordo com o Decreto nº 47.749/2019

Parâmetros	Vb m^3/ha	Razão Volumétrica	G (nativas G/ha)
Sub-bosque no plantio de eucalipto não manejado na área de expansão da cava Morro Agudo			
Nativas	7,03	1,0	1,572
Exóticas	68,35	9,7	
Razão volumétrica	9,7 : 1	**não passível de autorização**	
Sub-bosque no plantio de eucalipto não manejado na área PDE Cururu			
Nativas	5,30	1,0	1,347
Exóticas	37,57	7,1	
Razão volumétrica	7,1 : 1	**não passível de autorização**	

Assim, de acordo com o Decreto nº 47.749/2019, a supressão dos plantios de eucalipto não manejados nas áreas de expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu, nos trechos localizados fora das Áreas de Preservação Permanente, não configura intervenção ambiental nos termos da lei.

Nesse sentido são estimados 3.408,09 m^3 de material lenhoso em áreas passíveis de autorização para a intervenção ambiental e 3.786 m^3 em áreas não passíveis de autorização para a intervenção ambiental (Quadro 145).

Quadro 145 Estimativas volumétricas dentro e fora de áreas de intervenção ambiental

Legenda: V = Volume da madeira; Va = Volume da galhada; Vb = Volume total; FESm/a = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração; FESm = Floresta estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração; FESi = Floresta estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração; REF-M.Agudo = Reflorestamento de eucalipto na área de expansão da cava de Morro Agudo; REF-Cururu = Reflorestamento de eucalipto na área de expansão da nova PDE Nova Cururu.

Estratos	Área (ha)	Volume de material lenhoso gerado nas áreas não passíveis de autorização			Volume de material lenhoso gerado nas áreas passíveis de autorização			Vb Total
		V m³	Va m³	Vb m³	V m³	Va m³	Vb m³	m³
FESm/a	4,41	-	-	-	1179,47	649,83	1829,31	1829,31
FESm	12,67	-	-	-	719,30	419,92	1139,22	1139,22
FESi	14,45	-	-	-	177,28	84,75	262,03	262,03
REF-M.Agudo	46,94	2366,45	1037,61	3404,05	93,08	40,81	133,90	3537,95
REF-Cururu	9,93	282,32	99,63	381,95	32,25	11,38	43,63	425,58
TOTAL	**88,40**	**2648,76**	**1137,24**	**3786,00**	**2201,39**	**1206,70**	**3408,09**	**7194,09**

11.6.1.6 Síntese conclusiva com foco na flora

Historicamente a geodiversidade e as características do relevo direcionaram os processos de uso e ocupação da terra na região do empreendimento. No século XVII extensas áreas florestais sofreram corte raso para fins de agricultura, que devido às técnicas rudimentares não permitiam o cultivo por longos anos, sempre requerendo que novas áreas florestais fossem convertidas para o cultivo. Já no século XX, com a chegada da ferrovia no município de Itabira, foram criadas condições favoráveis para implantação do polo siderúrgico conhecido como "Vale do Aço". A implantação desse polo acarretou na substituição de mais áreas de floresta nativa por plantios de eucalipto visando atender à demanda das siderurgias e da indústria produtora de celulose.

Atualmente a cobertura vegetal na Área de Estudo Local (AEL) e na Área do Projeto (AP) é o reflexo do histórico de ocupação da região, sendo o grau de conservação da vegetação nativa classificado predominantemente como 'muito baixo' (SCOLFORO *et al.*, 2008). Somadas às alterações ocasionadas pelo próprio empreendimento evidencia-se que os remanescentes de vegetação nativa são pouco representativos, estando concentradas em trechos de difícil acesso e em Áreas de Preservação Permanente (APP), principalmente relacionadas aos cursos d'água.

Conforme apresentado no diagnóstico os fragmentos de floresta nativa presentes na AEL e na AP, embora secundários, remetem à vegetação nativa que ocorre ao longo do Vale do Rio Doce, em particular, e mais amplamente às florestas que se estendem por todo o leste de Minas Gerais.

Os resultados advindos das amostragens realizadas na AEL e na AP reforçam o predomínio de formações florestais sobre outras formas de vegetação. Isso é demonstrado pela contagem dos hábitos (formas de vida), onde houve predomínio do hábito arbóreo (maior que 50%). Também é demonstrado pelas características das síndromes de dispersão das espécies, que é biótica para 65,9%, sendo esta uma característica própria de ambientes florestais.

As estratégias de regeneração e ocupação do espaço natural apresentam maioria das espécies (>70%) pertencentes aos estágios mais evoluídos de sucessão ecológica e indicam que a vegetação nativa amostrada, embora esteja restrita a pequenos fragmentos, apresenta grande potencial para alcançar estágios de regeneração evoluídos.

De modo geral, tanto para as florestas nativas na AEL quanto para a AP, os estratos da vegetação são razoavelmente delimitados (em subosque e dossel), sendo que o dossel é predominantemente fechado nos estágios mais avançados de regeneração e abertos nos estágios incipientes.

De acordo com os resultados dos levantamentos fitossociológicos, nos trechos de Floresta Estacional Semidecidual na AEL predominam características dos estágios intermediários de regeneração natural. Há que se destacar que em relação à composição de espécies essas áreas apresentam características de estágios mais avançados. Já as florestas nativas da AP podem ser divididas em três tipos: florestas secundárias em estágios médio/avançado; em estágio médio propriamente dito; e em estágio inicial.

Os plantios de eucalipto não manejados são bastante homogêneos ao longo de toda a área (exceto em termos volumétricos em função do porte dos eucaliptos). Há grande insolação no interior desses plantios e grande abundância de gramíneas no sub-bosque que, de maneira geral, prejudicam a sucessão ecológica e o desenvolvimento da floresta nativa.

O Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto em pauta está localizado em um pequeno e isolado trecho de declive, próximo de áreas cuja mineração está em andamento. Apresenta ampla vegetação arbustiva associada, podendo ser reconhecido como um tipo de vegetação arbustiva sobre canga (VAC). Devido à proximidade com as atividades minerárias há pontos em que o campo rupestre cede para formações vegetais antropizadas. O campo rupestre foi determinado como pertencente à um estágio médio de regeneração onde a espécie exótica *Mellinis minultiflora* represente quase 50% da cobertura do solo.

Apesar das evidentes alterações na cobertura vegetal das áreas estudadas alguns táxons de maior interesse para conservação foram registrados, tais como espécies ameaçadas de extinção, imunes ao corte, endêmicas do Quadrilátero Ferrífero e raras.

11.6.2 Fauna

11.6.2.1 Introdução/ metodologia geral

O presente diagnóstico visa o entendimento da composição da comunidade da fauna (herpetofauna, mastofauna terrestre, mastofauna voadora, avifauna, entomofauna, ictiofauna e biota aquática) presente nas áreas de estudo regional (AER), local (AEL) do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa**, localizado nos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara-MG, bem como embasar a análise de impactos ambientais e a proposição de medidas de mitigação ou minimização.

A Contextualização da Área de Estudo Regional contou com levantamentos de dados já existentes para a região, ou seja, consulta de dados secundários. A Caracterização Local da fauna, por sua vez, contou com amostragens sistematizadas realizadas em campo, com metodologias específicas para cada tema (dados primários). Considerando a existência de dados secundários da Mina de Água Limpa, tais informações foram, além de usadas na caracterização regional, frisadas na caracterização local – visto que são dados de espécies de fato confirmadas para a área de estudo, sendo importantes no contexto local do presente Estudo.

Cabe pontuar que ambas as caracterizações (Área de Estudo Regional – AER e Área de Estudo Local - AEL) seguiram as premissas expressas na legislação que norteia a fase de inventário da fauna (IN IBAMA nº 146/2007; IN IBAMA nº 5/2011).

A compilação dos dados secundários consultados (Quadro 146) viabilizou a elaboração de uma lista de espécies com ocorrência confirmada para a delimitação de área regional do Projeto. A discussão e inferências relevantes do ponto de vista científico e conservacionista para a área do estudo regional (AER) são apresentadas a seguir para cada grupo da fauna estudado.

Quadro 146 Síntese das fontes de dados e documentos técnicos consultados, por grupo da fauna, para a composição do diagnóstico das áreas de estudo do Projeto.

Grupo	Fonte de dados secundários - Contextualização da Área de Estudo Regional (AER)	Fonte de dados primários - Diagnóstico da Área de Estudo Local (AEL)
Herpetofauna	• EIA - Expansão Oeste da Mina Água Limpa. Rio Piracicaba, Minas Gerais. (TOTAL, 2015) • EIA - Projeto de Ampliação do Morro Agudo, Minas de Água Limpa, Rio Piracicaba, Minas Gerais (TOTAL, 2018) • Status do conhecimento, endemismo e conservação de anfíbios anuros da Serra do Espinhaço, Brasil (LEITE *et al*., 2008) • Anfíbios anuros do Quadrilátero Ferrífero: lista de espécies. (LEITE *et al.,* 2019a) • Anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico (SILVEIRA *et al*., 2019) • EIA - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2 (SETE, 2020) • BDBio*	Duas campanhas de campo contemplando as estações de seca e chuva
Mastofauna Terrestre	• Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. (FONSECA *et al*., 1989) • Mammals of the Estação de Preservação e Desenvolvimento Ambiental de Peti (PAGLIA *et al*., 2005) • Plano de Manejo da RPPN "Santuário do Caraça" (ICMBio, 2013) • Mammals of Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça (TALAMONI *et al*., 2014) • Estudo de Impacto Ambiental - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2 - Rio Piracicaba – MG (SETE, 2020) • EIA - Expansão Oeste da Mina Água Limpa. Rio Piracicaba, Minas Gerais. (TOTAL, 2015) • EIA - Projeto de Ampliação do Morro Agudo, Minas de Água Limpa, Rio Piracicaba, Minas Gerais (TOTAL, 2018) • BDBio*	Duas campanhas de campo contemplando as estações de seca e chuva
Mastofauna Voadora	• *Structure of a bat assemblage (Mammalia, Chiroptera_ In Serra do Caraça Reserve*. (FALCÃO *et al.,* 2003) • BDBio*	Duas campanhas de campo contemplando as estações de seca e chuva
Avifauna	• Estudo de Impacto Ambiental - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2 - Rio Piracicaba – MG (SETE, 2020) • EIA - Expansão Oeste da Mina Água Limpa. Rio Piracicaba, Minas Gerais (TOTAL, 2015) • EIA - Projeto de Ampliação do Morro Agudo, Minas de Água Limpa, Rio Piracicaba, Minas Gerais (TOTAL, 2018) • Plano de Manejo da RPPN Diogo (VALE, 2009) • Síntese do conhecimento e análises de padrões de distribuição geográfica, esforço de amostragem e conservação da avifauna do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais (CARVALHO, F. A. A. V, 2017) • WIKIAVES - www.wikiaves.com • BDBio*	Duas campanhas de campo contemplando as estações de seca e chuva
Entomofauna	• BDBio*	Duas campanhas de campo contemplando as estações de seca e chuva

Grupo	Fonte de dados secundários - Contextualização da Área de Estudo Regional (AER)	Fonte de dados primários - Diagnóstico da Área de Estudo Local (AEL)
Ictiofauna	• Estudo de Impacto Ambiental - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2 - Rio Piracicaba – MG (SETE, 2020) • Estudo de Impacto Ambiental Para Pesquisa Mineral do Projeto Jacutinga (DELPHI, 2009) • BDbio*	Duas campanhas de campo contemplando as estações de seca e chuva
Biota Aquática	• Gastrópodes e bivalves límnicos do trecho médio da bacia do Rio Doce, Minas Gerais (VIDIGAL *et al.*, 2005) • *Zooplankton Biodiversity of Minas Gerais State: Preliminary synthesis of present knowledg* (ESKINAZI-SANT'ANNA *et al.*, 2005) • BDBio*	Duas campanhas de campo contemplando as estações de seca e chuva

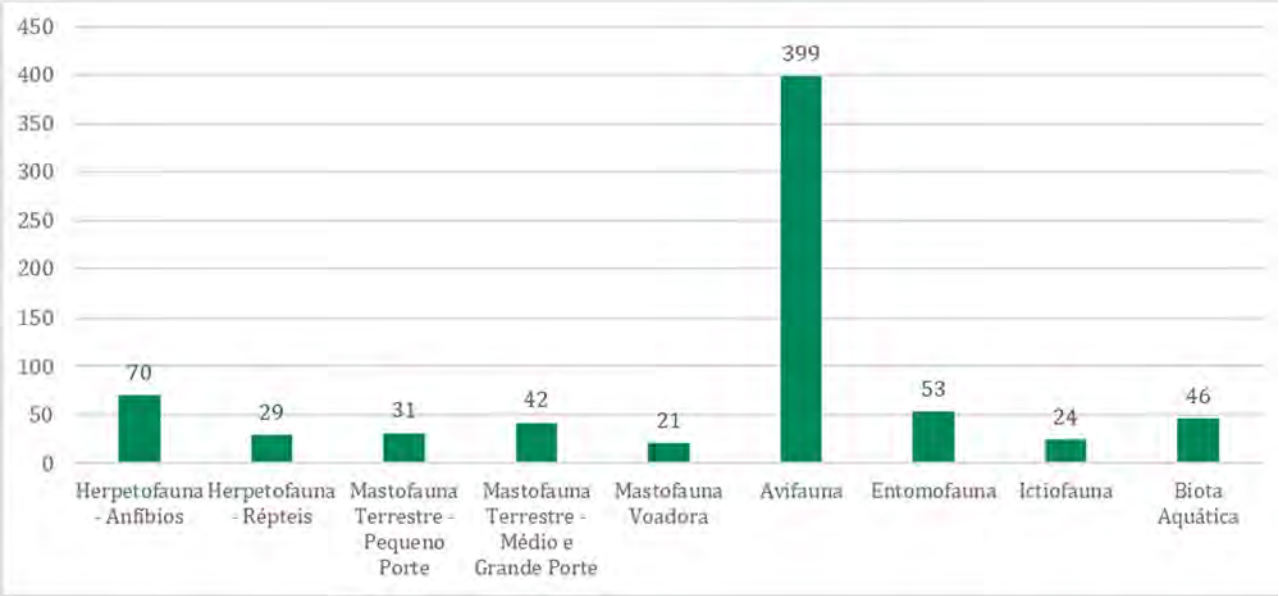
*Os estudos consultados via BDBio são listados adiante separadamente para cada grupo da fauna.

Os dados da fauna disponibilizados via BDBio (Bando de Dados de Biodiversidade da Vale S/A) foram filtrados, mediante coordenadas disponibilizadas, visando considerar somente aqueles registros inseridos no limite da Área de Estudo Regional (AER) do Projeto em estudo. A lista de estudos contemplados nessa consulta do BDBio é apresentada adiante, separadamente para cada grupo da fauna.

A abrangência da delimitação da Área de Estudo Regional (AER) permitiu um amplo diagnóstico da fauna regional. Sendo assim, um segundo filtro foi realizado para todos os grupos da fauna com o intuito de identificar as espécies de fato relevantes para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto em pauta, conforme aspectos ambientais presentes nessa área. Neste sentido, algumas espécies não foram consideradas na caracterização regional; mesmo que confirmadas para a AER, sabe-se que alguns táxons necessitam de aspectos ambientais (ambientes, condições, microhabitats etc.) mais específicos. Sendo assim, quando estas especificidades não refletiram os ambientes da AEL, os registros foram desconsiderados na presente caracterização regional. A exemplo, cita-se espécies restritas a determinadas altitudes (mais elevadas), restritas a ambientes florestais de alto grau de conservação ou espécies endêmicas de localidades específicas. As informações detalhadas relevantes a este filtro são apresentadas adiante separadamente para cada grupo da fauna estudado neste EIA.

Considerando tais premissas, foram levantadas 715 espécies da fauna para a AER, relevantes para o estudo em questão. O gráfico a seguir (Figura 170) resume a riqueza obtida para cada grupo estudado, cujas informações são apresentadas mais adiante para cada grupo.

Figura 170 Riqueza levantada, mediante consulta de dados secundários, para a Área de Estudo Regional (AER) do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

A coleta de dados primários, por sua vez, foi realizada mediante duas campanhas de campo realizadas na Área de Estudo Local (AEL) e na área destinada ao Projeto, abrangendo as estações de seca (entre agosto e setembro de 2020) e de chuva (entre novembro e dezembro de 2020). Para realização dessas atividades foram selecionadas áreas específicas respeitando a tréplica amostral nas fitofisionomias de maior relevância para a área, quais sejam:

- Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração;
- Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração;
- Plantio de eucalipto não manejado.

As atividades de campo foram realizadas mediante emissão da Autorização de Manejo de Fauna nº SSP 0021/2020 (Processo 1370.01.0024407/2020-11) e Licença de Pesca Científica (Categoria D) nº 07/2020, ambas emitidas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais – SEMAD, apresentadas no **Anexo 13** deste EIA.

O *status* de conservação das espécies contempladas no presente estudo foi consultado nas listas oficiais de espécies ameaçadas: nível global (IUCN, 2020), nacional (MMA, 2014) e estadual (COPAM, 2010). Para a avifauna foram consultadas, ainda, as referências MACHADO *et al.* (2008) status de conservação das espécies. Por fim, as espécies também foram consultadas na classificação dos apêndices CITES (2020): Apêndice I - destaca espécies ameaçadas de extinção; Apêndice II - espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência; Apêndice III - espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países.

11.6.2.2 Herpetofauna

11.6.2.2.1 Introdução

A Herpetofauna constitui um grupo artificial criado para designar de modo geral as espécies de répteis e anfíbios pertencentes os grupos Amphibia, Squamata, Crocodylia e Chelonia. O Brasil é o país com a maior riqueza de espécies de anfíbios do mundo, sendo reconhecidas mais de 1.100 espécies no território brasileiro (SEGALLA *et al.* 2019). Ressalta-se que, apesar de tamanha diversidade, uma considerável parcela dessas espécies permanece pouco conhecida no que diz respeito à sua taxonomia, distribuição geográfica, estado de conservação e biologia (ROSSA-FERES *et al*. 2015; SEGALLA *et al.* 2019; GUERRA *et al.* 2020). Estima-se, por exemplo, que 25% das espécies de anfíbios do território nacional ainda não foram descritas (GUERRA *et al.* 2020). Com 795 espécies de répteis, o país ocupa também uma posição de destaque global, figurando entre os três países com o maior número de espécies desse grupo (COSTA & BÉRNILS 2018).

A classe Amphibia compreende os animais conhecidos como Gymnophiona ou Apoda (cobras-cegas), Caudata ou Urodela (salamandras) e Anura (sapos, rãs e pererecas). Algumas espécies de anfíbios, devido a características peculiares de sua biologia, como alta permeabilidade da pele e o seu ciclo bifásico de vida, podem ser consideradas indicadoras da qualidade ambiental (BLAUSTEIN & KIESECKER 2002; OHMER & BISHOP 2011). Muitas espécies apresentam requerimentos ambientais específicos e, por isso, são sensíveis a modificações ambientais, principalmente aquelas relacionadas à estrutura do hábitat e à qualidade da água (OHMER & BISHOP 2011). Por este motivo, populações de algumas espécies vêm sofrendo declínios populacionais, fenômeno observado em escala global. A destruição de hábitat é certamente o principal fator, mas efeitos isolados ou sinérgicos com alterações climáticas, poluição, patógenos e introdução de espécies exóticas também parecem contribuir para a situação atual (BACIGALUPE *et al.* 2019).

Os répteis, por sua vez, desempenham um importante papel ecológico no ecossistema. São peças-chave da cadeia alimentar e ocupam diversos níveis tróficos, incluindo predadores de topo, como é o caso dos crocodilianos. Devido à suas especificidades ambientais, alguns répteis podem ser considerados bons indicadores da qualidade dos ecossistemas e, assim, dos níveis de alteração ambiental, portanto merecem atenção no que diz respeito ao uso responsável dos recursos naturais (COSTA *et al*. 2015). Além disso, répteis, assim como anfíbios, constituem uma fonte riquíssima em compostos biologicamente ativos, usados em pesquisas farmacológicas (*e.g.* VAN COMPERNOLLE *et al.* 2005; TEMPONE *et al.* 2007). Por esse motivo, a perda em diversidade de répteis e anfíbios poderia limitar descobertas biomedicamente relevantes.

O conhecimento acumulado nos últimos anos em relação à herpetofauna do Quadrilátero Ferrífero, evidencia a importância dessa região como sendo uma unidade biogeográfica única, visto que abriga uma riqueza expressiva de espécies da herpetofauna, além de espécies endêmicas restritas (LEITE *et al.* 2008; 2019a, SILVEIRA a 2019a). Uma recente compilação dos dados de diversidade de anfíbios anuros da região, baseada em uma extensa revisão dos acervos dos principais museus brasileiros, resultou em uma lista com 91 espécies de anfíbios anuros com ocorrência para o Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al.* 2019a). DRUMMOND *et al.* (2005) pontua a importância do Quadrilátero Ferrífero para a conservação de répteis e anfíbios no estado de Minas Gerais, devido ao seu considerável número de espécies endêmicas, alta diversidade e elevado grau de ameaça, sendo a região classificada como uma área de interesse especial (categoria máxima).

A relativa facilidade para a amostragem da herpetofauna (principalmente dos anfíbios) faz com que este grupo seja indicado para a obtenção de informações rápidas para a caracterização do estado de conservação de uma biota local e do impacto antrópico sobre o grupo (MASCARENHAS *et al.* 2015; GONÇALVES *et al.* 2018). A possibilidade de realizar levantamentos rápidos de forma que seja viável comparar diferentes áreas, habitats e/ou períodos, torna o grupo indicado para a realização de diagnósticos ambientais para fins diversos.

11.6.2.2.2 Metodologia

Para o diagnóstico da herpetofauna regional foram compilados dados do BDBio Vale relativos a estudos ambientais conduzidos dentro dos limites estabelecidos para a Área de Estudo Regional (AER). Vale lembrar que estudos secundários da Mina de Água Limpa foram utilizados na presente contextualização regional mas foram, também, consultados para a caracterização local da fauna. São eles:

- Estudo de Impacto Ambiental - Aterros Hidráulicos Paliçadas Unidade Operacional de Água Limpa (DELPHI, 2006).
- Estudo de Impacto Ambiental - Pilha de Disposição de Estéril Cururu (LUME, 2006).
- Estudo de Impacto Ambiental - Ampliação da Mina de Alegria (AMPLO, 2018).
- Pesquisa, Inventário e Monitoramento da Fauna na Área de Inserção do Complexo de Mariana (BICHO DO MATO, 2009-2010).
- Monitoramento da Fauna da Área de Expansão da Mina de São Luiz (BIOMA, 2011 a 2015).
- Monitoramento da Fauna do Complexo Minerador de Mariana (BIOMA, 2011 a 2015).
- Monitoramento da Fauna Minas Centrais Vale (BIOMA, 2010).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2010 a 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Alegria (BIOMA, 2010 a 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Fábrica Nova (BIOMA, 2012 a 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina Fazendão (BIOMA, 2010 a 2015).

- Programa de Monitoramento de Fauna para LI da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2012).
- Programa de Monitoramento de Fauna para LO da Mina de Água Lima (BIOMA, 2014 a 2016).
- Monitoramento da Fauna na Área de Desenvolvimento da Mina de Capão Xavier (TOTAL, 2013).
- Estudo de busca de anfíbios em áreas protegidas (AMPLO, 2016).
- Monitoramento de Fauna, Complexo Minerador de Mariana (NICHO, 2006).
- Relatório e Plano de Controle Ambiental: Empilhamento Drenado, Vale do Rio das Cobras (Disposição de Rejeitos das Espirais) - Complexo de Água Limpa (TECISAN, 2006).

Com essas informações reunidas foi realizada uma análise geral do conhecimento acumulado da herpetofauna na AER. Para a complementação foram também utilizadas as principais e mais atuais compilações sobre os anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al*. 2019a; SILVEIRA *et al*. 2019). Como LEITE *et al.* (2019a) e SILVEIRA *et al.* (2019) apresentam mapas de distribuição com as ocorrências de cada táxon, foram utilizadas apenas as espécies com distribuição dentro da AER. Dessa forma, espécies que ocorrem exclusivamente nas porções oeste, sul, ou central do Quadrilátero Ferrífero, não foram consideradas no presente estudo.

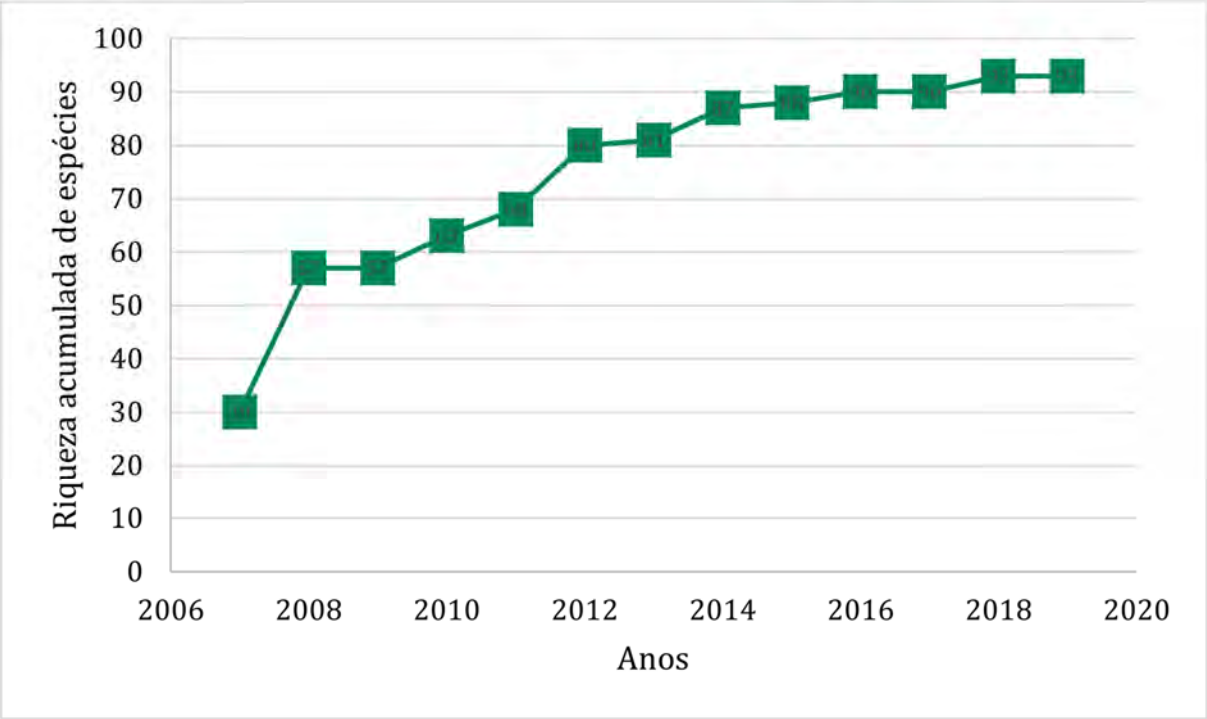
Por fim, e visando à padronização da lista consolidada de espécies de anfíbios e répteis, foram excluídas as espécies listadas não determinadas até o nível taxonômico de espécie (sp., gr., aff. e cf.), que não pudessem ser atribuídas a táxons conhecidos (e.g. *Scinax* gr. *ruber*, pela possibilidade de corresponder a várias espécies). Informações sobre distribuição geográfica das espécies foram obtidas por bibliografia (e.g. LEITE *et al*. 2008; COSTA & BÉRNILS 2018; SILVEIRA *et al*. 2019).

11.6.2.2.3 Contextualização da Herpetofauna na Área de Estudo Regional (AER)

Foram compiladas 99 espécies da herpetofauna com ocorrência na AER do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**. Setenta destas espécies (71% do total) pertencem ao grupo dos anfíbios, sendo as demais (29%) ao grupo dos répteis. A lista dos táxons regionais, fonte de cada registro e demais informações são apresentadas na "Lista Digital da Fauna de Potencial Ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa" - **Anexo 14** deste EIA.

Apesar da carência de artigos científicos que compreendem especificamente a herpetofauna da AER, o grande número de espécies registradas em trabalhos que compilam a diversidade de anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (QF) (i.e., LEITE *et al*. 2019; SILVEIRA *et al.* 2019), junto dos dados disponíveis no BDBio, mostram que a região tem sido relativamente bem amostrada nos últimos anos. Isso é corroborado pelo pequeno aumento do número de novas espécies registradas na AER entre 2016 e 2019, levando-se em consideração os estudos ambientais executados nessa região do QF neste período, conforme evidenciado na Figura 171 a seguir. Não obstante, o QF está entre as regiões mais bem conhecidas em relação à diversidade de anfíbios do sudeste brasileiro (LEITE *et al.* 2019; SILVEIRA *et al*. 2019).

Figura 171 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) de anfíbios e répteis de acordo com dados levantados para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

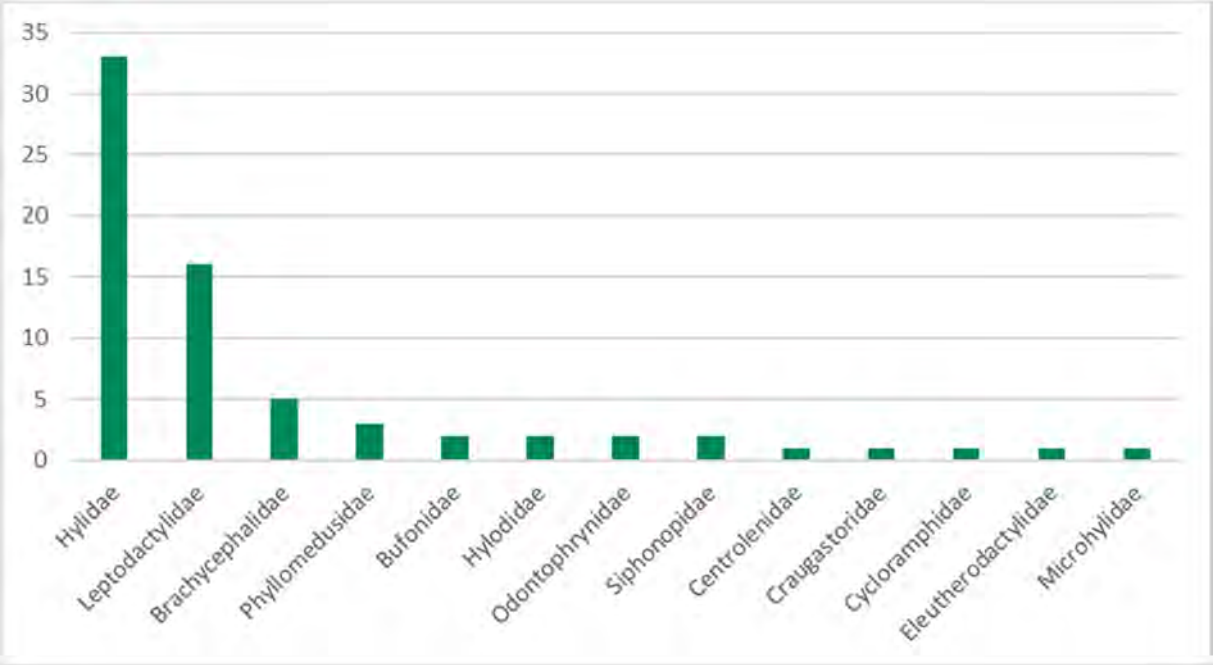
11.6.2.2.3.1 Anfíbios

Conforme mencionado na metodologia, foram excluídos da compilação de dados: registros com determinação taxonômica incerta; registros do BDBio considerados improváveis para a região – tais como *Dendropsophus minimus* e *Dendrophryniscus minutus* (hoje tratada como *Amazophrynella minuta*) (BIOMA 2010-2015b; BIOMA 2012); espécies tipicamente amazônicas sem ocorrência relatada para o Quadrilátero Ferrífero; *Dendropsophus elianae* (BIOMA 2010-2015b), também inusitado para a região, se tratando provavelmente de *D. rubicundulus*.

Ainda sobre os dados consultados no BDBio, deve-se ressaltar que foram mantidas as espécies não determinadas que são facilmente atribuídas a táxons conhecidos que já constam na literatura (i.e., *Bokermannohyla* gr. *circumdata*; *Bokermannohyla* aff. *nanuzae*; *Ischnocnema* aff. *parva* 1; *Ololygon* aff. *machadoi*; *Rhinella* gr. *crucifer*; *Scinax* aff. *perereca*; *Scinax* cf. *similis*; LEITE *et al.* 2019).

Foram registradas, portanto, 70 espécies de anfíbios na AER, sendo duas da Ordem Gymnophiona (i.e., Cecílias ou Cobras-cegas) e 68 da ordem Anura. A família Hylidae foi representada por 32 táxons, sendo a família de anuros com a maior riqueza de espécies registradas. Leptodactylidae foi representada por 16 espécies; Brachycephalidae por cinco; Phyllomedusidae por três; Bufonidae, Hylodidae e Odontophrynidae por duas; Centrolenidae, Cycloramphidae, Craugastoridae, Eleutherodactylidae e Microhylidae por uma espécie cada (Figura 172).

Figura 172 Representatividade das famílias de anfíbios registradas para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Trinta e três das 70 espécies (47%) de anfíbios registradas para a AER são endêmicas da Mata Atlântica, 27 (38%) são de ampla distribuição podendo ocorrer em mais de um bioma, quatro (5%) são endêmicas da Serra do Espinhaço e, por fim, duas (2%) endêmicas do Quadrilátero Ferrífero (QF). O grande número de espécies da Mata Atlântica registrado se relaciona à forte influência deste bioma na porção leste do Quadrilátero Ferrífero.

Nota-se uma predominância dos maiores fragmentos florestais nas regiões sudoeste, noroeste e norte da AER (conforme mapa apresentado no item 10 - Definição das Áreas de Estudo do Volume 1 deste EIA), ao passo que as regiões nordeste, central e leste predominam áreas bastante alteradas com pequenos remanescentes de mata. Ainda assim, vale ressaltar a importância da manutenção dos maiores fragmentos de Mata Atlântica e da conectividade entre eles para a conservação da diversidade de anfíbios típicos da região. As áreas protegidas APA Municipal Carvão de Pedra, RPPNs Diogo e Belgo-Mineira, presentes na AER, podem auxiliar na proteção dessa fauna.

Das espécies de anfíbios anuros endêmicas da Mata Atlântica, 15 são frequentemente associadas a ambientes florestais em estágio intermediário ou avançado de regeneração e com boa qualidade de água para reprodução, podendo ser consideradas bioindicadoras de qualidade (VAN SLUYS *et al.* 2012; SILVEIRA *et al.* 2019; LEITE *et al*. 2019a; RAMOS *et al.* 2019). Se enquadram nessa categoria as espécies *Aplastodiscus arildae*, *Bokermannohyla* aff. *nanuzae*, *Ololygon tripui*, *Phasmahyla jandaia*, *Vitreorana uranoscopa*, *Crossodactylus trachystomus*, *Hylodes uai*, *Physalaemus crombiei*, *P. orophilus, P. signifer*, *Pithecopus rohdei* e *Thoropa miliaris* e as espécies de desenvolvimento direto *Ischnocnema izecksohni*, *I.* aff. *parva* 1 e *I. surda*. Esses registros podem indicar que as localidades onde ocorrem dentro do limite da AER apresentam boa estruturação florestal e, para as espécies com desenvolvimento indireto (i.e., presença de girino), ambientes com boa qualidade de água. Também relacionadas aos ambientes florestais, mas apresentando certa plasticidade em relação ao uso desses ambientes, que podem ser naturais ou antrópicos, são listadas para a AER as espécies *A. cavicola*, *Bokermannohyla* gr. *Circumdata* e *Ololygon luizotavioi*.

As espécies endêmicas do Espinhaço *Ololygon* aff. *machadoi* e *Scinax curicica*, ou do Quadrilátero Ferrífero, *B. martinsi*, são típicas de campos rupestres em áreas de altitude geralmente acima de 1000 metros e tiveram registros pontuais na região sudoeste da AER, na porção próxima à encosta da Serra do Caraça. O registro dessas espécies é intrinsicamente relacionado aos campos rupestres, aos quais elas são relativamente comuns (LEITE *et al*. 2019a; SILVEIRA *et al*., 2019), sendo improvável sua ocorrência nas áreas baixas ou florestais da AER. Por outro lado, *Sphaenorhynchus canga*, também endêmica do Quadrilátero Ferrífero, é conhecida por 12 pontos de ocorrência na Chapada de Canga, ao lado da encosta da serra do Caraça, e região ao sul desta, nas cabeceiras das bacias dos rios Piracicaba, Gualaxo do Norte e Carmo (SILVEIRA *et al.* 2020). Nessas áreas, *S. canga* ocorre poças temporárias em manchas disjuntas de campo rupestre sobre canga e em represas e brejos antrópicos em áreas de floresta estacional semidecidual antropizada (SILVEIRA *et al.* 2020). Ressalta-se que *S. canga* é uma espécie pouco conhecida e que poderia ocorrer em outras áreas da AER.

Dentre as espécies de anfíbios de ocorrência na AER, apenas *Aplastodiscus cavicola* é classificada como quase ameaçada (QA) na lista Global (IUCN, 2021). Apesar disso, essa espécie vem sendo registrada em diversas localidades, incluindo unidades de conservação no Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al.* 2019a; SILVEIRA *et al.,* 2019), região que parece ser o limite continental de sua distribuição geográfica que abrange a Mata Atlântica.

As espécies de anfíbios registradas, a distribuição geográfica, os estudos da AER em que ocorreram, bem como informações sobre possíveis ameaças podem ser observadas na "Lista Digital da Fauna de Ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa", apresentada no **Anexo 14**.

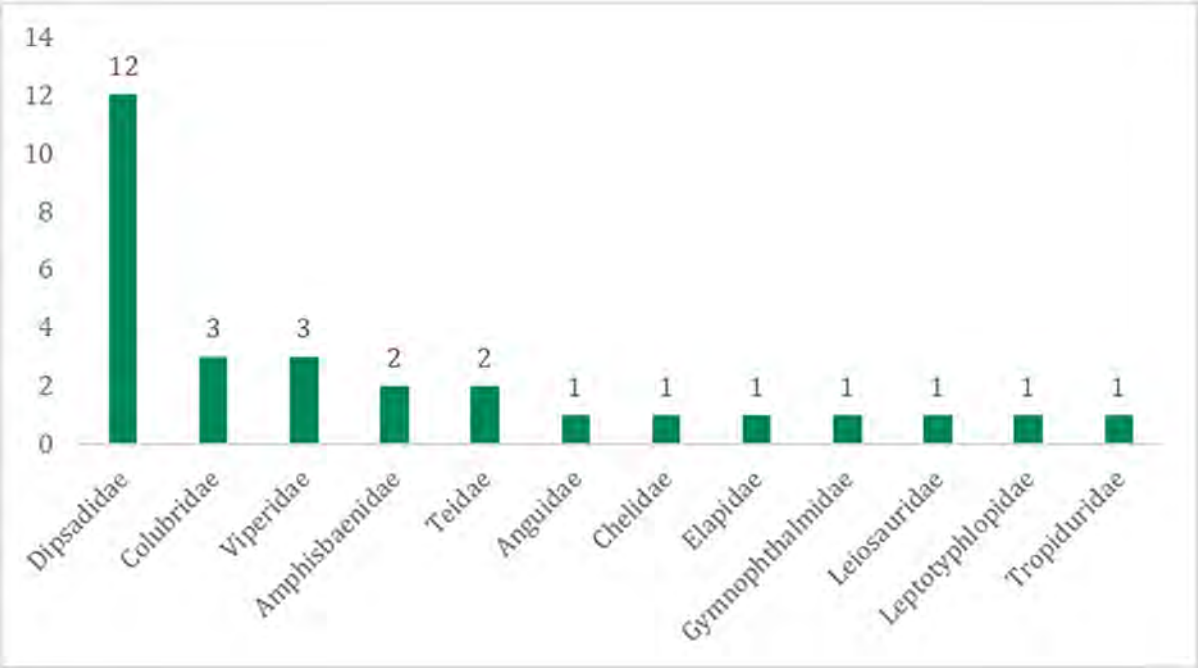
11.6.2.2.3.2 Répteis

As 29 espécies de répteis com ocorrência para a AER do Projeto em pauta compreendem 20 serpentes, seis lagartos, dois anfisbênios e um quelônio. A representatividade das famílias registradas está ilustrada na Figura 173 adiante.

A grande maioria das espécies é comum e possui distribuição geográfica relativamente ampla (COSTA & BÉRNILS 2018), podendo habitar áreas florestais, assim como bordas de florestas. Algumas delas são, inclusive, comumente associadas a ambientes abertos e ecologicamente pouco relevantes, ocasionando em pouca preocupação quanto à sua conservação (e.g., *Ameiva ameiva*, *Crotalus durissus*, *Salvator merianae*, *Tropidurus torquatus*).

Destaque deve ser dado as espécies peçonhentas da Família Viperidae (i.e., *Bothrops jararaca*, *B. neuwied*, *Crotalus durissus*) e Elapidae (i.e., *Micrurus* sp.) registradas na AER. Serpentes do gênero *Bothrops* são responsáveis pela maioria dos acidentes ofídicos na região sudeste (RIBEIRO & JORGE 1990; BOCHNER & STRUCHINER 2003), sendo consideradas espécies de interesse médico e econômico. Além do veneno ser utilizado para a produção de soro antiofídico, os compostos bioativos dessas espécies peçonhentas despertam o interesse da indústria farmacêutica pelo potencial de bioprospecção, como produção de fármacos e outros produtos.

Figura 173 Representatividade das famílias de répteis registradas para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Duas espécies de répteis da AER merecem atenção especial quanto a sua conservação. A serpente fossorial *Trilepida jani*, endêmica da serra do Espinhaço, pode ser encontrada em áreas de campos rupestres e em fragmentos de florestas semidecíduas, incluindo registros em Unidades de Conservação, como o Parque Estadual de Grão Mogol (THOMASSEN *et al.* 2016). Na AER, *T. jani* ainda é escasso, principalmente pelos raros encontros com essa espécie provavelmente devido a seu hábito fossorial THOMASSEN *et al.* 2016).

O cágado *Hydromedusa maximiliani*, endêmico da Mata Atlântica do sudeste brasileiro, habita riachos encachoeirados de encosta, com fundo rochoso e arenoso e águas limpas (COSTA *et al.* 2015). Na AER, foi registrado em pelo menos cinco projetos realizados na região (BDBio - AMPLO 2016; BDBio - AMPLO 2018; BDBio - BIOMA 2010-2015b; BDBio - BIOMA, 2011-2014; BIOMA, 2011-2015c). Essa espécie é a única do grupo dos répteis da AER enquadrada em uma categoria de ameaça, sendo classificada como vulnerável tanto na lista estadual de Minas Gerais (COPAM, 2010), quanto na global (IUCN, 2021).

A cascavel *Crotalus durissus* e o lagarto *Salvator merianae* são as únicas espécies da região mencionadas no CITES (2020), respectivamente nas categorias III e II, por serem traficadas, o que pode comprometer suas populações.

As espécies de répteis registradas, a distribuição geográfica, os estudos da AER em que ocorreram, bem como informações sobre possíveis ameaças podem ser observadas na "Lista Digital da Fauna de Potencial Ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa" – apresentada no **Anexo 14**.

11.6.2.2.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto

O diagnóstico da herpetofauna foi executado mediante realização de duas campanhas de campo, quando foram visitadas nove áreas de amostragem situadas na Área de Estudo Local e do Projeto. O Quadro a seguir evidencia a data das amostragens realizadas.

Quadro 147 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Herpetofauna.

Fonte: Sete, 2020.

Grupo da Fauna	Estação do ano	Data da Campanha
Herpetofauna	Seca	14 a 18 de setembro de 2020
	Chuva	23 a 27 de novembro de 2020

As áreas amostrais foram selecionadas visando à tréplica amostral e amostragem das fitofisionomias de maior relevância para a área, conforme mencionado previamente. Em campo foram definidos alguns pontos extra. Por este motivo, e mesmo aplicando um mesmo esforço metodológico, algumas fitofisionomias contaram com um mais horas de amostragem (vide itens adiante).

A identificação e caracterização da área de estudo foi realizada durante o dia, procurando escolher ambientes que apresentassem um conjunto de características ideais e necessárias para sustentar uma comunidade de anfíbios e répteis, ou pelo menos locais de abrigo e dispersão desses animais. Tal associação das espécies da herpetofauna aos respectivos ambientes é feita através da análise de parâmetros conhecidamente importantes, tais como, tipo e estrutura da vegetação, presença e características do corpo de água e disponibilidade de abrigos.

O Quadro abaixo apresenta as coordenadas geográficas das áreas amostrais e, em seguida, são apresentadas fotos das áreas e o mapa com a distribuição dos pontos.

Quadro 148 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Herpetofauna do Projeto.

Área Amostral	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 – Fuso 23K)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
	X (mE)	Y (mN)			
H01	689065	7795279	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Lagoa permanente e brejos associados.	AEL
H02	689263	7795348	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Brejo temporário em borda de mata. Seco em ambas as campanhas.	AEL
H03	687343	7794713	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Riacho permanente encachoeirado em área de mata.	AEL
H04	687743	7796769	Plantio de Eucalipto não manejado	Eucaliptal.	Área do Projeto
H05	685272	7795807	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Lagoa e brejos associados em área de transição entre eucaliptal e FESD.	Área do Projeto
H06	68507	7795425	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Riacho permanente de fluxo lento e fundo sedimentar, em área de mata.	Área do Projeto
H07	684689	7795196	Plantio de Eucalipto não manejado	Eucaliptal.	AEL
H08	687990	7796149	Plantio de Eucalipto não manejado	Riacho temporário em área de eucaliptal, Seco em ambas as campanhas.	AEL
H09	689897	7797770	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração.	AEL
H10	688287	7794909	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Poça temporária em área de mata.	AEL
H11	687387	7796066	Plantio de Eucalipto não manejado	Riacho permanente assoreado em área de eucaliptal.	Área do Projeto
H12	688983	7797781	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Lagoa permanente e brejos associados	AEL

Área Amostral	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 – Fuso 23K)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
	X (mE)	Y (mN)			
H13	687610	7797909	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Riacho permanente de fluxo lento e fundo sedimentar, em área de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração e eucaliptal.	AEL
H14	688449	7796005	Plantio de Eucalipto não manejado	Lagoa permanente e brejos associados, em área de eucaliptal não manejado.	AEL

Foto: T. Pezzuti

Foto 143 Vista parcial da lagoa do ponto H01.

Foto: T. Pezzuti

Foto 144 Vista parcial do brejo do ponto H02.

Foto: T. Pezzuti

Foto 145 Vista parcial do riacho do ponto H03.

Foto: T. Pezzuti

Foto 146 Vista parcial do Eucaliptal do ponto H04 na campanha de setembro de 2020.

Foto: T. Pezzuti

Foto 147 Vista parcial do Eucaliptal do ponto H04 na campanha de novembro de 2020, após queimada.

Foto: T. Pezzuti

Foto 148 Vista parcial da lagoa do ponto H05

Foto: T. Pezzuti

Foto 149 Vista parcial do riacho do ponto H06.

Foto: T. Pezzuti

Foto 150 Vista parcial do Eucaliptal do ponto H07 na campanha de setembro de 2020.

Foto: T. Pezzuti

Foto 151 Vista parcial do Eucaliptal do ponto H07 na campanha de novembro de 2020, após queimada.

Foto: T. Pezzuti

Foto 152 Vista parcial do riacho temporário do ponto H08 na campanha de novembro de 2020, após queimada.

Foto: T. Pezzuti

Foto 153 Vista parcial da área do ponto H09 na campanha de novembro de 2020, após queimada.

Foto: T. Pezzuti

Foto 154 Vista parcial da poça temporária do ponto H10.

Foto: T. Pezzuti

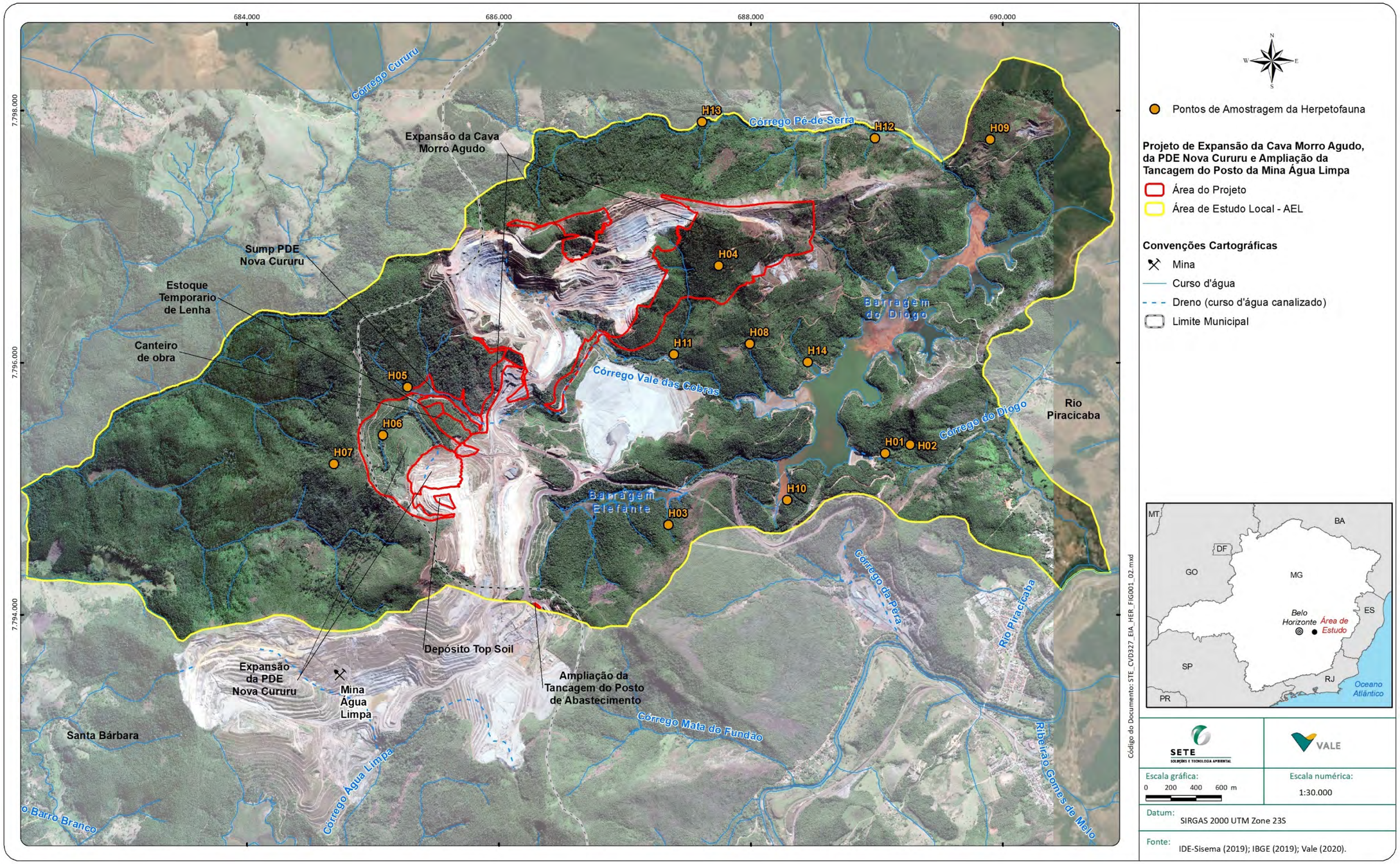
Foto 155 Vista parcial da lagoa do ponto H12.

Foto: T. Pezzuti

Foto 156 Vista parcial do riacho do ponto H13.

Foto 157 Vista parcial do ponto H14.

Figura 174 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da herpetofauna, situadas na Área de Estudo Local do Projeto



Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.2.4.1 Procura Ativa Limitada por Tempo

Para o registro de anfíbios e répteis foram realizadas buscas ativas diurnas e noturnas aos pontos de amostragem, visando contemplar os horários de atividades dos diferentes grupos da herpetofauna. Inicialmente, visitas diurnas para reconhecimento dos pontos visaram também o registro da ocorrência de espécies de répteis e anfíbios que apresentassem atividade diurna, desovas, espécimes abrigados e visualização de girinos.

Maiores esforços foram concentrados no período compreendido logo após o entardecer, até aproximadamente 23:00 h. Cada uma das 14 unidades amostrais foi ativamente investigada durante 1 hora por dois observadores, os quais percorreram trechos distintos nas margens dos corpos d'água. O esforço amostral, calculado pela multiplicação observador*hora totaliza, portanto, duas horas por unidade amostral. O esforço total empregado, considerando as duas campanhas, foi de 56 horas de busca ativa. O Quadro 149, a seguir, evidencia o esforço para cada fitofisionomia.

Quadro 149 Esforço amostral aplicado para a metodologia de Busca Ativa da Herpetofauna.

Legenda: Fitofisionomia: FESD = Floresta Estacional Semidecidual.

Fitofisionomia	Área amostral	Quantidade de Observadores	Esforço Amostral – por ponto	Campanhas	Esforço Amostral Total
FESD em estádio inicial de regeneração	H01, H09, H12, H13	2	1h	2	16 horas
FESD em estádio médio de regeneração	H02, H03, H05, H06, H10	2	1h	2	20 horas
Reflorestamento com Eucalipto	H03, H07, H08, H11, H14	2	1h	2	20 horas
Esforço Total do método					**56 horas**

As buscas ocorreram por lento caminhamento a pé, de modo a abranger ao máximo a heterogeneidade ambiental de cada área, contemplando distintos microambientes em cada fitofisionomia. Foram vistoriados os micro-habitat propícios à ocorrência de anfíbios e répteis, tais como em meio à serrapilheira florestal, sob e sobre troncos e rochas, dentro de abrigos, sobre a vegetação herbácea e arbustiva no sub-bosque florestal, em ocos de árvores, sob e sobre cascas de árvores, entre outros. Para encontrar animais abrigados, foram removidos o folhiço, troncos caídos, cupinzeiros e rochas.

Riachos foram percorridos por aproximadamente 50 metros, a partir do ponto referencial (partida), em direção às cabeceiras. Os brejos e demais ambientes lênticos foram vasculhados sistematicamente por uma extensão de no máximo 50 metros de raio. O registro das espécies foi feito com base em animais visualizados e/ou registro das vocalizações emitidas pelos machos de anuros (devido à vocalização e à sua concentração nos locais de reprodução, os machos de anuros são observados com maior frequência que as fêmeas).

Para cada exemplar, espécies e populações observadas, foram anotadas informações sobre o habitat ocupado e comportamento reprodutivo (presença de casais em amplexo, vocalizações, desovas, girinos e jovens recém-metamorfoseados). A amostragem de girinos foi sistematicamente utilizada devido à importância dessa metodologia em inventários rápidos, uma vez que muitas vezes os indivíduos adultos não estão em atividade de vocalização no momento da amostragem; os girinos, por outro lado, são facilmente detectados quando estão presentes no corpo d'água (MASCARENHAS *et al*. 2015).

Como apetrechos de apoio para a busca ativa foram utilizadas lanternas de mão e de cabeça, gravadores e microfones que auxiliam no playback e memorização dos cantos, peneiras de mão para a amostragem de girinos. A captura de anfíbios adultos foi feita manualmente, ou no caso dos girinos com o auxílio peneiras de diferentes tamanhos. Para a captura de répteis, utilizaram-se ganchos e pinças para serpentes, bem como a coleta manual de lagartos.

Foto: A. Reis

Foto 158 Busca ativa diurna por girinos na lagoa do ponto H01.

Foto: A. Reis

Foto 159 Busca ativa diurna por girinos na lagoa do ponto H12.

Foto: A. Reis

Foto 160 Busca ativa noturna no riacho do ponto H13.

Foto: A. Reis

Foto 161 Busca diurna por répteis no ponto H04.

Mediante emissão da Autorização de Manejo de Fauna emitida pela SEMAD, apresentada no **Anexo 13** do presente estudo, alguns espécimes testemunho foram coletados, visando refinamento de identificações que não puderam ser confirmadas em campo. Sabe-se que alguns girinos necessitam de lupa para identificação segura (PEZZUTI *et al.* 2019b), sendo necessária sua coleta. Os espécimes coletados foram anestesiados e eutanasiados em Lidocaína 5%, segundo as diretrizes do CONCEA (2015), fixados em formalina 10% e preservados em álcool etílico 70%, com exceção dos girinos que foram mantidos em formalina 10%. Este material foi depositado na coleção herpetológica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), cuja carta de tombamento é apresentada no **Anexo 16**. A determinação taxonômica dos espécimes se baseou em descrições, chaves taxonômicas e comparações de vocalizações (PEZZUTI *et al*. 2019a, b; SILVEIRA *et al.* 2010; 2019). A classificação taxonômica e nomenclatura dos anfíbios seguiu a lista disponível em LEITE *et al*. (2019a) e a dos répteis UETZ *et al*. (2020).

11.6.2.2.4.2 Encontros Ocasionais (EO)

Registros ocasionais, oportunísticos, assim como os registros por terceiros, ou seja, registros realizados por outras equipes envolvidas no estudo, também foram considerados para efeito de riqueza de espécies e dados qualitativos, não entrando em análises estatísticas, descritas a seguir.

11.6.2.2.5 Análise dos dados

Para composição da lista de espécies de anfíbios e répteis presentes na AEL e Área do Projeto, foram utilizados os resultados obtidos através da coleta de dados primários e registros ocasionais feitos por outras equipes ao longo das campanhas de campo. Além disso, objetivando-se compilar de forma mais completa a composição e riqueza da herpetofauna local, foram utilizados dados secundários disponíveis para os limites da AEL. São eles:

- Monitoramento da Fauna Minas Centrais Vale (BIOMA, 2010).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2010 a 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna para LI da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2012).
- Programa de Monitoramento de Fauna para LO da Mina de Água Lima (BIOMA, 2014 a 2016).
- Relatório e Plano de Controle Ambiental: Empilhamento Drenado, Vale do Rio das Cobras (Disposição de Rejeitos das Espirais) - Complexo de Água Limpa (TECISAN, 2006).
- Acompanhamento da Supressão Vegetal e Salvamento da Fauna da Cava Cururu, Mina de Água de Lima (NICHO, 2008).

Os dados secundários foram utilizados de forma qualitativa para subsidiar discussões mais completas sobre táxons que apresentaram importância para a conservação.

A ocorrência de espécies oficialmente ameaçadas de extinção seguiu a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de extinção (IUCN, 2021), a Lista Vermelha das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA 2014), a Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Minas Gerais (COPAM, DN n.º 147/2010), Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção – PAN (ICMBIO) e a lista da convenção sobre o comércio de espécies ameaçadas de extinção (CITES, 2019). Espécies oficialmente ameaçadas de extinção, endêmicas com distribuição restrita, regionalmente raras, ou de *status* taxonômico incerto, foram destacadas no diagnóstico, apenas quando contidas nos dados primários. Informações sobre distribuição geográfica das espécies foram obtidas por bibliografia.

Para cada espécie registrada por dados primários, foi anotado o método de registro, a área de ocorrência, o tipo de ambiente e a fisionomia vegetal em que foi registrada, as unidades amostrais e a campanha em que ocorreu o registro.

Com o objetivo de avaliar a eficiência do esforço amostral das duas campanhas, foi gerada uma curva de acumulação de espécies ou de rarefação e estimada a riqueza das espécies da herpetofauna através do estimador não-paramétrico Jackknife de primeira ordem (PALMER, 1990), considerando-se os dados obtidos através das metodologias padronizadas de procura ativa e zoofonia nas 14 unidades amostrais. Este índice estima a riqueza absoluta somando-se a riqueza observada à um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras e do número de amostras, de acordo com a fórmula:

$$S_{jack1} = S_{obs} + Q_1\left(\frac{m-1}{m}\right)$$

Na qual: Sobs = riqueza observada; Q1 = número de espécies que ocorrem em apenas uma amostra; m = número de amostras. Cada curva foi gerada a partir de 1000 adições aleatórias das amostras, utilizando-se os programas EstimateS 9.1 (COLWELL, 2013) e Excel. Para elaboração da curva de acumulação de espécies não foram considerados os registros por terceiros ou de encontros oportunísticos, somente os registros realizados através das metodologias padronizadas de procura ativa e zoofonia.

Para a comparação da similaridade de composição entre AEL e Área do Projeto foi utilizado o índice de distância de Jaccard (SJ) que expressa a semelhança entre as áreas, baseando-se na presença e ausência de espécies.

Além disso, uma análise de similaridade de *cluster* entre as 14 áreas amostrais, foi realizada no software Past, utilizando o índice de similaridade euclidiana e algoritmo de *single linkage*.

A diversidade da herpetofauna foi calculada por meio dos índices de Shannon (H') utilizando o software Past. Já a Equitabilidade, expressa a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, isto é, indica se as diferentes espécies possuem abundância (número de indivíduos) semelhantes ou divergentes. A equitabilidade de Pielou é expressa pela seguinte equação:

J' = H' observado / H' máximo

Na qual: H' máximo = diversidade máxima possível que pode ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância. (H' máximo = log S), S= número total de espécies.

Tais análises foram feitas exclusivamente para os anfíbios, já que foram registradas apenas três espécies répteis nas amostragens sistemáticas de busca ativa. Desta forma, os dados primários de répteis foram tratados no presente estudo de forma qualitativa.

11.6.2.2.6 Caracterização da Herpetofauna das Áreas de Estudo Local e do Projeto

11.6.2.2.6.1 Composição e distribuição

11.6.2.2.6.1.1 Anfíbios

Quarenta espécies de anfíbios anuros pertencentes a dez famílias foram registradas através dos dados primários e secundários na AEL do Projeto. Dessas, 31 (78%) foram registradas por dados primários. A família Hylidae foi a mais bem representada, com 19 táxons, correspondendo a 48% do total de espécies registradas. Leptodactylidae foi representada por 10 espécies (25%); Brachycephalidae foi representada por três espécies (7%), Phyllomedusidae por duas (5%); Bufonidae, Craugastoridae, Cycloramphidae, Hylodidae e Microhylidae por uma espécie cada (3%). Nenhuma espécie pertencente à ordem Gymnophiona (cobras-cegas) foi encontrada, provavelmente devido a seu hábito fossorial o que dificulta o seu registro. As espécies registradas, a fonte da informação (dados secundários), as unidades amostrais onde o registro foi efetuado através dos dados primários, a distribuição geográfica, bem como o status de conservação de cada uma das espécies, podem ser observadas no Quadro 150.

Quadro 150 Lista das espécies de anfíbios composta pelos registros de campo (dados primários) e dados secundários consultados para a AEL do Projeto.

Legenda: MA = Distribuição: Endêmica da Mata Atlântica; QF: Endêmica do Quadrilátero Ferrífero. **Status de Conservação** MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" não avaliada. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "-":não incluída nos anexos da CITES. **Fonte:** (1 - Monitoramento da Fauna Minas Centrais Vale; BIOMA, 2010. 2 - Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa; BIOMA, 2010 a 2015. 3 - Programa de Monitoramento de Fauna para LI da Mina de Água Limpa; BIOMA, 2012. 4 - Programa de Monitoramento de Fauna para LO da Mina de Água Lima; BIOMA, 2014 a 2016. 5 - Relatório e Plano de Controle Ambiental: Empilhamento Drenado, Vale do Rio das Cobras, Disposição de Rejeitos das Espirais, Complexo de Água Limpa; TECISAN, 2006. 6 - Acompanhamento da Supressão Vegetal e Salvamento da Fauna da Cava Cururu, Mina de Água de Lima; NICHO, 2008).

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte – dados secundários	Unidades amostrais – dados primários	Distribuição	Status de Conservação			CITES
							MG	BR	Global	
Anura	Bufonidae	*Rhinella* gr. *crucifer*	sapo-cururu	2, 3, 4	H01, H03, H05, H11	MA	-	-	-	-
	Brachycephalidae	*Ischnocnema izecksohni*	rã-de-folhiço	2, 3, 4	H011, H13	MA	-	-	DD	-
		Ischnocnema juipoca	rã-de-folhiço	3	H013	-	-	-	-	-
		Ischnocnema surda	rã-de-folhiço	3	-	MA	-	-	-	-
	Craugastoridae	*Haddadus binotatus*	rã-de-folhiço	1, 2, 3, 4	H03. H06, H13	MA	-	-	-	-
	Cycloramphidae	*Thoropa miliaris*	rã-da-pedra	2, 3	H03	MA	-	-	-	-
	Hylidae	*Aplastodiscus cavicola*	perereca-verde	1, 2, 3, 4	H05, H06	MA	-	-	QA	-
		Boana albomarginata	perereca-verde	3	-	MA	-	-	-	-
		Boana albopunctata	perereca-carneiro	2, 3, 4	H01, H05, H12	-	-	-	-	-
		Boana crepitans	perereca	2, 4	H01, H05, H11, H14	-	-	-	-	-
		Boana faber	perereca-martelo	2, 3, 4, 5	H01, H04, H05, H12, H13	MA	-	-	-	-
		Boana pardalis	perereca	2, 4	H05, H06, H011, H13, H14	MA	-	-	-	-
		Boana polytaenia	perereca-de-pijama	1, 2, 3, 4, 5	H01, H05, H11, H14	MA	-	-	-	-
		Boana semilineata	perereca	2, 4	H01, H05, H14	MA	-	-	-	-
		Bokermannohyla gr. *circumdata*	perereca	2, 4	H03	-	-	-	-	-
		Bokermannohyla aff. *nanuzae*	perereca	2	-	-				
		Dendropsophus decipiens	pererequinha	3	-	MA	-	-	-	-

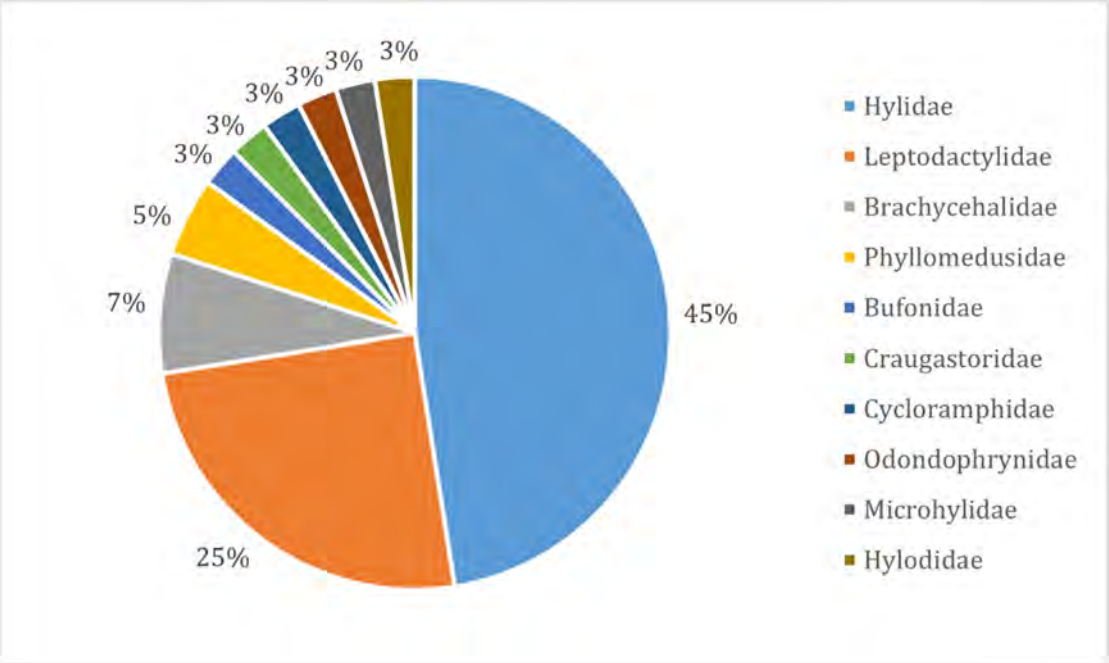
Legenda: MA = Distribuição: Endêmica da Mata Atlântica; QF: Endêmica do Quadrilátero Ferrífero. **Status de Conservação** MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" não avaliada. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "-":não incluída nos anexos da CITES. **Fonte:** (1 - Monitoramento da Fauna Minas Centrais Vale; BIOMA, 2010. 2 - Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa; BIOMA, 2010 a 2015. 3 - Programa de Monitoramento de Fauna para LI da Mina de Água Limpa; BIOMA, 2012. 4 - Programa de Monitoramento de Fauna para LO da Mina de Água Lima; BIOMA, 2014 a 2016. 5 - Relatório e Plano de Controle Ambiental: Empilhamento Drenado, Vale do Rio das Cobras, Disposição de Rejeitos das Espirais, Complexo de Água Limpa; TECISAN, 2006. 6 - Acompanhamento da Supressão Vegetal e Salvamento da Fauna da Cava Cururu, Mina de Água de Lima; NICHO, 2008).

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte – dados secundários	Unidades amostrais – dados primários	Distribuição	Status de Conservação			CITES
							MG	BR	Global	
Anura	Hylidae	*Dendropsophus elegans*	perereca-de-moldura	2, 4	H01, H05, H11, H14	MA	-	-	-	-
		Dendropsophus giesleri	pererequinha	2	-	MA	-	-	-	-
		Dendropsophus minutus	pererequinha	1, 2, 3, 4, 5	H01, H05, H10, H12	-	-	-	-	-
		Dendropsophus rubicundulus	pererequinha	2, 3, 4	H01	MA	-	-	-	-
		Ololygon luizotavioi	pererequinha	1, 3, 4	H06, H10	MA	-	-	-	-
		Scinax aff. *perereca*	perereca	1, 2	H01, H05	-	-	-	-	-
		Scinax fuscovarius	Perereca-de-banheiro	3, 4	-	-	-	-	-	-
		Scinax fuscomarginatus	perereca	3, 4	H01	-	-	-	-	-
	Hylodidae	*Hylodes uai*	rã-do-dia	4	H03	MA, QF	-	-	DD	-
	Leptodactylidae	*Adenomera thomei*	rãzinha	-	H02 H08, H10, H13	MA	-	-	-	-
		Leptodactylus labyrinthicus	rã-pimenta	2, 3, 4	H11	-	-	-	-	-
		Leptodactylus latrans	rã-manteiga	2, 3, 4	H12	-	-	-	-	-
		Leptodactylus mystacinus	rã	2, 3, 4	H02, H08, H11, H14	MA	-	-	-	-
		Leptodactylus furnarius	rã	4	-	-	-	-	-	-
		Leptodactylus fuscus	rã-assobiadeira	2, 3, 4	H01, H05, H14	-	-	-	-	-
		Physalaemus aff. *obtectus*	rãzinha	3	-	MA	-	-	-	-
		Physalaemus cuvieri	rã-cachorro	2, 4	H01, H05, H14	-	-	-	-	-
		Physalaemus orophilus	rãzinha	3	H05	MA	-	-	-	-
		Physalaemus signifer	rãzinha	5	-	MA	-	-	-	-

Legenda: MA = Distribuição: Endêmica da Mata Atlântica; QF: Endêmica do Quadrilátero Ferrífero. **Status de Conservação** MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" não avaliada. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "-":não incluída nos anexos da CITES. **Fonte:** (1 - Monitoramento da Fauna Minas Centrais Vale; BIOMA, 2010. 2 - Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa; BIOMA, 2010 a 2015. 3 - Programa de Monitoramento de Fauna para LI da Mina de Água Limpa; BIOMA, 2012. 4 - Programa de Monitoramento de Fauna para LO da Mina de Água Lima; BIOMA, 2014 a 2016. 5 - Relatório e Plano de Controle Ambiental: Empilhamento Drenado, Vale do Rio das Cobras, Disposição de Rejeitos das Espirais, Complexo de Água Limpa; TECISAN, 2006. 6 - Acompanhamento da Supressão Vegetal e Salvamento da Fauna da Cava Cururu, Mina de Água de Lima; NICHO, 2008).

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte – dados secundários	Unidades amostrais – dados primários	Distribuição	Status de Conservação			CITES
							MG	BR	Global	
Anura	Microhylidae	*Chiasmocleis* cf. *mantiqueira*	rãzinha	-	H10	MA	-	-	-	-
	Odontophrynidae	*Odontophrynus cultripes*	sapo	2, 3, 4, 5	H12	-	-	-	-	-
	Phyllomedusidae	*Phyllomedusa burmeisteri*	perereca-macaco	2	H01, H10, H05, H12, H14	MA	-	-	-	-
		Pithecopus rohdei	perereca-das-folhagens	2, 3	H10	MA	-	-	-	-

Figura 175 Distribuição das espécies em relação às famílias de anfíbios anuros registradas por dados primários e secundários da AEL no levantamento da herpetofauna da AEL do Projeto



Fonte: Sete, 2020.

Doze das 40 (30%) espécies de anfíbios anuros registradas na AEL são comuns e de ampla distribuição geográfica, ocorrendo em mais de um bioma (i.e., *Boana albopunctata*, *B. crepitans*, *Dendropsophus minutus*, *Scinax fuscomarginatus*, *S. fuscovarius*, *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *L. furnarius*, *L. fuscus*, *Physalaemus cuvieri*, *Odontophrynus cultripes*, *Ischnocnema juipoca*). Outras 11 (27%), apesar de típicas da Mata Atlântica, são frequentemente associadas a ambientes abertos e ecologicamente pouco relevantes e, por isso, ocorrem comumente ao longo do bioma (i.e., *Boana albomarginata*, *B. pardalis*, *B. semilineata*, *B. polytaenia*, *B. faber*, *Dendropsophus decipiens*, *D. elegans*, *D. rubicundulus*, *D. minutus*, *Leptodactylus mystacinus*, *Phyllomedusa burmeisteri*, *Rhinella* gr. *crucifer*) merecendo assim pouca preocupação quanto à sua conservação. De acordo com levantamento de dados primários, a maioria dessas espécies foi registrada em atividade reprodutiva, em grande abundância, em diferentes tipos de corpos d'água, como riachos e brejos, nas principais fitofisionomias presentes na AEL e Área do projeto, incluindo FESD em estágio inicial de regeneração e eucaliptais não manejados.

Considerando os dados primários, as espécies mais bem distribuídas entre os pontos de amostragem foram *Boana pardalis*, *Phyllomedusa burmeisteri*, que ocorreram em cinco das 14 unidades amostrais de busca ativa. As demais espécies de *Boana*, as espécies de *Dendropsophus*, *Adenomera thomei*, *Haddadus binotatus*, *Leptodactylus mystacinus* e *Rhinella* gr. *crucifer* ocorreram em três ou quatro unidades amostrais e, também, podem ser consideradas relativamente bem distribuídas na AEL. As demais espécies foram pouco frequentes na AEL (ocorrência em uma ou duas unidades amostrais). Alguns desses registros devem estar mais relacionados à ausência ou baixa atividade de vocalização destas espécies durante os dias de realização das campanhas, do que com a sua raridade propriamente dita. Já outras espécies de distribuição menos ampla apresentam tal característica por serem mais especialistas a determinados tipos de ambientes (e.g. *Aplastodiscus cavicola*, *Bokermannohyla* aff. *circumdata*, *Chiasmocleis* cf. *mantiqueira*., *Hylodes uai*, *Thoropa miliaris, Physalaemus orophilus*; ver tópico "Status de conservação e espécies bioindicadoras").A seguir são apresentados registros fotográficos dos exemplares registrados durante as atividades de campo (Foto 162 a Foto 186).

Foto: T. Pezzuti

Foto 162 *Haddadus binotatus* registrado no ponto H03.

Foto: T. Pezzuti

Foto 163 *Rhinella* gr. *crucifer* registrado no ponto H01.

Foto: T. Pezzuti

Foto 164 *Thoropa miliaris* registrada no ponto H03.

Foto: T. Pezzuti

Foto 165 *Aplastodiscus cavicola* registrada no ponto H06.

Foto: T. Pezzuti

Foto 166 ***Boana crepitans*** **registrada no ponto H01.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 167 ***Boana crepitans*** **(girino) registrado no ponto H14.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 168 ***Boana pardalis*** **registrada no ponto H13.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 169 ***Boana polytaenia*** **registrada no ponto H11.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 170 ***Boana faber*** **registrada no ponto H05.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 171 ***Boana semilineata*** **registrada no ponto H01.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 172 ***Boana semilineata*** **(cardume de girinos) registrada no ponto H01.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 173 ***Dendropsophus elegans*** **fotografada no ponto H5.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 174 ***Dendropsophus minutus*** **registrada no ponto H01.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 175 Ololygon luizotavioi registrada no H06.

Foto: T. Pezzuti

Foto 176 ***Bokermannohyla*** **gr.** ***circumdata*** **registrada no ponto H03.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 177 ***Hylodes uai*** **(imago) registrado no ponto H03.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 178 Leptodactylus labyrinthichus registrado no ponto H11.

Foto: T. Pezzuti

Foto 179 *Leptodactylus fuscus* registrado no ponto H01.

Foto: T. Pezzuti

Foto 180 *Phyllomedusa burmeisteri* registrada no ponto H12.

Foto: T. Pezzuti

Foto 181 *Pithecopus rohdei* registrada no ponto H10.

Foto: T. Pezzuti

Foto 182 *Hylodes uai* (Girino) registrado no ponto H03.

Foto: T. Pezzuti

Foto 183 *Ololygon luizotavioi* (Girino) registrado no ponto H10.

Foto: T. Pezzuti

Foto 184 ***Pithecopus rohdei*** **(Girino) registrado no ponto H010.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 185 ***Phyllomedusa burmeisteri*** **(Girino) registrado no ponto H010.**

Foto: T. Pezzuti

Foto 186 ***Chiasmocleis*** **cf.** ***mantiqueira*** **(Girino) registrado no ponto H10.**

As espécies de anfíbios com ampla distribuição e associadas a ambientes abertos e ecologicamente pouco relevantes foram, em geral, registradas nas duas campanhas e estavam em atividade de vocalização, sendo as espécies mais abundantes nos transectos realizados (e.g. *B. albopunctata*, *B. crepitans*, *B. pardalis*, *B. semilineata*, *Dendropsophus elegans*, *D. minutus*, *Phyllomedusa burmeisteri*, *P. cuvieri*).

As espécies mais raras em relação à distribuição foram, também, as menos abundantes quanto ao número de indivíduos detectados (e.g. *Aplastodiscus cavicola*, *Bokermannohyla* aff. *circumdata*, *Chiasmocleis* cf. *mantiqueira*, *Hylodes uai*, *Thoropa miliaris, Physalaemus orophilus*, *Pithecopus rohdei*, *O. luizotavioi*).

Foram coletados lotes de girinos de *Chiasmocleis* cf. *mantiqueira*, *Hylodes uai*, *P. rohdei*, *O. luizotavioi* e *B. semilineata*, os quais tiveram suas identificações confirmadas em laboratório e tombados na Coleção Herpetológica do centro de Coleções da Universidade Federal de Minas Gerais, conforme previsto na Autorização vigente. O material foi encaminhado para tombamento na instituição, cuja carta é apresentada no **Anexo 16**.

Physalaemus aff. *obtectus* é uma espécie que vem sendo registrada por diversos estudos na região oeste do Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al*. 2019; BdBio), incluindo áreas de conservação RPPN Horto Alegria e Fazenda Patrimônio em Mariana RPPN Mata São José, em Itabira (SILVEIRA *et al.* 2019). Vale pontuar, ainda, que este mesmo táxon recebe a denominação *P. crombiei* em alguns outros estudos realizados na região (MASCARENHAS *et al*. 2015; SILVEIRA *et al*. 2019). As diferenças de denominação dessa espécie existem em função da existência de dúvidas taxonômicas, indicando a necessidade de maior investigação com as devidas comparações com outras espécies do grupo de *P*. *signifer*.

11.6.2.2.6.1.2 Répteis

Treze espécies de répteis da ordem Squamata foram registrados através dos dados primários e secundários na AEL do Projeto. Dessas, duas espécies são da família Amphisbaenidae, seis são lagartos das famílias Anguidae (1 spp.), Gymnophthalmidae (1 spp.), Leiosauridae (1 spp.), Teiidae (2 spp.) e Tropiduridae (1 spp.) e cinco são serpentes das famílias Dipsadidae (2 spp.) e Viperidae (3 spp.). Apenas quatro dessas espécies foram registradas por dados primários, uma delas por registro ocasional. As espécies registradas, a fonte da informação (dados secundários), as unidades amostrais onde o registro foi efetuado através dos dados primários, a distribuição geográfica, bem como o status de conservação de cada uma das espécies, podem ser observadas no Quadro 151.

Quadro 151 Lista das espécies de répteis registradas através da coleta de dados primários e secundários no levantamento da herpetofauna da AEL do Projeto.

Legenda: Unidades Amostrais: RO = Registro ocasional. Distribuição: MA = Endêmica da Mata Atlântica. Status de Ameaça:- MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" não avaliada. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "-":não incluída nos anexos da CITES. Fonte (1 - Monitoramento da Fauna Minas Centrais Vale; BIOMA, 2010. 2 - Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa; BIOMA, 2010 a 2015. 3 - Programa de Monitoramento de Fauna para LI da Mina de Água Limpa; BIOMA, 2012. 4 - Programa de Monitoramento de Fauna para LO da Mina de Água Lima; BIOMA, 2014 a 2016. 5 - Relatório e Plano de Controle Ambiental: Empilhamento Drenado, Vale do Rio das Cobras, Disposição de Rejeitos das Espirais, Complexo de Água Limpa; TECISAN, 2006. 6 - Acompanhamento da Supressão Vegetal e Salvamento da Fauna da Cava Cururu, Mina de Água de Lima; NICHO, 2008).

Ordem	Família	Nome Científico	Nome Popular	Fonte	Unidades amostrais – dados primários	Distribuição	Status de Conservação			CITES
							MG	BR	Global	
Squamata	Amphisbaenidae	*Amphisbaena alba*	cobra-de-duas-cabeças	3, 5, 6	-	-	-	-	-	-
		Leposternon microcephalum	cobra-de-duas-cabeças	4	-	-	-	-	-	-
	Gymnophthalmidae	*Ecpleopus gaudichaudii*	calango	2, 3, 4	-	MA	-	-	-	-
	Anguidae	*Ophiodes striatus*	Cobra-de-vidro	3	-	-	-	-	-	-
	Leiosauridae	*Enyalius bilineatus*	camaleãozinho-de-duas-listras	2, 3, 4	H06	-	-	-	-	-
	Teiidae	*Ameiva ameiva*	Calando-verde	2, 3, 4	-	-	-	-	-	-
		Salvator merianae	Teiú		RO	-	-	-	-	II
	Tropiduridae	*Tropidurus torquatus*	calango	1, 2, 3, 4, 5	-	-	-	-	-	-
	Dipsadidae	*Oxyrhopus clathratus*	Falsa-coral	2	-	-	-	-	-	-
		Oxyrhopus guibei	Falsa-coral	2	-	-	-	-	-	-
	Viperidae	*Bothrops jararaca*	jararaca	3	H05	MA	-	-	-	-
		Bothrops neuwied	jararaca	6	-	-	-	-	-	-
		Crotalus durissus	cascavel	-	H06	-	-	-	-	III

A grande maioria das espécies registradas na AEL por dados primários e secundários é comum e possui distribuição geográfica relativamente ampla (COSTA & BÉRNILS 2018), podendo habitar áreas florestais, assim como bordas de florestas. Algumas delas são, inclusive, comumente associadas a ambientes abertos e ecologicamente pouco relevantes, ocasionando em pouca preocupação quanto à sua conservação (e.g., *Ameiva ameiva*, *Crotalus durissus*, *Salvator merianae*, *Tropidurus torquatus*).

Os lagartos *Enyalius bilineatus* e *Ecpleopus gaudichaudii* e a serpente *Bothrops jararaca* são espécies geralmente relacionadas a fragmentos florestais em variados estágios de sucessão. *Enyalius bilineatus* ocorre nos estados do sudeste brasileiro, Bahia, Goiás e Distrito Federal, *Ecpleopus gaudichaudii* nos estados do sudeste e Santa Catarina, enquanto *B. jararaca* tem ampla distribuição no sudeste e sul do país (COSTA & BÉRNILS 2018).

As espécies peçonhentas da Família Viperidae, *Bothrops jararaca*, *B. neuwied*, *Crotalus durissus*, são comuns no Quadrilátero Ferrífero, bem como no sudeste brasileiro. *Bothrops jararaca* e *Crotalus durissus* foram registradas respectivamente nos pontos H05 e H06, na Área do Projeto. *Bothrops jararaca*, foi registrada por dois indivíduos jovens, um na campanha da estação seca e outro na chuvosa, em ambiente florestal, às margens da lagoa do ponto H05. *Crotalus durissus*, também foi registrada na borda do fragmento florestal do ponto H06. Essas espécies possuem grande importância médica, devido ao potencial de causarem acidentes e por isso merecem atenção (ver tópico Espécies cinegéticas e/ou de interesse médico).

Foto: Foto: T. Pezzuti

Foto 187 *Bothrops jararaca* registrada no ponto H05.

Foto: Foto: T. Pezzuti

Foto 188 *Crotalus durissus* registrada no ponto H06.

Ameiva ameiva, Salvator merianae e *Tropidurus torquatus*, são comuns, amplamente distribuídas (COSTA & BÉRNILS, 2018), podendo habitar tanto áreas florestais, quanto ambientes abertos e ecologicamente pouco relevantes, merecendo assim pequena preocupação quanto à sua conservação. No presente trabalho, apenas *Salvator merianae* foi observada ocasionalmente nas estradas de acesso para a barragem do Diogo.

Nenhuma espécie pertencente aos grupos Quelônia e Crocodylia foi registrada.

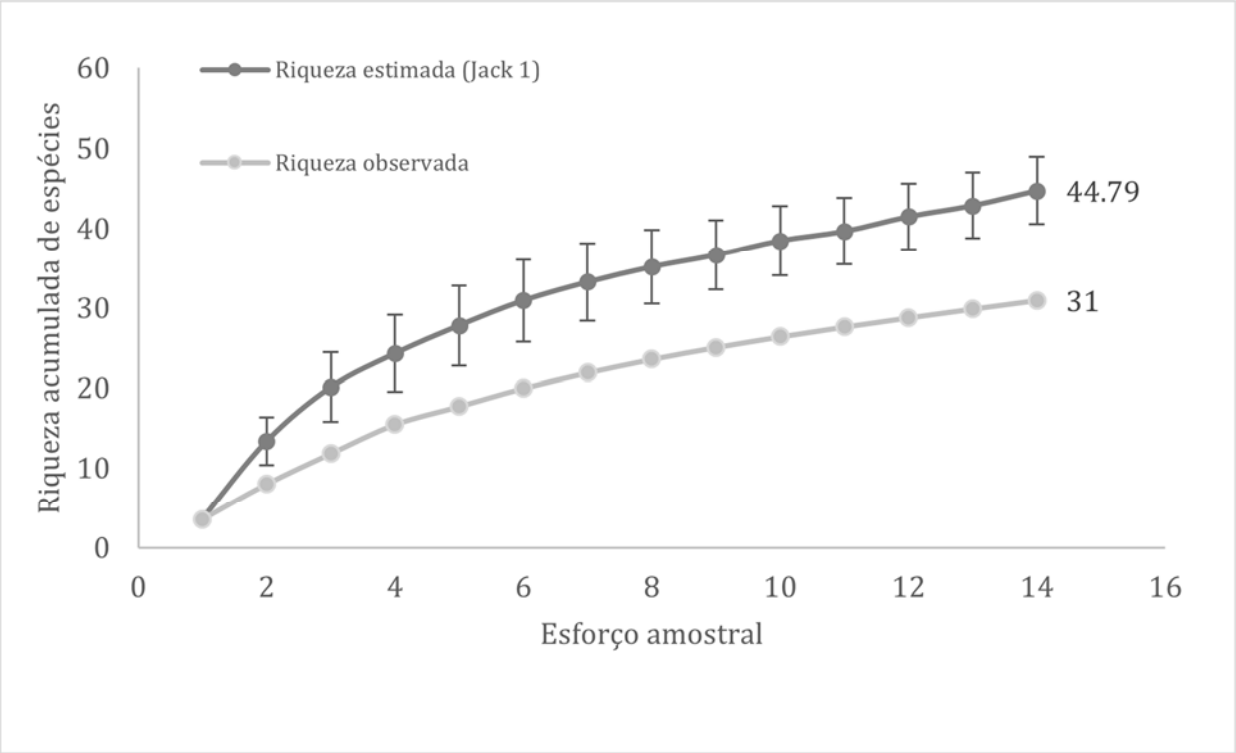
O pequeno número de espécies de répteis registrado na área de estudo, deve-se à dificuldade na amostragem de répteis em curtos períodos, aliado ao fato de que répteis apresentam muitas vezes hábitos crípticos (e.g. espécies fossoriais) e são naturalmente mais raros, quando comparados aos anfíbios, por exemplo. Contudo, baseado na distribuição geográfica e em características e requerimentos ecológicos e ambientais, é possível que outras espécies regionalmente comuns (ver diagnóstico da AER) ocorram na AEL e Área do Projeto.

11.6.2.2.6.2 Suficiência amostral

Através da coleta de dados primários de busca ativa (i.e., não considerando registros ocasionais) nas duas campanhas, foram registradas 31 espécies de anfíbios na AEL e Área do Projeto. De acordo com a curva de acumulação de espécies, observa-se um aumento progressivo do número acumulado de espécies registradas por busca ativa, com o aumento das unidades amostrais realizadas. Não houve uma tendência à estabilização da curva, indicando que o aumento do esforço amostral possivelmente acarretaria um acréscimo de outras espécies. Tal dado é esperado, visto que há espécies que foram registradas para a AEL por meio de dados secundários, mas que não foram verificadas em campo durante as amostragens para o presente EIA.

A riqueza estimada pelo índice de Jackknife1 foi de 44.79 espécies, com desvio padrão de 4.1, corroborando o potencial da área em abrigar mais espécies da herpetofauna. Pode-se considerar, portanto, que a comunidade de anfíbios registrada por dados primários não representa a totalidade da comunidade esperada para a AEL e Área do Projeto.

Figura 176 Curva de acumulação de espécies da herpetofauna e estimador de riqueza (Jackknife 1). As barras correspondem ao desvio-padrão. Riqueza observada de 31 espécies de anfíbios obtidas através de métodos sistemáticos (i.e. excluindo registros ocasionais) e riqueza estimada em 44.79 ± 4.1 espécies

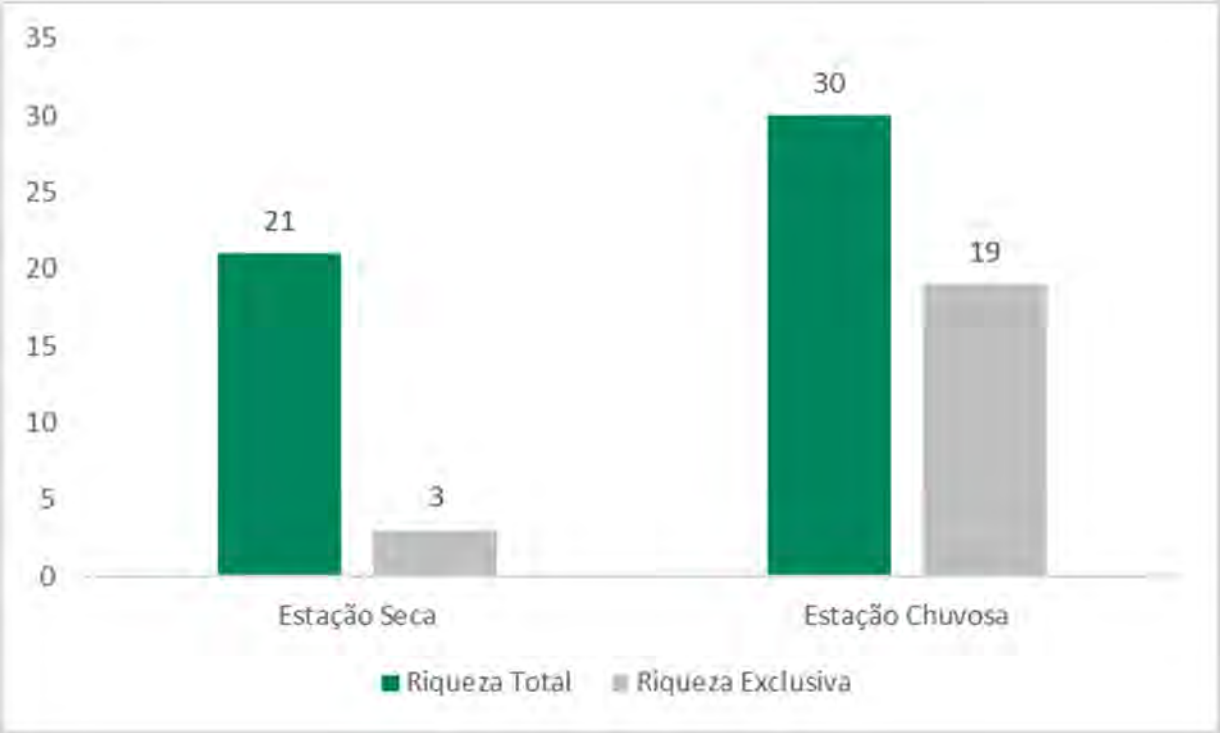


Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.2.6.3 Sazonalidade

Das 34 espécies da herpetofauna registradas por meio dos dados sistemáticos de busca ativa para a AEL e Área do Projeto, 21 foram registradas na campanha da estação seca e 30 na estação chuvosa. O aumento do número de espécies registradas na estação chuvosa é esperado, já que a maior parte dos anfíbios tem atividade reprodutiva concentrada nessa época do ano (CANELAS & BERTOLUCI 2007). As espécies registradas exclusivamente na campanha chuvosa foram *Adenomera thomei*, *Bokermannohyla* gr. *circumdata*, *Chiasmocleis* cf. *mantiqueira*, *Leptodactylus mystacinus*, *L. labyrinthicus*, *Pithecopus rohdei, Physalaemus orophilus*, *Odontophrynus cultripes*, *Ischnocnema izecksohni* e *I. juipoca*, as quais são típicas desse período do ano e geralmente, com exceção de *Ischnocnema izecksohni* e *I. juipoca*, apresentam curto período de desenvolvimento larval, dificultando qualquer tipo de registro nos meses mais secos e frios do ano (CANELAS & BERTOLUCI 2007; T. L. Pezzuti, observação pessoal).

Figura 177 Riqueza total e exclusiva por campanha registrada durante as amostragens da herpetofauna para o Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.2.6.4 Comparação entre áreas amostrais

As Áreas de Estudo Local e do Projeto apresentam similaridade de 51% em relação á espécies da herpetofauna (índice de similaridade de Jaccard = 0.51, o que corresponde a 16 espécies ocorrendo exclusivamente em uma das áreas). Esse número reflete o compartilhamento parcial de espécies de répteis e anfíbios entre essas áreas.

Destacam-se entre as espécies exclusivas da Área do Projeto, *Aplastodiscus cavicola* e *Physalaemus orophilus*, importantes para a conservação (ver tópico "Status de conservação e espécies bioindicadoras"). Apesar dessas espécies terem ocorrido em uma única unidade amostral de busca ativa, há registro de *A. cavicola* em três pontos adicionais na AEL (BIOMA, 2012; BIOMA 2014-2016; BIOMA, 2010 a 2015) e de um ponto adicional para *Physalaemus orophilus* (BIOMA, 2012). Esses registros mostram que essas espécies se mostram bem distribuídas na AEL.

Em relação a riqueza de espécies da herpetofauna registradas nas diferentes fitofisionomias presentes nas áreas de estudo, a fitofisionomia FESD em estágio intermediário de regeneração apresentou o maior número de espécies. Esses registros reforçam a importância desses ambientes para a manutenção da herpetofauna, em sua maioria típica da Mata Atlântica. As áreas de FESD em estágio inicial de regeneração, exclusivamente amostradas na AEL, abrigam um número um pouco menor de espécies (i.e. 17), enquanto os eucaliptais não manejados, apresentaram menor riqueza dentre as fitofisionomias amostradas, tanto na AEL quanto na Área do Projeto. Para essa fitofisionomia, especificamente, não houve registros de espécies da herpetofauna nos pontos H04 (Área do Projeto), H07 e H09 (AEL), o que corrobora que são ambientes pouco favoráveis à ocorrência desses grupos.

Considerando apenas os registros dos anfíbios, dos 14 pontos de amostragem, os índices de diversidade e equitabilidade foram calculados para 11 deles, uma vez que nos pontos H07 e H09 não foram registradas espécies e o ponto H04 registrou apenas uma espécie (um indivíduo) (Quadro 152; Quadro 153). O índice de diversidade de Shannon variou de 0,673 (ponto H08) a 2,142 (ponto H05). O ponto H08 apresentou a menor riqueza e a menor abundância, o que explica seu baixo valor de diversidade. Em contrapartida, o ponto H05 foi o que apresentou a maior riqueza e a segunda maior abundância; elevando seus valores de diversidade. Quanto à equitabilidade, o menor valor foi registrado no ponto H03. Embora esse ponto não tenha apresentado a menor riqueza, seu valor mais baixo de equitabilidade se deve ao fato que sua comunidade apresentou dominância de uma única espécie; dos 20 indivíduos registrados, 12 (60%) são de *Hylodes uai*; espécie que mostrou dominância sob as outras. Já o ponto H02 apresentou o maior valor de equitabilidade (0,9957). Embora esse ponto tenha apresentado apenas duas espécies, nenhuma mostrou dominância sob a outra, com praticamente o mesmo número de indivíduos registrados. Como ressalva, análises de diversidade devem ser consideradas com cautela, já que algumas espécies podem exibir hábitos gregários ou serem naturalmente mais fáceis de registrar que outras, aumentando sua abundância durante a amostragem.

Quadro 152 Abundância da anurofauna por unidade amostral do Projeto.

Táxon	H01	H02	H03	H04	H05	H06	H08	H10	H11	H12	H13	H14	Abundância total
Boana semilineata	110	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	11	191
Dendropsophus elegans	110	-	-	-	24	-	-	-	15	-	-	29	178
Boana crepitans	39	-	-	-	14	-	-	-	5	-	-	20	78
Dendropsophus minutus	34	-	-	-	18	-	-	10	-	5	-	-	67
Boana pardalis	-	-	-	-	10	6	-	-	13	-	2	17	48
Physalaemus cuvieri	35	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	8	47
Boana albopunctata	27	-	-	-	8	-	-	-	-	4	-	-	39
Aplastodiscus cavicola	-	-	-	-	18	17	-	-	-	-	-	-	35
Boana polytaenia	6	-	-	-	12	-	-	-	6	-	-	7	31
Phyllomedusa burmeisteri	3	-	-	-	4	-	-	4	-	10	-	5	26
Boana faber	9	-	-	-	8	-	-	-	-	3	2	-	22

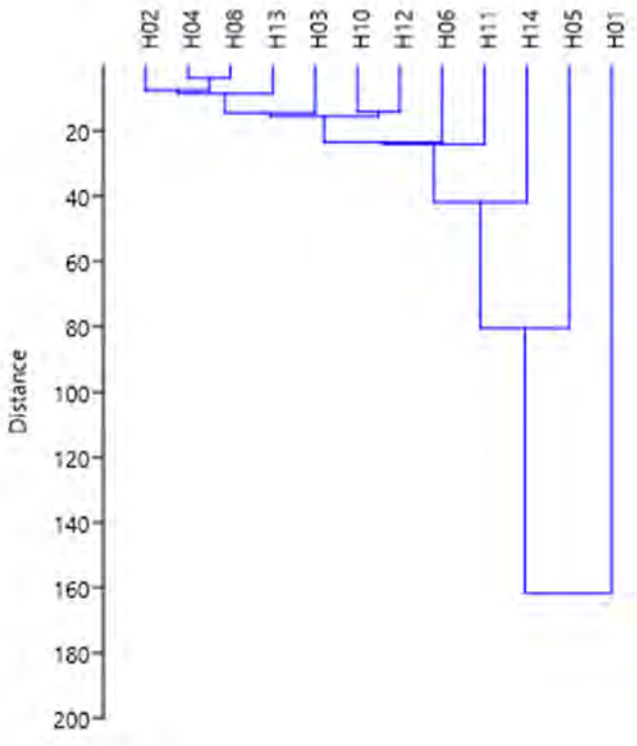
Táxon	H01	H02	H03	H04	H05	H06	H08	H10	H11	H12	H13	H14	Abundância total
Adenomera thomei	-	7	-	-	-	-	3	4	-	-	4	-	18
Leptodactylus mystacinus	-	6	-	-	-	-	2	-	3	-	-	6	17
Ololygon luizotavioi	-	-	-	-	-	12	-	4	-	-	-	-	16
Leptodactylus fuscus	3	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	4	14
Dendropsophus rubicundulus	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
Hylodes uai	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
Rhinella gr. *crucifer*	7	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	10
Haddadus binotatus	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	5	-	9
Scinax aff. *perereca*	1	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	9
Scinax fuscomarginatus	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Chiasmocleis cf. *mantiquiera*	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6
Odontophrynus cultripes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	6
Thoropa miliaris	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Ischnocnema izechzonhi	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	4
Ischnocnema juipoca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4
Leptodactylus latrans	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4
Pithecopus rohdei	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
Physalaemus orophilus	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Bokermannohyla gr. *circumdata*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Leptodactylus labyrinthichus	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Total	**404**	**13**	**20**	**1**	**212**	**37**	**5**	**31**	**46**	**28**	**19**	**107**	**923**

Quadro 153 Índices de diversidade e equitabilidade das unidades amostrais do projeto em que houve registros de anfíbios.

Índices	H01	H02	H03	H05	H06	H08	H10	H11	H12	H13	H14
Riqueza	14	2	4	16	3	2	6	8	5	6	9
Abundância	404	13	20	212	36	5	31	46	28	19	107
Shannon (H')	2,022	0,6902	1,033	2,142	1,078	0,673	1,701	1,71	1,523	1,718	1,993
Equitabilidade (J)	0,7664	0,9957	0,7452	0,8042	0,7462	0,971	0,9496	0,8225	0,9461	0,959	0,9072

A similaridade foi calculada apenas para aqueles pontos que apresentaram registro de no mínimo uma espécie de anfíbio, abarcando assim 12 dos 14 pontos amostrados (Figura 178). De acordo com a análise (feita por índice de similaridade euclidiana e algoritmo de *single linkage*), a maior semelhança das comunidades da Herpetofauna ocorreu nos pontos H04 e H08. No entanto, nesse caso essa pode ser considerada uma "falsa similaridade", uma vez que esses dois pontos compartilharam apenas ausências de espécies. O mesmo pode ser observado no agrupamento H10 e H12; das 31 espécies de anfíbios consideradas, esses dois pontos compartilham 24 ausências de espécies e apenas duas espécies em comum. Já o ponto H01 apresentou a comunidade mais díspar dentre os pontos. Isso porque o ponto H01 apresentou duas espécies exclusivas (*Dendropsophus rubicundulus* e *Scinax fuscomarginatus*), além de apresentar abundâncias altas de cinco espécies (*Boana albopunctata*, *B. crepitans*, *B. semilineata*, *Dendropsophus elegans*, *D. minutus* e *Physalaemus cuvieri*), o que o diferenciou dos demais. Por fim, as unidades amostrais são muito distintas entre si em relação à composição, riqueza e abundância, o que impossibilita qualquer correlação entre esses parâmetros e as fitofisionomias ou tipos de corpos d'agua.

Figura 178 Dendrograma de similaridade das unidades amostrais do projeto em que houve registros de anfíbios.



Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.2.6.5 Status de conservação e espécies bioindicadoras

Dentre as espécies da herpetofauna registradas na AEL, apenas uma espécie de anfíbio, *Aplastodiscus cavicola*, é classificada como quase ameaçada (QA) na lista Global (IUCN, 2021). As principais ameaças listadas para *Aplastodiscus cavicola* estão relacionadas à perda de hábitat por atividades humanas (e.g. atividades agropastoris, urbanização, mineração), e queimadas (IUCN, 2021). Apesar disso, essa espécie vem sendo registrada em diversas localidades no Quadrilátero Ferrífero, incluindo áreas antrópicas e unidades de conservação no Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al.* 2019b; SILVEIRA *et al.* 2019; Ver Diagnóstico Regional). De acordo com o levantamento por dados primários, *Aplastodiscus cavicola* ocorreu em duas unidades amostrais na AEL, dentro da área do projeto (H05, H06) e que serão diretamente afetadas pelas atividades do empreendimento. Além desses pontos, a espécie já foi registrada em três outros locais na AEL, como o fragmento florestal próximo à Barragem do Elefante, a oeste da PDE Nova Cururu e a sudeste da barragem do Diogo (BIOMA, 2012; BIOMA, 2012-2014; BIOMA, 2010-2015).

As espécies *Adenomera thomei*, *Aplastodiscus cavicola*, *Bokermannohyla* gr. *circumdata*, *Haddadus binotatus*, *Hylodes uai*, *Chiasmocleis* sp., *Ololygon luizotavioi*, *Physalaemus orophilus*, *Pithecopus rohdei*, *Thoropa miliaris* e *Scinax* aff. *perereca* apresentam em diferentes níveis, alguma dependência de ambientes florestados, sendo, portanto, indicadores desse tipo de ambiente (SILVEIRA *et al.* 2019). O registro dessas espécies diversas unidades amostrais de FESD em diferentes estágios de sucessão na AEL, corrobora a correlação dessas espécies a fisionomias florestais. Entretanto, ainda não há conhecimento empírico sobre quais são os exatos requerimentos ambientais para a manutenção de cada uma dessas espécies. É possível dizer, no entanto, através dos inúmeros registros feitos nos últimos anos (SILVEIRA *et al.* 2019; LEITE *et al*. 2019b), que *Adenomera thomei*, *Aplastodiscus cavicola*, *Bokermannohyla* gr. *circumdata*, *Haddadus binotatus*, *Ischnocnema izecksohni*, *Ololygon luizotavioi* e *Scinax* aff. *perereca* podem tolerar pequeno grau de perturbação ambiental. O mesmo não se pode afirmar para as espécies *Chiasmocleis* cf. *mantiqueira*., *Hylodes uai*, *Thoropa miliaris, Physalaemus orophilus* e *Pithecopus rohdei*, que são geralmente encontradas em ambientes florestais mais bem estruturados (SILVEIRA *et al*. 2019; LEITE *et al.* 2019b; Tiago Pezzuti: Obs. pessoal). Além disso, essas apresentam características de vida e de aspectos reprodutivos muito particulares, as quais são descritas a seguir.

Dentre as espécies da Mata Atlântica possivelmente bioindicadoras de qualidade ambiental, destaca-se *Hylodes uai*, por ser endêmica do Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al*. 2019a; SILVEIRA *et al.* 2019). Essa espécie de hábitos diurnos e associada a riachos encachoeirados em área de FESD em estágio médio ou avançado de regeneração, tem sido registrada na porção leste do Quadrilátero Ferrífero, incluindo as unidades de conservação Parque Nacional da Serra do Gandarela e RPPN Santuário do Caraça (LEITE *et al*. 2019b; SILVEIRA e*t al.* 2019). No presente estudo, *H. uai* foi registrada em uma única unidade amostral (H03), em um pequeno riacho encachoeirado, localizado em um fragmento florestal da AEL em estágio intermediário de sucessão. Ressalta-se que apesar de *H. uai* ter sido registrada por dados primários apenas no ponto H03, ela já foi registrada em outro riacho no mesmo fragmento (BIOMA, 2012; BIOMA, 2014-2016). Dessa forma, considera-se que este remanescente florestal seja importante para a manutenção dessa espécie na AEL.

Outras espécies que merecem destaque são aquelas regionalmente raras no Quadrilátero Ferrífero, constituindo essa região o limite continental de suas distribuições geográficas (i.e., *Pithecopus rohdei*, *Thoropa miliaris*, *Physalaemus orophilus*, *Chiasmocleis* cf. *mantiqueira*) (SABBAGA *et al.* 2018; DE SÁ *et al*. 2019; RAMOS *et al.* 2019; PEZZUTI *et al.* 2019c; LEITE *et al.* 2019b; SILVEIRA *et al*. 2019). Vale pontuar que, apesar de tidas como raras no QF, estas a maioria destas espécies possui ampla distribuição.

Pithecopus rohdei, corresponde a um complexo de espécies crípticas que ocorrem do sul da Bahia ao leste do estado de São Paulo (RAMOS *et al.* 2019; SILVEIRA *et al.* 2019). As populações do Quadrilátero Ferrífero pertencem à linhagem da Bacia do Rio Doce e de regiões montanhosas do estado do Espírito Santo, a qual apresenta forte estruturação genética e diferenças morfológicas. Apesar de ser uma espécie pouco conhecida em relação à aspectos de sua biologia e requerimentos ambientais, além de ser rara no Quadrilátero Ferrífero (ver LEITE *et al.* 2019b; SILVEIRA *et al*. 2019), foi registrada em pelo menos uma unidade de conservação, o Parque Estadual do Rio Doce (RAMOS *et al.* 2019; SILVEIRA *et al*. 2019). No presente estudo, *P. rohdei* foi encontrada em atividade reprodutiva em uma unidade amostral da AEL, que contempla uma poça temporária em área de FESD em estágio intermediário de regeneração (H10). *Pithecopus rohdei* já havia sido reportada na AEL no mesmo fragmento florestal (BIOMA, 2012) e em outro fragmento a oeste da PDE Nova Cururu (BIOMA, 2010-2015).

Thoropa miliaris é uma espécie com hábito rupícola (i.e., associado a afloramentos rochosos úmidos) que vive em áreas florestais. Registrada nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, incluindo unidades de conservação, como o Parque Nacional da Serra do Gandarela e RPPN Itabiruçu (SABBAG *et al.* 2018; SILVEIRA *et al*. 2019). Também foi exclusivamente registrada por dados primários no H03, em fragmento florestal estágio intermediário de sucessão na AEL. *Thoropa miliaris* já havia sido reportada por estudos anteriores na AEL do mesmo fragmento florestal (BIOMA, 2012) e em outro fragmento na área de expansão da cava de Morro Agudo na AEL (BIOMA, 2010-2015).

Physalaemus orophilus é uma espécie de rã que se reproduz em ambientes lênticos, como pequenas poças temporárias em áreas florestais (PEZZUTI *et al.* 2019c). É conhecida para a região leste de Minas Gerais, incluindo a porção leste do Quadrilátero Ferrífero. Tem sido registrada em alguns pontos próximos da Serra do Caraça, incluindo a RPPN Serra do Caraça (SILVEIRA *et al.* 2019). No presente trabalho foi registrada, por meio de sua vocalização característica (ver LEITE *et al.* 2019b) na unidade amostral H05 (Área do projeto), que será diretamente afetada pelo empreendimento. Ressalta-se que há um outro registro da espécie na AEL, a oeste da PDE Nova Cururu, segundo os dados secundários analisados (BIOMA, 2012).

Chiasmocleis cf. *mantiqueira*, registrada apenas por seus girinos na unidade amostral H10 da AEL, foi mantida com *status* taxonômico indefinido devido à impossibilidade de confirmação específica apenas por meio dos seus girinos (i.e. adultos, não se encontravam no ambiente na época das amostragens). A utilização dessa nomenclatura foi adotada como a opção mais conservadora, pelos motivos que se seguem: i) No Quadrilátero Ferrífero são conhecidas duas espécies do gênero *Chiasmocleis*, *C. albopunctata* e *C. mantiqueira* (LEITE *et al.* 2019b). Os girinos amostrados foram analisados utilizando a instrumentação necessária para análises da fase larval (i.e., lupa com uso de corantes para destaque das estruturas morfológicas). Nesta análise os exemplares se mostraram mais semelhantes aos de *C. mantiqueira* do que aos de *C. albopunctata*, visto que apresentam nadadeiras mais baixas e padrão de coloração com poucas manchas (OLIVEIRA FILHO & GIARETTA 2006; PEZZUTI *et al.* 2019b); ii) *C. albopunctata* é uma espécie típica de formações abertas do Cerrado (OLIVEIRA FILHO & GIARETTA 2006), portanto, sua ocorrência na AEL é pouco provável. Considerando, ainda, todos os dados obtidos para a AEL, nota-se grande influência da Mata Atlântica na composição de anuros no presente estudo – e que o registro de *C.* cf. *mantiqueira* foi realizado em fragmento de FESD em estágio intermediário de regeneração.

Entretanto, vale ressaltar que não houve registro dos indivíduos adultos e ou vocalizações, os quais são usualmente utilizados para a diferenciação segura das espécies do gênero (LEITE *et al.* 2019b). A dificuldade de registros dos indivíduos adultos e vocalizações do gênero *Chiasmocleis* ocorre pelo fato de serem espécies de hábito reprodutivo explosivo (i.e., reprodução concentrada em poucas noites chuvosas). Dessa forma, o registro e a identificação dos adultos seriam necessários para assegurar a identificação precisa dessa espécie. Considerando a possibilidade de que espécie seja *C. mantiqueira*, este seria o terceiro registro para o Quadrilátero Ferrífero, além daqueles feitos para duas unidades de conservação – o Parque Estadual da Serra de Ouro Branco e a Estação Ecológica do Tripuí (ver LEITE *et al.* 2019b; SILVEIRA *et al*. 2019), nos quais o táxon foi tratado como *Chiasmocleis* sp.). Ressalta-se, por fim, que *Chiasmocleis mantiqueira* tem sido registrado na Mata Atlântica em outros municípios de Minas Gerais (Serra do Brigadeiro e Ouro Branco; DE SÁ *et al.* 2019) e, também, em alguns municípios do estado de São Paulo (Desengano, Campos do Jordão e Piquete).

As espécies *Bokermannohyla* gr. *Circumdata*, *Scinax* aff. perereca, *Rhinella* gr. *Crucifer*, apesar de apresentarem *status* taxonômico incerto não são consideradas de grande importância para a conservação da anurofauna, visto que são espécies muito comuns nas adjacências da Serra do Espinhaço, onde são encontradas associadas a ambientes ecologicamente pouco relevantes (LEITE *et al.* 2019b; SILVEIRA *et al*. 2019).

Não foram registradas na AEL, por dados primários ou secundários, espécies de répteis consideradas ameaçadas de extinção, endêmicas, bioindicadoras de qualidade ambiental, ou que estão incluídas em Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção.

11.6.2.2.6.6 Espécies cinegéticas e/ou de interesse médico

As espécies peçonhentas da família Viperidae, *Bothrops jararaca* e *Crotalus durissus,* são comuns no sudeste brasileiro e possuem grande importância médica, devido ao potencial de causarem acidentes. Particularmente as serpentes do gênero *Bothrops* são responsáveis pela maioria dos acidentes ofídicos na região sudeste (RIBEIRO & JORGE 1990; BOCHNER & STRUCHINER, 2003), sendo também consideradas de interesse econômico. Os compostos bioativos das espécies da família Viperidae, além de serem utilizados para a produção de soro antiofídico, têm alto potencial de bioprospecção, produção de fármacos e outros produtos (ALVES & ALBUQUERQUE, 2013).

A cascavel *Crotalus durissus* e o lagarto *Salvator merianae* foram as únicas espécies registradas na AEL mencionadas no CITES (2019), respectivamente nas categorias III e II, por serem alvo de tráfico ou consumo, o que pode comprometer suas populações.

11.6.2.2.6.7 Diagnóstico conclusivo das Áreas de Estudo Local e do Projeto com foco na Herpetofauna

As áreas de Estudo Local e do Projeto abrigam espécies da herpetofauna, em sua maioria, típicas do bioma Mata Atlântica. Entretanto, a maior parte delas é comum e apresenta certa tolerância à pequenas alterações ambientais. A predominância de espécies generalistas reflete as condições ambientais em que se encontram as áreas AEL e Area do Projeto. A maior parte da área é constituída de ambientes aquáticos bastantes alterados, em matrizes de vegetação também com alto grau de modificação e fragmentação. Por outro lado, algumas espécies de anfíbios importantes do ponto de vista da conservação ainda são registradas em fragmentos de FESD em estágio intermediário de sucessão, em pontos da AEL (H03, H10) e Área do Projeto (H05, H06) e outros áreas previamente estudadas na AEL (i.e., dados secundários).

Aplastodiscus cavicola é classificada como quase ameaçada (QA) na lista Global (IUCN, 2021) e foi registrada por dados primários nos pontos H06 e H05, que serão diretamente afetados pelo empreendimento. A espécie também ocorre em três outros pontos na AEL, de acordo com outros estudos realizados na área. A perda de habitat e consequentemente de populações de *A. cavicola* é considerada a principal ameaça a espécie (IUCN, 2021). Entretanto, a espécie vem sendo registrada em diversas localidades no Quadrilátero Ferrífero, incluindo unidades de conservação no Quadrilátero Ferrífero (LEITE *et al.* 2019b; SILVEIRA *et al.* 2019; Ver Diagnóstico Regional). Dessa forma, a alteração dos ambientes dos pontos H05, H06 não deve considerada ameaçadora para a espécie, mas reforça a importância de que os demais ambientes em que *A. cavicola* ocorre sejam preservados ao longo de sua distribuição.

Hylodes uai, espécie endêmica do Quadrilátero Ferrífero. É provavelmente uma espécie exigente em relação aos requerimentos ambientais, já que ocorre em fragmentos florestais em estágios mais avançados de sucessão e em riachos com água cristalina e limpa. A espécie foi registrada, tanto por dados primários, quanto secundários, unicamente no fragmento do ponto H03, na AEL, corroborando que este é um fragmento importante para a fauna de anuros local. No âmbito regional, *H. uai* também tem sido registrada em diversas localidades no Quadrilátero Ferrífero, incluindo unidades de conservação (LEITE *et al.* 2019b; SILVEIRA *et al.* 2019; Ver Diagnóstico Regional).

As espécies *Thoropa miliaris*, *Physalaemus orophilus, Pithecopus rohdei*, *Chiasmocleis* cf. *mantiqueira* são espécies raras no Quadrilátero Ferrífero, que também ocorrem em fragmentos florestais em estágios mais avançados de sucessão. Com exceção de *Chiasmocleis* cf. *mantiqueira*, as demais espécies também foram registradas em outros estudos realizados na AEL (dados secundários). Como essas espécies também ocorrem fora do Quadrilátero Ferrífero, em áreas de Mata Atlântica, incluindo unidades de conservação (LEITE *et al.* 2019b; SILVEIRA *et al.* 2019; Ver Diagnóstico Regional), a implantação do empreendimento não deve ser considerada crítica para essas espécies.

De acordo com a riqueza, composição, *status* de ameaça e potencial bioindicador da herpetofauna da AEL e Área do Projeto, pode-se concluir que os ambientes de maior importância para sua conservação desses animais estão relacionados à fitofisionomia de FESD em estágios intermediários de recuperação. Em contrapartida, áreas em que predominam eucaliptais não manejados e FESD em estágio inicial de regeneração, são de menor importância para a conservação da herpetofauna local.

11.6.2.3 Mastofauna Terrestre – Mamíferos de pequeno, médio e grande porte

11.6.2.3.1 Introdução

Os mamíferos são importantes principalmente por participar da manutenção e equilíbrio dos ecossistemas (ABREU JR & KÖHLER, 2009; GALETTI *et al.*, 2010; MACHADO *et al.*, 2017). As espécies frugívoras e/ou herbívoras auxiliam na manutenção de espécies vegetais, por meio da dispersão de sementes, enquanto os carnívoros regulam as populações de herbívoros e frugívoros (TONHASCA JR., 2005; DUPRAT & ANDRIOLO, 2011). Aliado a isso, algumas espécies podem atuar como polinizadoras (SAZIMA *et al.*, 1982) ou indicadoras ambientais, refletindo a qualidade do ambiente onde ocorrem (MAZZOLLI, 2006).

Estima-se que apenas 21% da superfície terrestre mantém sua fauna de mamíferos completa (MORRISON *et al*., 2007). Sugerem-se que haverá novas extinções de mamíferos (JOHNSON *et al*., 2017), sendo as espécies de maior porte as mais predispostas ao declínio populacional (CARDILLO *et al*., 2005). No Brasil, a perda e alteração do habitat são as principais ameaças aos mamíferos terrestres, que ainda sofrem com a pressão de caça (COSTA *et al*., 2005).

A Mata Atlântica, considerada um dos 25 "*hotspots*" do planeta, apresenta uma riqueza estimada de vertebrados de 2.000 espécies, em que 270 são de mamíferos, dos quais 89 são endêmicos desse bioma (CONSERVAÇÃO INTERNATIONAL DO BRASIL *et al*., 2000; FONSECA *et al*., 2004). O Bioma Cerrado, por sua vez, apresenta uma riqueza de espécies e níveis de endemismo menores quando comparado a hábitats florestais, mas relatando uma diversidade ainda elevada com mais de 1.300 espécies (93 endêmicas) de vertebrados, das quais 195 são mamíferos (18 endêmicas) (FONSECA *et al*., 2004).

No estado de Minas Gerais, das 245 espécies de mamíferos presentes, 18,4% (45 espécies) estão categorizadas em algum nível de ameaça de extinção (COPAM, 2010). Isso se deve, principalmente a perda, degradação e fragmentação de hábitats, que vem ocorrendo de forma mais intensa e evidente nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, por apresentarem elevados níveis de endemismo, diversidade de espécies e nível de destruição de hábitats (mais de 75% da cobertura vegetal original perdida) (MYERS *et al.,* 2000). A riqueza da fauna do estado de Minas Gerais resulta da diversidade dos biomas (Mata Atlântica e Cerrado), devido a diferentes climas, solos, altitudes e tipos de vegetação do estado (PAGLIA *et al*., 2005).

De acordo com DRUMMOND *et al.* (2005) a região onde o Projeto se insere não é classificada como relevante para a mastofauna. Ainda assim, a manutenção dos fragmentos florestais remanescentes na região e a elaboração de estudos que contribuam para o conhecimento destas espécies são de grande importância para sua conservação.

11.6.2.3.2 Metodologia

Os dados secundários são importantes por servirem como um conhecimento prévio das espécies de mamíferos com ocorrência para a região, permitindo, assim, uma complementação aos dados primários coletados do âmbito deste estudo na Área de Estudo Local (AEL) e na área do Projeto em pauta.

Foram utilizadas diferentes fontes de informações para compilação da lista de espécies para a AER, tais como dissertação de mestrado, tese de doutorado e Planos de Manejo disponíveis (PAGLIA *et al*., 2005; TALAMONI *et al*., 2014; MORCATTY *et al*., 2013; TONELLI, 2017; ICMBIO, 2013; FONSECA *et al*., 1989). Estes estudos puderam complementar as informações disponibilizadas via BDBio da Vale, cujos dados foram extraídos dos seguintes estudos:

- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2010 a 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna para LI da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2012).
- Programa de Monitoramento de Fauna para LO da Mina de Água Lima (BIOMA, 2014 a 2016).

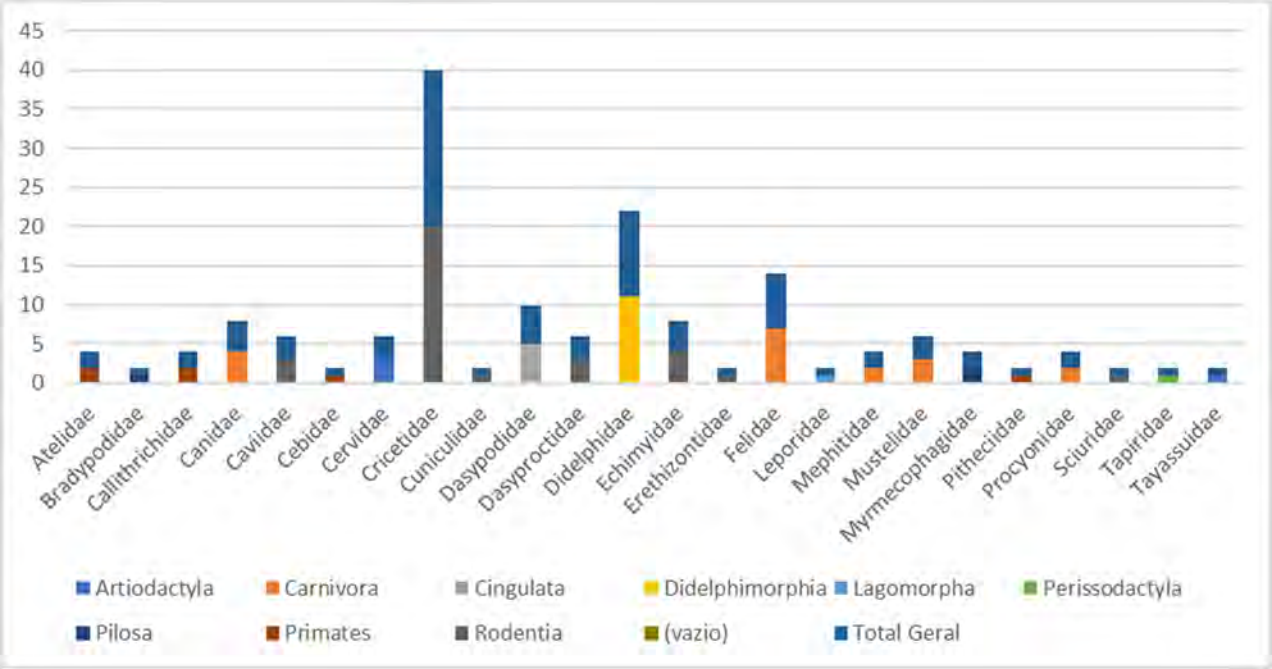
- Relatório e Plano de Controle Ambiental: Empilhamento Drenado, Vale do Rio das Cobras (Disposição de rejeitos das espirais) - Complexo de Água Limpa (TECISAN, 2006).
- Estudo de Impacto Ambiental - Aterros Hidráulicos Paliçadas Unidade Operacional de Água Limpa (DELPHI, 2006).

11.6.2.3.3 Contextualização da Mastofauna Terrestre na Área de Estudo Regional (AER)

Foram compiladas 73 espécies da mastofauna terrestre com ocorrência na AER do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**. Destas, 31 espécies representam os pequenos mamíferos terrestres (Ordens Didelphimorphia e Rodentia) e 42 espécies de mamíferos de médio e grande porte.

A Figura 179 a seguir ilustra a representatividade de cada família registrada para os dados levantados. A lista dos táxons regionais, fonte de cada registro e demais informações são apresentadas na "Lista Digital da Fauna de Potencial Ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa" – apresentada no **Anexo 14**.

Figura 179 Representatividade das famílias de mamíferos registradas para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Na lista da fauna ameaçada de extinção do Estado de Minas Gerais, 15 espécies de mamíferos terrestres, do total das listadas para a região do presente estudo, estão categorizadas em algum nível de ameaça (**Anexo 14**). Dentre elas: duas espécies constam como "criticamente em perigo" (*Speothos venaticus*, o cachorro-do-mato-vinagre e *Panthera onca*, a onça-pintada); três espécies constam como "em perigo" (*Tapirus terrestris*, a anta, *Brachyteles hypoxanthus,* o muriqui-do-norte, e *Leopardus wiedii*, o gato-maracajá); 10 espécies constam como "vulneráveis" (*Myrmecophaga tridactyla*, o tamanduá-bandeira, *Cabassous unicinctus*, o tatu-de-rabo-mole, *Pecari tajacu*, o caititu, *Trinomys moojeni*, o rato-de-espinho, *Alouatta guariba clamitans*, o bugio, *Chrysocyon brachyurus*, o lobo-guará, *Lontra longicaudis*, a lontra, *Leopardus pardalis*, a jaguatirica, *L. guttulus*, o gato-do-mato-pequeno, e *Puma concolor*, a onça-parda) (COPAM, 2010).

No âmbito nacional, 12 espécies de mamíferos terrestres, do total das listadas para a região do presente projeto, estão categorizadas em algum nível de ameaça (**Anexo 14**). Dentre elas: uma espécie consta como "criticamente em perigo" (*Brachyteles hypoxanthus,* o muriqui-do-norte); duas espécies constam como "em perigo" (*Trinomys moojeni*, o rato-de-espinho, e *Leopardus guttulus*, o gato-do-mato-pequeno); nove espécies constam como "vulneráveis" (*Myrmecophaga tridactyla*, o tamanduá-bandeira, *Tapirus terrestris*, a anta, *Chrysocyon brachyurus*, o lobo-guará, *Lycalopex vetulus*, a raposinha-do-campo, *Speothos venaticus*, o cachorro-do-mato-vinagre, *Leopardus wiedii*, o gato-maracajá, *Panthera onca*, a onça-pintada, *Herpailurus yagouaroundi*, o gato-mourisco, e *Puma concolor*, a onça-parda) (ICMBIO, 2018).

Na lista internacional (IUCN, 2021), cinco espécies de mamíferos terrestres, do total das listadas para a região do presente estudo, estão categorizadas em algum nível de ameaça. Dentre elas: uma espécie consta como "criticamente em perigo" (*Brachyteles hypoxanthus,* o muriqui-do-norte); uma espécie consta como "em perigo" (*Trinomys moojeni*, o rato-de-espinho); três espécies constam como "vulneráveis" (*Myrmecophaga tridactyla*, o tamanduá-bandeira, *Tapirus terrestris*, a anta, e *Leopardus guttulus*, o gato-do-mato-pequeno).

Ainda, segundo a IUCN (2021), sete espécies constam como "quase ameaçadas" globalmente (*Chrysocyon brachyurus*, o lobo-guará, *Speothos venaticus*, o cachorro-do-mato-vinagre, *Leopardus wiedii*,, o gato-maracajá, *Panthera onca*, a onça-pintada, *Lontra longicaudis*, a lontra, *Callicebus nigrifrons*, o guigó, *Sapajus nigritus*, o macaco-prego); duas espécies constam como "dados deficientes" (*Mazama americana*, o veado-mateiro, e *Dasyprocta azarae*, a cutia); e três espécies constam como " avaliação pendente" (*Philander quica*, a cuíca-de-quatro-olhos-cinza e *Cabassous unicinctus*, o tatu-de-rabo-mole, e *Conepatus amazonicus*, o zorrilho) (IUCN, 2021). Vale ressaltar que, essas espécies categorizadas dessa forma, apesar de não representarem espécies ameaçadas, apresentam suas categorias sempre atualizadas a cada ano, portanto, é importante o relato dessas para um acompanhamento global de suas populações.

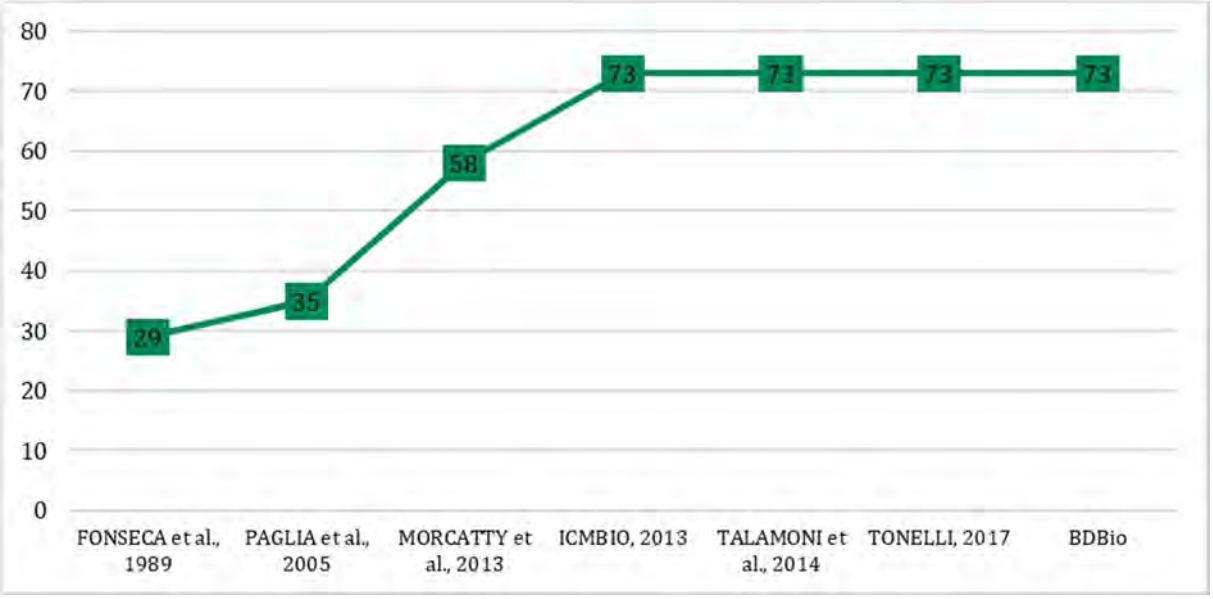
Dentre as espécies de mamíferos terrestres listadas, oito espécies constam no Apêndice I do *CheckList* de espécies do CITES (2019) e 12 espécies constam no Apêndice II da referida lista. Dentre essas, é importante citar as que seriam mais facilmente registradas nas áreas desse estudo, como por exemplo: as três espécies do gênero *Leopardus* – *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato-pequeno), *L. wiedii* (gato-maracajá) e *L. pardalis* (jaguatirica) que constam no Apêndice I, consideradas nesse *CheckList* como espécies ameaçadas de extinção; *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) e *Puma concolor* (onça-parda), que constam no Apêndice II desse *CheckList* e, portanto, representam espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência.Das espécies de mamíferos listadas para a Área de Estudo Regional (AER), destacam-se também, 18 espécies de mamíferos terrestres endêmicas do bioma Mata Atlântica, especialmente os mamíferos de pequeno porte das ordens Didelphimorphia e Rodentia (PAGLIA *et al.*, 2012; QUINTELA *et al.*, 2020).Dentre as espécies levantadas no presente diagnóstico é importante destacar aquelas que apresentam importância epidemiológica. Dentre as doenças humanas transmitidas por mamíferos silvestres (lepra, febre maculosa, etc), pode-se citar como exemplo, uma das mais preocupantes: a raiva. Dentre as espécies com possível ocorrência para a região, *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) e *Callithrix* spp. (saguis) atuam como reservatórios do vírus da raiva. Os canídeos (Família Canidae; Ordem Carnivora) são considerados, em segundo lugar, se tratando dos principais reservatórios silvestres do vírus da raiva, em que o primeiro lugar é ocupado pelos morcegos. No Brasil, a doença tem sido cada vez mais frequente em *C. thous* (cachorro-do-mato) e há um outro ciclo epidemiológico da raiva em *Callithrix* spp. (saguis), espécie em que a distribuição da doença é desconhecida. Isso tem sido um desafio para a vigilância epidemiológica e para a saúde pública de um modo geral (KOTAIT *et al*., 2007).

Algumas espécies foram sinonimizadas e tiveram suas classificações taxonômicas atualizadas em QUINTELA *et al*. (2020). Portanto, nós seguimos essa bibliografia mais atualizada, em relação a nomenclatura de algumas espécies de mamíferos que foi modificada, como por exemplo: *Philander frenatus* registrado em trabalhos anteriores, que foi sinonimizado a *Philander quica* (cuíca-de-quatro-olhos-cinza); *Guerlinguetus ingrami* anteriormente, agora como *G. aestuans*; *Conepatus semistriatus* antes, agora sendo *C. amazonicus* nessa região (seguindo a atualização taxonômica de QUINTELA *et al*., 2020).

Das 73 espécies de mamíferos registradas para a AER, com base nos dados secundários, a maioria delas (39 espécies) foram registradas na AEL desse projeto, segundo o BDBio-VALE (2020): 14 espécies de pequenos mamíferos (cinco espécies da ordem Didelphimorphia, família Didelphidae, e nove da ordem Rodentia, famílias Echimyidae e Cricetidae) e 25 espécies de mamíferos de médio e grande porte. As demais espécies da mastofauna diagnosticadas para a AER (34 espécies), foram registradas por estudos científicos realizados em Unidades de Conservação, como por exemplo, as Serras do Caraça e do Gandarela, inseridos no interior da AER desse Projeto, justificando assim, a presença de algumas espécies tão sensíveis as alterações de hábitats e ameaçadas (por exemplo, cachorro-do-mato-vinagre, onça-pintada e tamanduá-bandeira, dentre outras).

A curva de acumulação de espécies de mamíferos terrestres (pequeno, médio e grande porte) ao longo dos anos de estudos, com intuito de retratar a evolução cronológica da riqueza de espécies da mastofauna, mostrou seu sentido crescente em relação ao conhecimento obtido de espécies da mastofauna em toda AER do Projeto (Figura 180). Isso significa que, o conhecimento da mastofauna vem se ampliando ao longo dos anos, mas, a partir do ano de 2013 essa curva vem se estabilizando quanto ao número de espécies de mamíferos registradas para a região.

Figura 180 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) de mamíferos terrestres de acordo com dados levantados para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.3.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto

O diagnóstico da mastofauna terrestre foi executado mediante realização de duas campanhas de campo, quando foram visitadas nove áreas de amostragem situadas na Área de Estudo Local e Área do Projeto. O quadro a seguir evidencia a data das amostragens realizadas.

Quadro 154 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Mastofauna.

Fonte: Sete, 2021.

Grupo da Fauna	Estação do ano	Data da Campanha
Mastofauna	Seca	21 de setembro a 02 de outubro de 2020
	Chuva	07 a 18 de dezembro de 2020

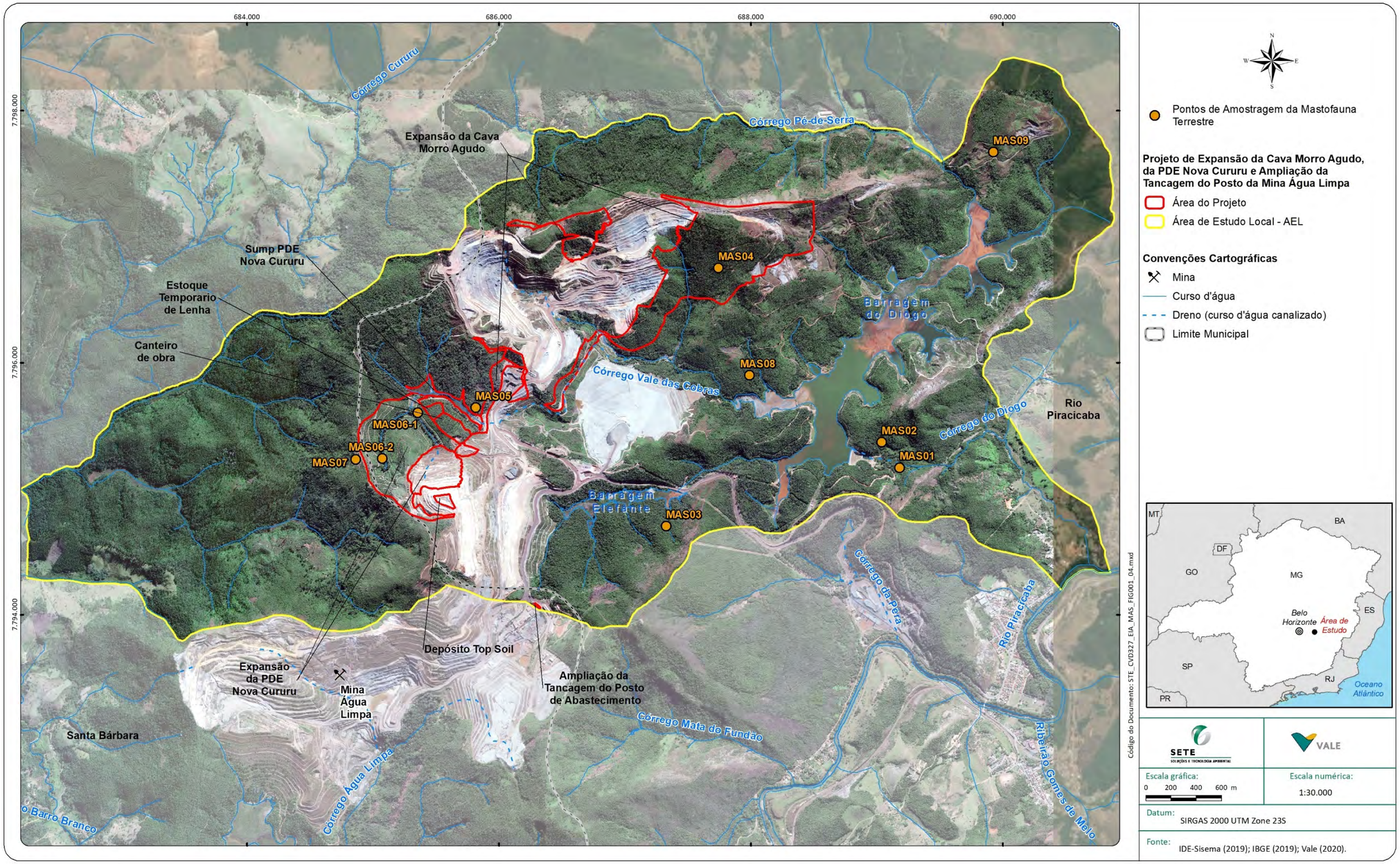
As áreas amostrais foram selecionadas visando à tréplica amostral considerando as fitofisionomias de maior relevância para a área, conforme mencionado previamente. O quadro abaixo apresenta as coordenadas geográficas das áreas amostrais e, em seguida, o mapa com a distribuição dos pontos.

Quadro 155 Áreas amostrais para coleta de dados primários da Mastofauna Terrestre na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

Área Amostral	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso 23K)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
	X (mE)	Y (mN)			
MAS01	689179	7795167	Floresta Estacional em estágio inicial de regeneração	Borda de mata ciliar as margens de um córrego que se conecta com a Barragem do Diogo.	AEL
MAS02	689037	7795368	Floresta Estacional em estágio médio de regeneração	Borda de remanescente florestal com vegetação predominantemente de médio e grande porte, as margens de córrego conectado com a Barragem do Diogo.	AEL
MAS03	687327	7794703	Floresta Estacional em estágio médio de regeneração	Remanescente florestal em bom estado de conservação (dossel e sub-bosque desenvolvidos), e presença de uma lagoa e da Barragem do Elefante em sua borda.	AEL
MAS04	687740	7796751	Eucaliptal predominantemente (área alterada)	Área antropizada, com predomínio de eucalipto e estradas/acessos.	Área do Projeto
MAS05	685814	7795643	Floresta Estacional em estágio inicial de regeneração	Remanescente florestal na borda de uma lagoa e de estradas/acessos, e forte presença humana ao seu redor (intensa circulação de máquinas, pessoas, presença de ruídos do britador).	AEL
MAS06[1]	685354	7795604	Floresta Estacional em estágio médio de regeneração	Mata ciliar estreita, as margens de um córrego e estrutura vegetal em bom estado de conservação (dossel e sub-bosque desenvolvidos).	Área do Projeto
	685072	7795240			AEL
MAS07	684861	7795233	Eucaliptal predominantemente (área alterada)	Área antropizada, com predomínio de eucalipto na borda de estradas/acessos da mina.	-Área do Projeto
MAS08	687986	7795900	Eucaliptal predominantemente (área alterada)	Área antropizada, com predomínio de eucalipto na borda de estradas/acessos da mina e presença de cursos d'água.	AEL
MAS09	689924	7797671	Floresta Estacional em estágio inicial de regeneração	Área antropizada, com predomínio de eucalipto na borda da estrada e presença de cursos d'água.	AEL

[1]Ponto MAS06 foi subdividido para as armadilhas de captura para pequenos mamíferos não voadores. MAS06-1 = coordenadas em que foram instaladas 6 estações de captura. MAS06-2 = coordenadas em que foram instaladas 4 estações de captura.

Figura 181 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da mastofauna terrestre, situadas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.3.4.1 Mamíferos de médio e grande porte

Para a amostragem de mamíferos de médio e grande porte foram utilizados dois tipos de métodos: armadilhas fotográficas e busca ativa na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

Armadilhas fotográficas

Essa metodologia consiste na instalação de armadilhas fotográficas (Foto 189), dispositivos equipados com sensores que captam e registram a presença de espécies de mamíferos, em diferentes pontos na AEL e área do projeto. As câmeras foram fixadas em árvores à beira de locais comumente utilizados por espécies da mastofauna, como margens de corpos d'água, trilhas e acessos pré-existentes no ponto amostral. Com intuito de atrair os animais presentes para a frente dessas armadilhas, foram utilizadas sardinhas em lata e bananas inteiras. As armadilhas fotográficas instaladas permaneceram em funcionamento ininterrupto durante período mínimo de 12 dias em cada ponto amostral, sendo retiradas no último dia de campo pela equipe. O esforço amostral para as armadilhas fotográficas foi de uma armadilha, que funcionava o dia inteiro (24h ininterruptas) por 12 dias consecutivos em cada ponto. O esforço amostral total foi de 216 armadilhas-dia (9 armadilhas x 12 dias x 2 campanhas).

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 189 Armadilha fotográfica instalada em cada ponto amostral para a amostragem da mastofauna nas Áreas de Estudo Local (AEL) e do Projeto.

Busca ativa

A busca ativa foi realizada em estradas e acessos já existentes nos pontos amostrais previamente escolhidos para esse projeto, percorridos a pé uma vez ao dia (Foto 190), no período da manhã (6:00 às 9:00) e mantendo uma velocidade entre 1 e 2 km/h. Durante a busca ativa, todas as espécies de mamíferos foram registradas por avistamento, vocalização e/ou por vestígios (pegadas, fezes e demais rastros). As pegadas encontradas foram identificadas de acordo com BECKER e DALPONTE (1999) e LIMA-BORGES e TOMÁS (2008), baseando-se nas suas medidas (comprimento, largura da pegada e distância entre passadas), que foram tomadas com uma régua e registradas na planilha de campo. As fezes foram classificadas de acordo com CHAME (2003). Para cada registro foi dada a posição inicial de detecção por meio da utilização de um GPS (marca Garmin, modelo eTrex 20), a identificação da espécie, o número de indivíduos, o horário e a data.

O esforço amostral para as buscas foi de um transecto de aproximadamente 500m em cada ponto amostral, a cada campanha. A distância percorrida variou em cada local percorrido em função do tamanho do remanescente em questão. O esforço amostral desta metodologia foi de 4,286 km a cada campanha, perfazendo um total de 8.572km percorridos nos nove transectos em ambas as campanhas.

Foto: Marcelo Vidigal, 2020

Foto 190 Busca ativa realizada em cada ponto amostral para a amostragem da mastofauna nas Áreas de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

11.6.2.3.4.2 Pequenos mamíferos não voadores

O diagnóstico dos pequenos mamíferos terrestres foi feito com uso de armadilhas de captura e contenção. Em cada um dos nove pontos amostrais foram instaladas 20 armadilhas (20 estações amostrais), sendo 10 do tipo *Tomahawk* (gaiola) e 10 do tipo *Sherman*. As armadilhas foram instaladas de forma alternada (uma no chão e a outra no sub-bosque – de 0,5 a 2 m de altura), todas iscadas com pasta (feita da mistura de sardinha com banana e amendoim) e pedaços de abacaxi, visando atrair espécies de diferentes guildas tróficas. Diariamente, entre 7:00 e 9:00, as armadilhas foram vistoriadas e, quando necessário, renovadas as iscas. Os pequenos mamíferos capturados foram triados, identificados, marcados e soltos na mesma estação de captura. O esforço amostral para as armadilhas dos dois tipos foi de 20 armadilhas por ponto, que ficaram instaladas por cinco noites consecutivas. O esforço amostral total foi de 900 armadilhas-noites (20 armadilhas x 5 noites x 9 pontos amostrais).

Foto: Natália Ardente

Foto 191 Armadilha de captura e contenção do tipo *Sherman* instalada no estrato chão em ponto amostral para a amostragem da mastofauna nas Áreas de Estudo Local (AEL) e do Projeto.

Foto: Natália Ardente

Foto 192 Armadilha de captura e contenção do tipo gaiola instalada em sub-bosque em ponto amostral para a amostragem da mastofauna nas Áreas de Estudo Local (AEL) e do Projeto.

11.6.2.3.5 Análise de dados

A identificação das espécies foi baseada nas ilustrações e fotos de literatura especializada (principalmente BECKER e DALPONTE, 1999; OLIVEIRA e CASSARO, 1999; RAMOS *et al*., 2003; GARDNER *et al*., 2007; BORGES e TOMÁS, 2008; BONVICINO *et al*., 2008; PAGLIA *et al*., 2012; QUINTELA *et al*., 2020).

Foi utilizada uma curva de acumulação de espécies para avaliar o conhecimento a respeito das espécies com possível ocorrência para a Área de Estudo Regional (AER).

Para a composição e distribuição da comunidade da mastofauna terrestre, foram utilizados os dados de riqueza e abundância (número de registros e/ou indivíduos) das espécies de mamíferos geral e por fitofisionomia amostrada. Além disso, também foram calculados, com base nesses dados, os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), de Equitabilidade de Pielou (J) e de Dominância de Simpson (D), por meio do software *Past*,versão 3.0.

Também foram listadas as espécies que ocorreram exclusivamente em um tipo de fitofisionomia, bem como suas respectivas discussões a respeito disso.

As curvas do coletor foram empregadas para avaliar a riqueza de espécies observadas e esperadas, com intuito de analisar a suficiência amostral dos dados obtidos para cada um dos métodos aplicados por grupo de mamífero e por método aplicado (buscas ativas, armadilhas fotográficas e gaiolas), adotando-se o estimador de riqueza *Jackknife 1*. Foram apresentadas, no mesmo gráfico, duas curvas: uma contendo a riqueza de espécies observada e a outra a estimada. O esforço amostral foi medido em dias de amostragem empregado para cada método.

As espécies de mamíferos foram classificadas quanto as suas categorias de ameaça de extinção de acordo com as listas da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2021), a do Ministério do Meio Ambiente (ICMBIO, 2018), a do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010) e por fim, a lista da *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2019). Além disso, as espécies foram classificadas quanto a sua ocorrência em endêmica de um determinado bioma, ou região específica, ou com ampla distribuição (AD) segundo os dados secundários da literatura científica específica (PAGLIA *et al*., 2012; QUINTELA *et al*., 2020).

Além disso, foram listadas todas as espécies que constam nos Planos de Ação Nacional. Os Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção ou do Patrimônio Espeleológico (PAN) são políticas públicas, pactuadas com a sociedade, que identificam e orientam as ações prioritárias para combater as ameaças que põem em risco populações de espécies e os ambientes naturais e assim protegê-los (ICMBio).

As atividades de fauna foram realizadas mediante Autorização de Manejo de Fauna nº SPP 0021/2020 emitida pela SEMAD, apresentada no **Anexo 13** do presente estudo.

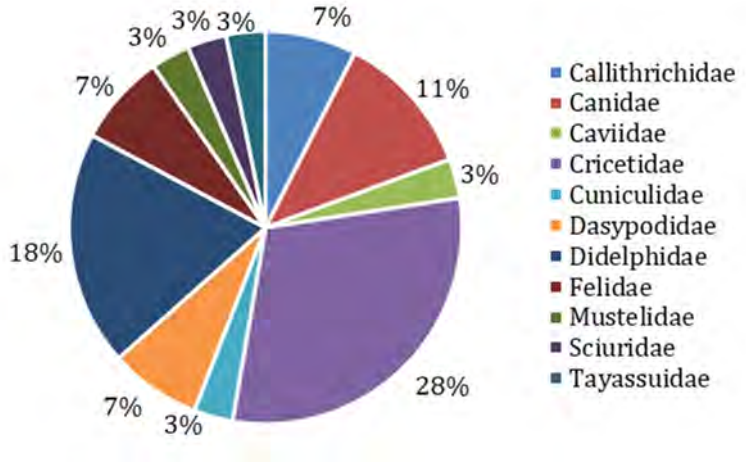
11.6.2.3.6 Caracterização da mastofauna terrestre nas Áreas de Estudo Local e do Projeto

11.6.2.3.6.1 Composição e Distribuição

Na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto foram registradas 28 mamíferos não voadores distribuídos em sete ordens e 12 famílias, sendo: uma espécie da ordem Artiodactyla (família Tayassuidae), seis espécies da ordem Carnivora (famílias Canidae, Felidae, e Mustelidae), duas espécies da ordem Cingulata (família Dasypodidae), cinco da ordem Didelphimorphia (família Didelphidae), duas da ordem Primates (família Callithrichidae), 11 espécies da ordem Rodentia (famílias Caviidae, Cricetidae, Sciuridae e Cuniculidae) e uma da ordem Lagomorpha (Família Leporidae) (Quadro 155).

Observa-se o predomínio de duas famílias: Cricetidae e Didelphidae sobre as demais famílias aqui listadas, de forma que a Cricetidae apresentou oito espécies e a Didelphidae, cinco espécies. Essas duas famílias juntas, possuem 13 dos 28 táxons registrados, ou seja, quase metade da riqueza dos mamíferos encontrados na AEL. Essas duas famílias representam todas as espécies de pequenos mamíferos terrestres registrados. Isso significa que, as espécies de pequeno porte predominaram a composição da comunidade, sabendo que esse parâmetro ecológico é baseado na riqueza e abundância das espécies de mamíferos da AEL desse Projeto. Isso ocorreu conforme o esperado, pois dentre as suas principais funções ecológicas, pode-se citar que os pequenos mamíferos atuam como presas para a maioria dos demais vertebrados, incluindo os mamíferos de médio e grande porte e, portanto, o número de presas, naturalmente, é maior do que o número de predadores no ecossistema em equilíbrio (MARINHO-FILHO *et al*., 2002; BEGON *et al*., 2009).

Figura 182 Distribuição das famílias de mamíferos terrestres registrados na AEL e Área do Projeto



Fonte: Sete, 2021.

Com base nos dados secundários, do total de espécies de mamíferos terrestres com possível ocorrência para a região desse Projeto (73 espécies), 38,35% foram registradas no presente estudo na AEL. Além disso, dessas 73 espécies com potencial ocorrência para a região, 39 espécies de mamíferos (14 de pequenos e 25 de médios e grandes) foram registradas na própria AEL segundo os dados obtidos pelo compilado BDBio – VALE (2020), baseado em projetos realizados dentro da AEL desse Projeto (ver Diagnóstico Regional – Mastofauna Terrestre).

Segundo PAGLIA *et al.* (2012) e QUINTELA *et al.* (2020), dos 28 mamíferos registrados na AEL, quatro espécies são endêmicas do bioma Mata Atlântica, o que representa 14,28%, das espécies registradas na AEL (Quadro 156). A maioria das espécies endêmicas do bioma Mata Atlântica aqui listadas, foram espécies de pequeno porte (três espécies: *Akodon cursor, Gracilinanus microtarsus* e *Delomys dorsalis*) conforme o esperado, pois são espécies com área de vida mais restrita, apresentando, portanto, distribuições geralmente vinculadas a determinados micro-habitat (PAGLIA *et al*., 2012).Apenas uma espécie registrada na AEL de médio e grande porte, é considerada endêmica do bioma Mata Atlântica: o sagui-de-cara-branca, *Callithrix geoffroyi.*

Quadro 156 Mamíferos terrestres de pequeno, médio e grande porte registrados na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

Legenda: Distribuição: AD: Ampla Distribuição Geográfica, MA: Endêmica da Mata Atlântica; CE: Endêmica do Cerrado. Status de Conservação:- MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" Pouco preocupante (*Least Concern*) ou não consta na referida lista de espécies ameaçadas. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "- ":não incluída nos anexos da CITES.

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Distribuição	Status de Conservação			CITES
					MG	BR	Global	
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	gambá-de-orelhas-brancas	AD	-	-	-	-
		Didelphis aurita	gambá-de-orelhas-pretas	AD	-	-	-	-
		Gracilinanus microtarsus	cuíca	MA	-	-	-	-
		Monodelphis americana	catita-de cauda-curta	AD	-	-	-	-
		Philander quica	cuíca-de-quatro-olhos-cinza	AD	-	-	-	-
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	tatu-galinha	AD	-	-	-	-
		Dasypus sp.	tatu	-	-	-	-	-
Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	caititu	AD	VU	-	-	II
Primates	Callithrichidae	*Callithrix geoffroyi*	sagui-de-cara-branca	MA	-	-	-	II
		Callithrix sp.	sagui	-	-	-	-	-
Carnivora	Canidae	*Cerdocyon thous*	cachorro-do-mato	AD	-	-	-	II
		Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	AD	VU	VU	QA	II
		Lycalopex vetulus	raposinha-do-campo	AD	-	VU	-	II
	Felidae	*Leopardus* sp.	gato-do-mato	-	-	-	-	-
		Puma concolor	onça-parda	AD	VU	VU	-	II
	Mustelidae	*Eira barbara*	irara	AD	-	-	-	-

Legenda: Distribuição: AD: Ampla Distribuição Geográfica, MA: Endêmica da Mata Atlântica; CE: Endêmica do Cerrado. Status de Conservação:- MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" Pouco preocupante (*Least Concern*) ou não consta na referida lista de espécies ameaçadas. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "- ":não incluída nos anexos da CITES.

Ordem	**Família**	**Táxon**	**Nome Popular**	**Distribuição**	**Status de Conservação**			**CITES**
					MG	**BR**	**Global**	
Rodentia	Caviidae	*Hydrochoerus hydrochaeris*	capivara	AD	-	-	-	-
	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	paca	AD	-	-	-	-
	Sciuridae	*Guerlinguetus aestuans*	esquilo	AD	-	-	-	-
	Cricetidae	*Akodon cursor*	rato-do-chão	MA	-	-	-	-
		Cerradomys subflavus	rato-do-cerrado	AD	-	-	-	-
		Delomys dorsalis	rato-do-mato	MA	-		-	-
		sp. não identificada	rato	-	-	-	-	-
		Oecomys sp.	rato-d'árvore	-	-	-	-	-
		Oligoryzomys nigripes	rato-pigmeu-do-arroz	AD	-	-	-	-
		Rattus rattus	rato	AD	-	-	-	-
		Rhipidomys mastacalis	rato-d'árvore	AD	-	-	-	-
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	tapeti	AD	-	-	-	-

Ao todo foram registrados 28 táxons e 91 indivíduos de mamíferos não voadores de pequeno, médio e grande porte na AEL. Quando se compara cada um dos três tipos de fitofisionomias amostradas (Florestas Estacionais em estágios médio, inicial e área alterada), nota-se que a maior riqueza e abundância, tanto para pequenos quanto para médios e grandes mamíferos, foram obtidas Floresta Estacional em estágio médio de regeneração, em que para pequenos mamíferos foram obtidas nove espécies e 14 indivíduos, seguida da Floresta Estacional em Estágio inicial de regeneração, com cinco espécies e 15 indivíduos e, da área alterada (Eucaliptal/pastagem), com três espécies e 10 indivíduos (Figura 183).

E, para médios e grandes mamíferos, 11 espécies e 23 indivíduos, seguida da Floresta Estacional em Estágio inicial de regeneração, com nove espécies e 18 indivíduos e, da área alterada (Eucaliptal/pastagem), com seis espécies e 11 indivíduos (Figura 184). Isso pode ser explicado devido a estrutura dessa comunidade de mamíferos refletir um padrão para o bioma Cerrado, sendo composta por espécies generalistas e onívoras. Como a maioria das espécies aqui registradas foram desse tipo, os valores de riqueza e abundância entre os três tipos de fitofisionomias não se mostraram muito variáveis. Assim como os resultados obtidos nos estudos anteriores para mastofauna, essas espécies geralmente apresentam riqueza e diversidade mais elevadas em áreas mais conservadas ou com estrutura vegetal mais complexa (Floresta em estágio médio), pois nesses ambientes ocorrem tanto espécies mais generalistas quanto as mais especialistas quanto ao uso do hábitat (SCHALLER, 1983; ALHO *et al*., 1988; ROCHA e DALPONTE, 2006; LYRA-JORGE *et al*., 2008; OLIVEIRA *et al*., 2009).

Figura 183 Número de espécies de pequenos mamíferos e indivíduos (abundância), total e para cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

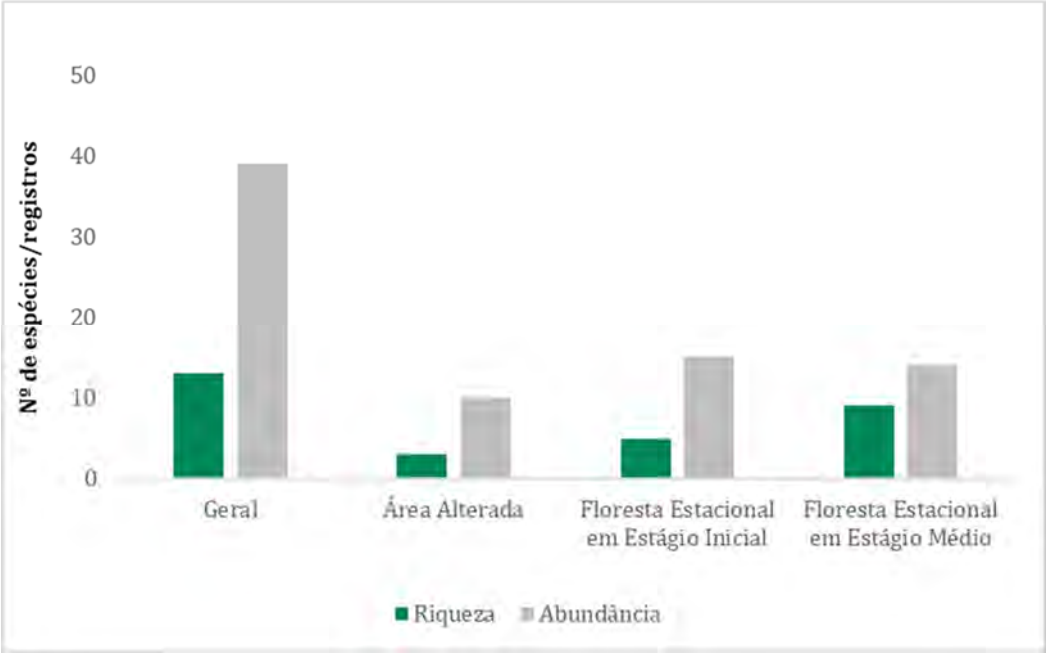
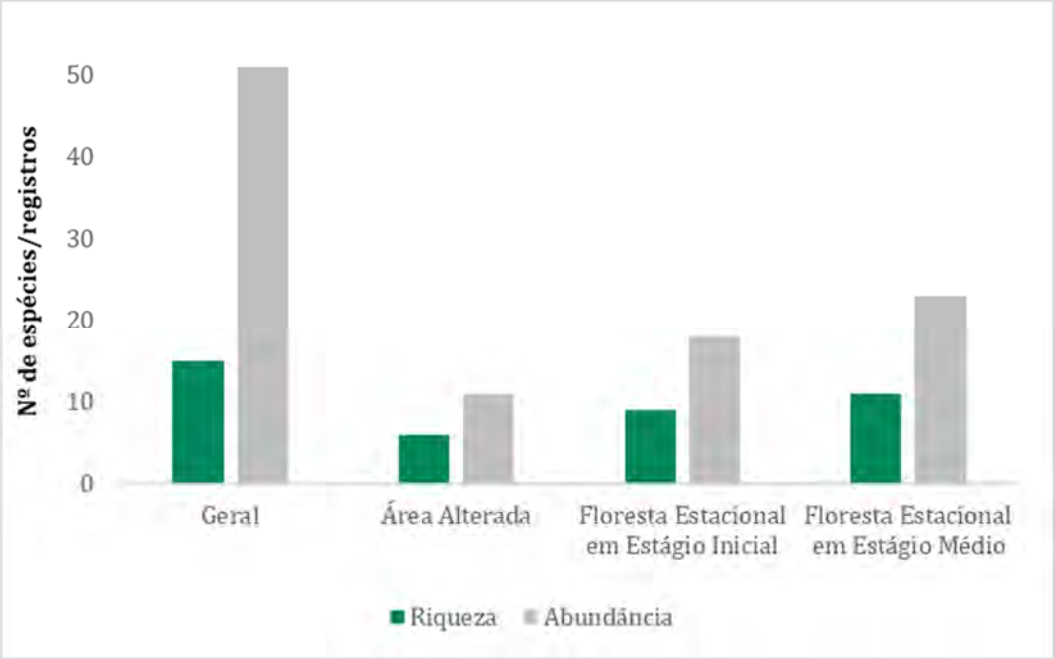


Figura 184 Número de espécies e médios e grandes mamíferos e indivíduos (abundância), total e para cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.



Para os pequenos mamíferos, os índices gerais de diversidade de *Shannon* (H'), de equitabilidade de *Pielou* (J) e de Dominância de *Simpson* (D) foram de 0,69, 0,92 e 0,40, respectivamente, o que significa que, de uma forma geral, houve uma elevada diversidade de espécies na comunidade de pequenos mamíferos, bem como uma uniformidade na distribuição dos táxons ali presentes e, portanto, com ausência de espécies dominantes (Figura 185).

Para os mamíferos de médio e grande porte, essa uniformidade na distribuição de espécies foi ainda maior e dominância ainda menor do que para os pequenos mamíferos, em que seus índices gerais de diversidade de *Shannon* (H'), de equitabilidade de *Pielou* (J) e de Dominância de *Simpson* (D) foram de 2,08, 0,95 e 0,13, respectivamente (Figura 186).

Quando comparamos, separadamente, os três tipos de fitofisionomias amostradas, é possível notar que os índices de diversidade de *Shannon*, de equitabilidade e de dominância não variaram muito, ou seja, os valores foram muito próximos tanto para os pequenos, quanto para os médios e grandes mamíferos, conforme figuras a seguir.

Figura 185 Índices de diversidade de pequenos mamíferos, ao todo e para cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

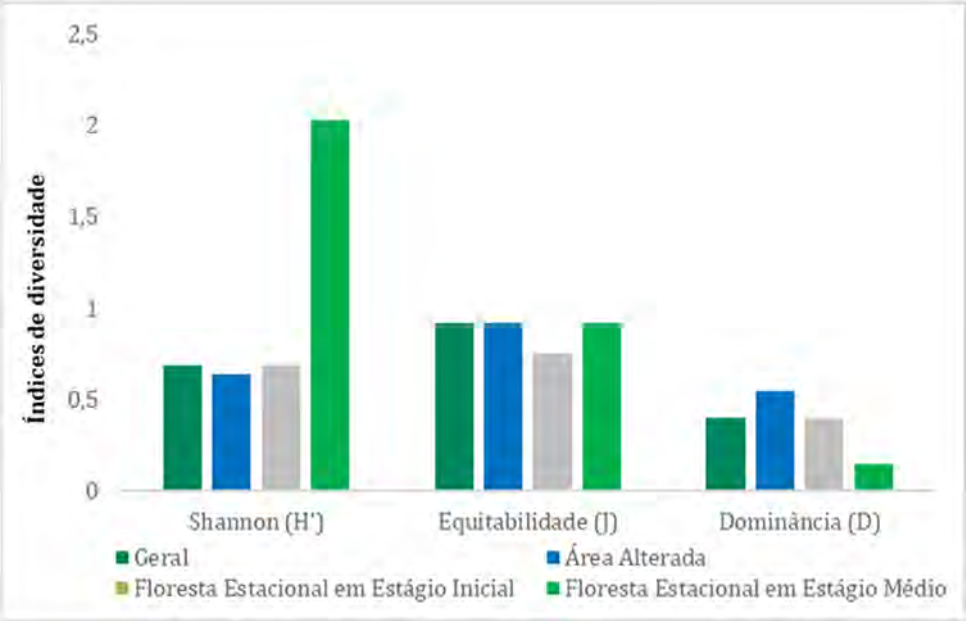
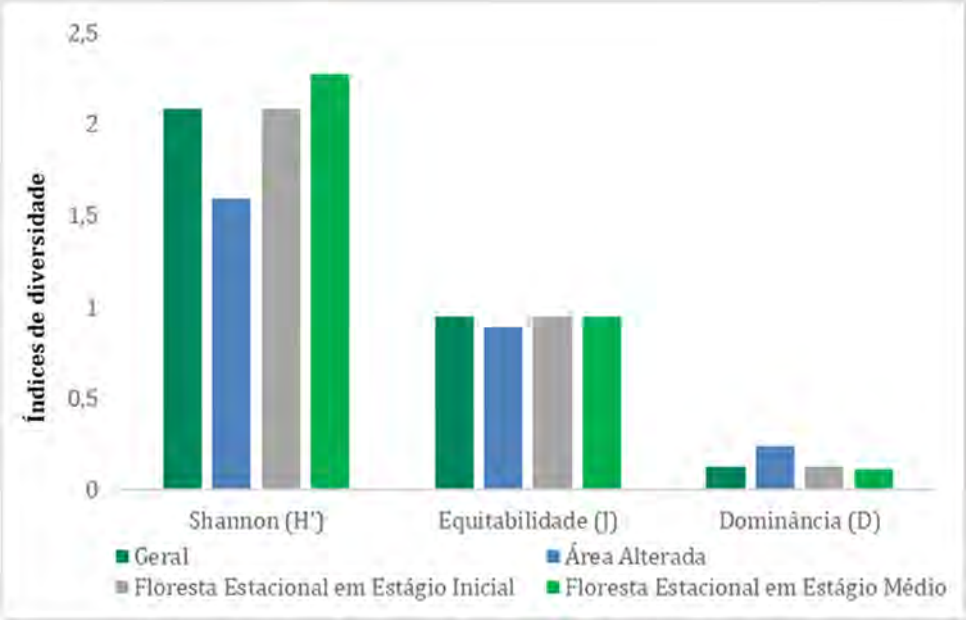


Figura 186 Índices de diversidade de médios e grandes mamíferos, ao todo e para cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

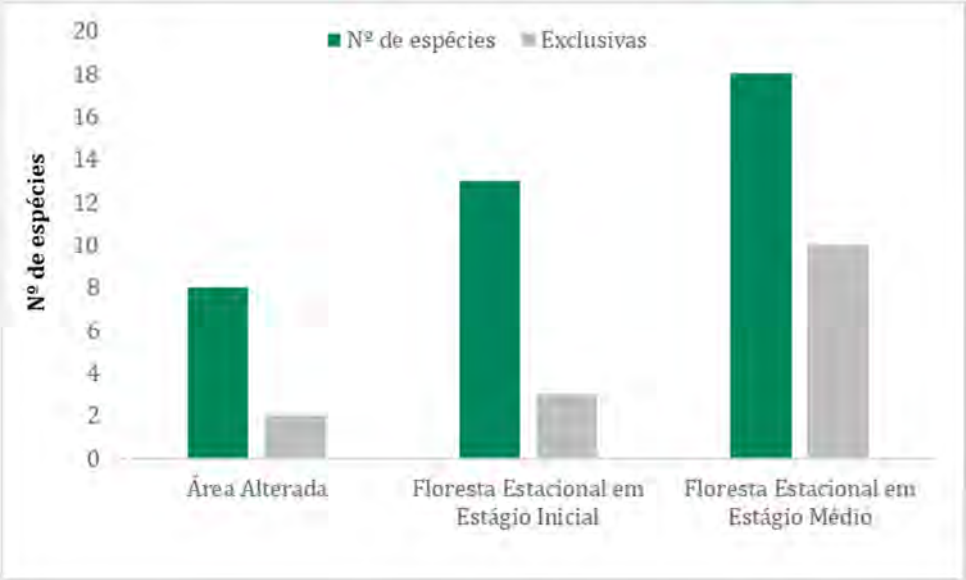


A Floresta Estacional em estágio médio de regeneração foi a fitofisionomia que registrou mais espécies exclusivas (10 espécies) (Figura 187); o rato-do-chão (*Akodon cursor*), o rato-do-mato (*Delomys dorsalis*), a cuíca (*Gracilinanus microtarsus*), o esquilo (*Guerlinguetus aestuans*), o gato-do-mato (*Leopardus* sp.), a catita-de-cauda-curta (*Monodelphis americana*), um pequeno roedor cuja identificação não pôde ser feita precisamente, o caititu (*Pecari tajacu*), a cuíca-de-quatro-olhos-cinza (*Philander quica*) e o rato-d'árvore (*Rhipidomys mastacalis*). Esse resultado era esperado, pois todas elas são espécies mais sensíveis e mais dependentes de habitats florestais, mesmo sendo generalistas quanto ao uso do hábitat.

Na Floresta Estacional em estágio inicial foram registradas cinco espécies exclusivas: a onça-parda (*Puma concolor*), o tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*) – estas duas, registradas em encontros ocasionais - a paca (*Cuniculus paca*), o rato-d'árvore (*Oecomys* sp.) e rato (*Rattus rattus*). Todas são espécies consideradas também comuns e com hábitos generalistas do uso do hábitat. Essa exclusividade pode ter ocorrido ao acaso, visto que ocorrem em hábitats mais conservados e alterados também. Exceção para *Rattus rattus*, espécie exótica invasora, com grande importância epidemiológica, sua presença geralmente está associada a ocupação antrópica. Dessa forma, a presença dessa espécie no interior de um dos remanescentes provavelmente ocorreu devido a proximidade do britador da mina. Tal fato pode ser corroborado por um único indivíduo ter sido capturado diversas vezes no mesmo ponto, na borda desse fragmento/britador da mina (obs. pessoal).

Na área alterada, composta predominantemente por Eucaliptais rodeados por pastagens, houve os registros exclusivos do tatu (*Dasypus* sp.) e da irara (*Eira barbara*). Assim como na Floresta em estágio inicial, nesses hábitats mais alterados, todas essas espécies exclusivas são consideradas também comuns e com hábitos generalistas do uso do hábitat. Essa exclusividade pode ter ocorrido ao acaso, visto que ocorrem em hábitats mais conservados e alterados também.

Figura 187 Número de espécies da mastofauna terrestre registradas exclusivamente em cada tipo de fitofisionomia amostrada na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.

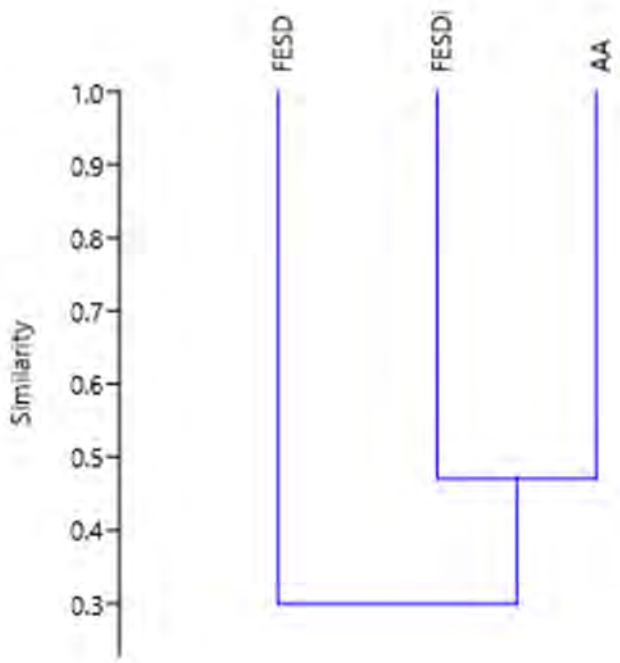


11.6.2.3.6.2 Similaridade

A composição da comunidade de mamíferos nos três tipos de hábitats amostrados foi bem diferente em relação a riqueza e abundância das espécies registradas na AEL, inclusive com a presença de espécies exclusivas nos três ambientes amostrados, isso refletiu na baixa similaridade entre as fitofisionomias. A maior similaridade foi entre a área alterada (Eucaliptais/pastagens) e Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração, ambas bastante degradadas, mas ainda assim foi baixa (47%). A menor similaridade foi entre a área alterada (Eucaliptais/pastagens) e Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração (24%) (Figura 188); resultado também esperado, visto que a floresta estacional em estágio inicial de regeneração apresenta uma estrutura florestal mais degradada, com menos clareiras do que a Floresta em estágio médio, o que influencia diretamente na diversidade de espécies de mamíferos em cada um desses hábitats e se assemelhando um pouco mais às áreas degradadas.

Figura 188 Dendrograma de similaridade por fitofisionomias presentes na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

Legenda: AA = Área Alterada; FESD = Floresta Estacional em Estágio Médio; FESDi = Floresta Estacional em Estágio Inicial.



11.6.2.3.6.3 Abundância

Conforme apresentado no Quadro 157, a espécie mais abundante da comunidade da mastofauna de pequeno porte na AEL foi *Oligoryzomys nigripes* (rato-pigmeu-do-arroz), com 16 indivíduos (Foto 193). Em relação aos médios e grandes mamíferos, o maior número de registro foi das espécies *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) e *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha), com nove e sete registros, respectivamente. Vale ressaltar que o Quadro abaixo não apresenta as espécies registradas por meio de encontros ocasionais.

Quadro 157 Abundância e Ocorrência de espécies de pequenos mamíferos registrados na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto

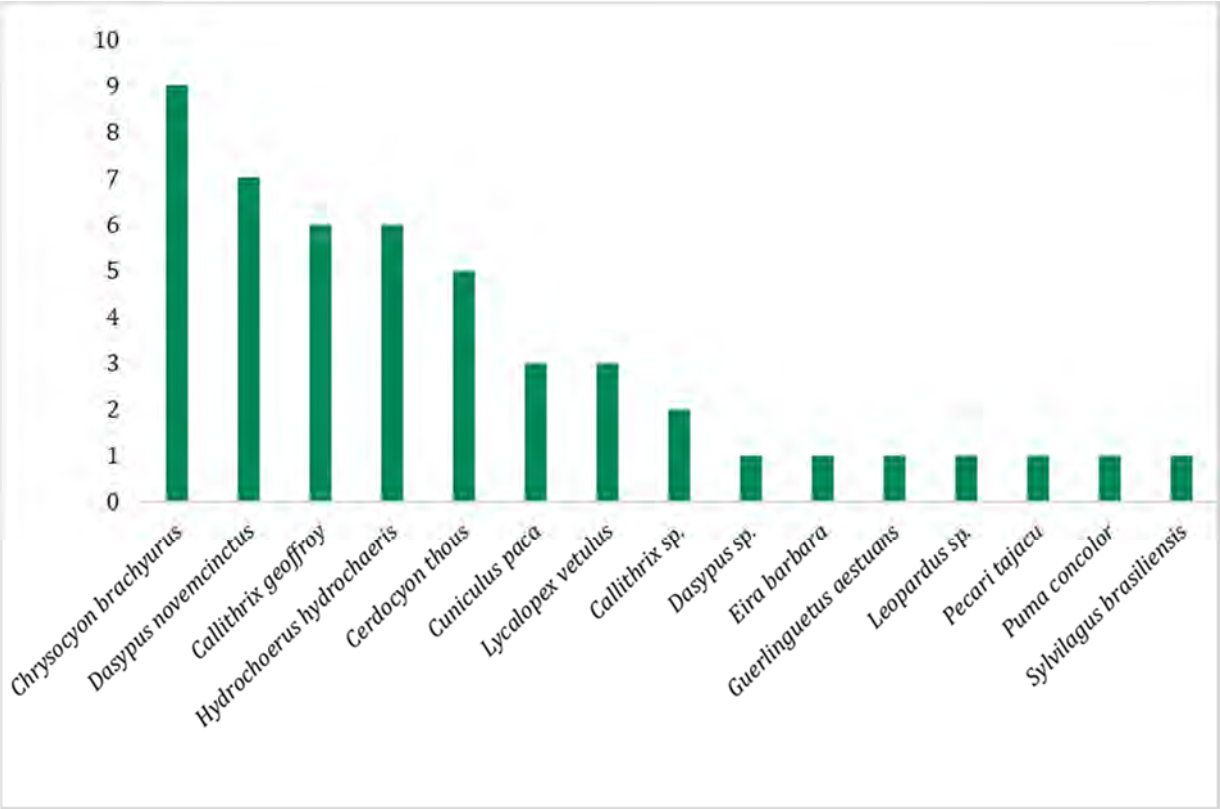
Táxon	MAS01	MAS02	MAS03	MAS04	MAS05	MAS06	MAS07	MAS08	MAS09	Total
Oligoryzomys nigripes	9	-	-	2	-	1	4	-	-	16
Chrysocyon brachyurus	-	-	-	-	5	-	3	1	-	9
Dasypus novemcinctus	-	2	-	1	-	2	2	-	-	7
Callithrix geoffroy	3	3	-	-	-	-	-	-	-	6
Didelphis albiventris	2	4	-	-	-	-	-	-	-	6
Hydrochoerus hydrochaeris	-	3	-	-	2	1	-	-	-	6
Cerdocyon thous	2	-	1	1	1	-	-	-	-	5
Cerradomys subflavus	-	-	-	1	-	-	1	1	1	4
Delomys dorsalis	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4
Akodon cursor	-	-	1	-	-	2	-	-	-	3
Cuniculus paca	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Lycalopex vetulus	-	2	-	-	-	-	-	-	1	3
Callithrix sp.	1	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Não identificado	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Rattus rattus	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
Dasypus sp.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Didelphis aurita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Eira barbara	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Gracilinanus microtarsus	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Guerlinguetus aestuans	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Leopardus sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Monodelphis americana	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Oecomys sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pecari tajacu	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Philander quica	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Rhipidomys mastacalis	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 193 Registro de *Oligoryzomys nigripes* (rato-pigmeu-do-arroz) por meio de armadilha de captura (gaiola) no ponto MAS07 na Área do Projeto.

As abundâncias de cada espécie não se mostraram tão elevadas, o que ajuda a corroborar os resultados acima discutidos, em que as espécies dentro da comunidade se mostraram distribuídos uniformemente, não havendo nenhuma abundância destoante ou dominante dentre as espécies registradas.

Figura 189 Número de registros de médios e grandes mamíferos registrados na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.



11.6.2.3.6.4 Suficiência Amostral

A curva de acumulação de espécies, ou curva do coletor, para avaliação da suficiência amostral foram apresentadas separadamente para os mamíferos de pequeno porte e de médio e grande porte (considerando o método amostral).

Pequenos Mamíferos

Para o método de armadilhas de contenção (dos tipos gaiola e *Sherman*), em que as espécies-foco são as de pequeno porte, a curva do coletor apresentou sentido crescente, o que significa que ainda há espécies a serem registradas na AEL. O valor estimado da riqueza de mamíferos por meio dessas armadilhas de contenção para este diagnóstico foi de 16 (± 2) espécies e a riqueza obtida foi de 11 espécies de mamíferos (Figura 190). Este fato é corroborado pelo levantamento dos dados secundários, que demonstram que há 31 espécies de pequenos mamíferos não voadores com possível ocorrência para a região, em que muitas ainda não foram registradas durante esse diagnóstico, destas, 14 foram encontradas anteriormente na AEL conforme dados secundários (BDBio-VALE, 2020).

Figura 190 Curva de acumulação de pequenos mamíferos por meio das armadilhas de contenção (Gaiola e Sherman) na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

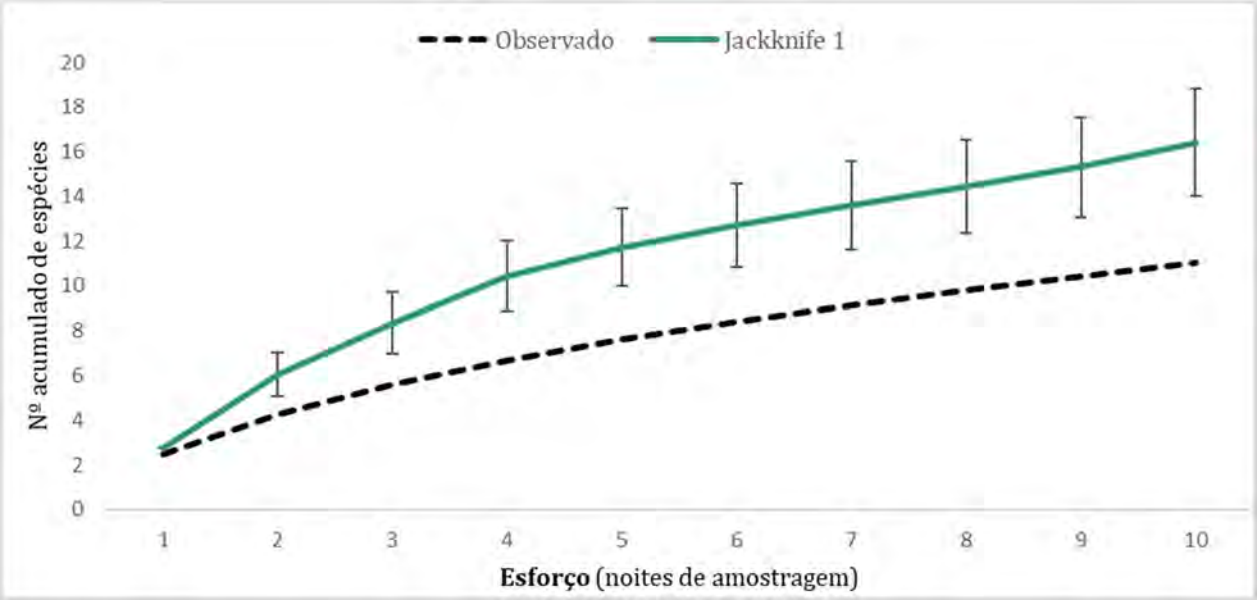


Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 194 Registro de *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelhas-brancas) por meio de armadilha de captura (gaiola) no ponto MAS01 na Área do Projeto.

Foto: SETE, 2020

Foto 195 Registro de *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelhas-brancas) por meio de armadilha fotográfica no ponto MAS02 na Área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 196 Registro de *Cerradomys subflavus* (rato-do-cerrado) por meio de armadilha captura (gaiola) na Área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 197 Registro de *Gracilinanus microtarsus* (cuíca) por meio de armadilha de captura (gaiola) no ponto MAS03 na Área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 198 Registro ocasional de *Didelphis aurita* (gambá-de-orelhas-pretas) atropelado na Área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 199 Registro de *Delomys dorsalis* (rato-dourado-do-mato) por meio de armadilha de captura (gaiola) no ponto MAS06 na área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 200 Registro de *Monodelphis americana* (catita-de-cauda-curta) por meio de armadilha de captura (gaiola) no ponto MAS06 na Área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 201 Registro de *Akodon cursor* (rato-do-chão) por meio de armadilha de captura (gaiola) no ponto MAS06 na Área do Projeto.

O Quadro 158 a seguir evidencia as informações das espécies registadas para cada um dos métodos aplicados para o grupo dos pequenos mamíferos terrestres.

Quadro 158Metodologia de registro das espécies da mastofauna de pequeno porte registrada no Projeto.

Táxon	Sherman	Gaiola	Registro Ocasional
Didelphis aurita			X
Akodon cursor	X	X	
Cerradomys subflavus	X	X	
Gracilinanus microtarsus	X		
Oecomys sp.	X		
Oligoryzomys nigripes	X	X	
Rattus rattus	X	X	
Rhipidomys mastacalis	X		
Delomys dorsalis		X	
*Didelphis albiventris**		X	
Monodelphis americana		X	
Philander quica		X	

Médios e grandes mamíferos

O valor estimado da riqueza de mamíferos por meio do uso de armadilhas fotográficas para este diagnóstico foi de 10 (± 1) espécies e a riqueza observada, de oito espécies de mamíferos (Figura 191), demonstrando tendência à estabilização. Essa estabilização das curvas, mesmo com valores baixos para a riqueza de espécies de mamíferos, ocorreu devido ao maior número de registros terem ocorrido na primeira campanha amostral (estação seca), quando comparado a segunda campanha (chuvosa). O maior número de registros na estação seca é algo comum para o grupo dos mamíferos, uma vez que nesse período há uma menor disponibilidade de recursos, de forma que os mamíferos de médio e grande porte, que são as espécies-foco desse tipo de método, geralmente circulam mais em busca de recursos, aumentando assim o número de registros (BEGON *et al.*, 2007).

Figura 191 Curva de acumulação de médios e grandes mamíferos por meio das armadilhas fotográficas na Área de Estudo Local (AEL) e Área do Projeto.

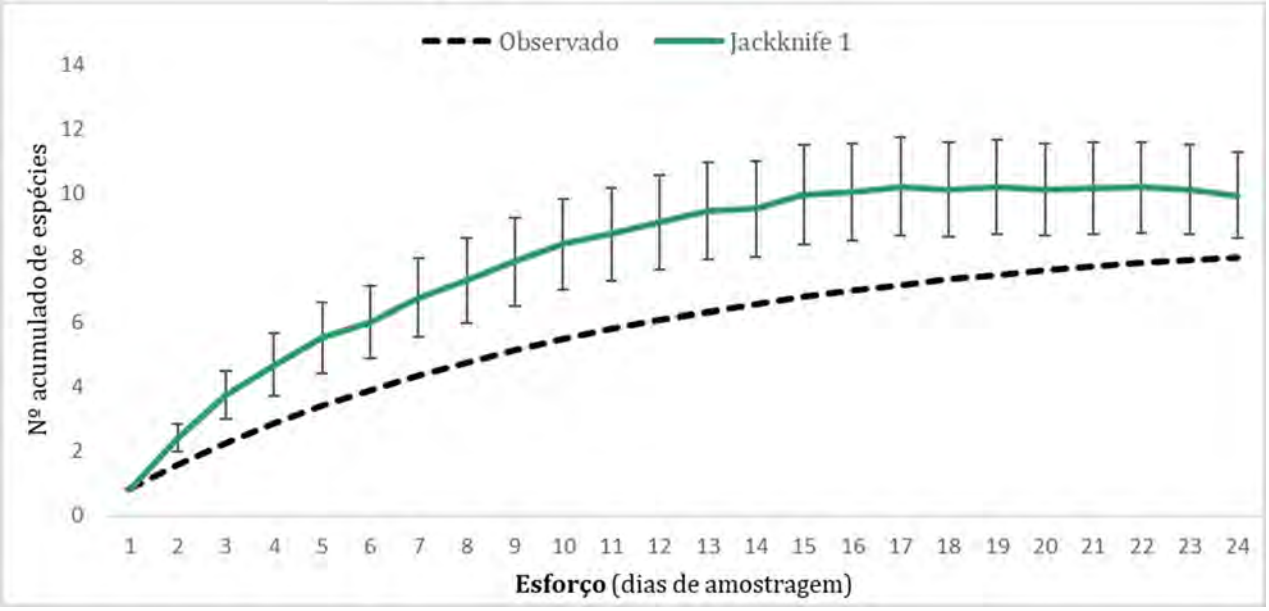


Foto: SETE, 2020

Foto 202 Registro de *Lycalopex vetulus* (raposinha-do-campo) por meio de armadilha fotográfica no ponto MAS02 na Área do Projeto.

Foto: SETE, 2020

Foto 203 Registro *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) por meio de armadilha fotográfica no ponto MAS08 na Área do Projeto.

Foto: SETE, 2020

Foto 204 Registro de *Eira barbara* (irara) por meio de armadilha fotográfica na área do Projeto.

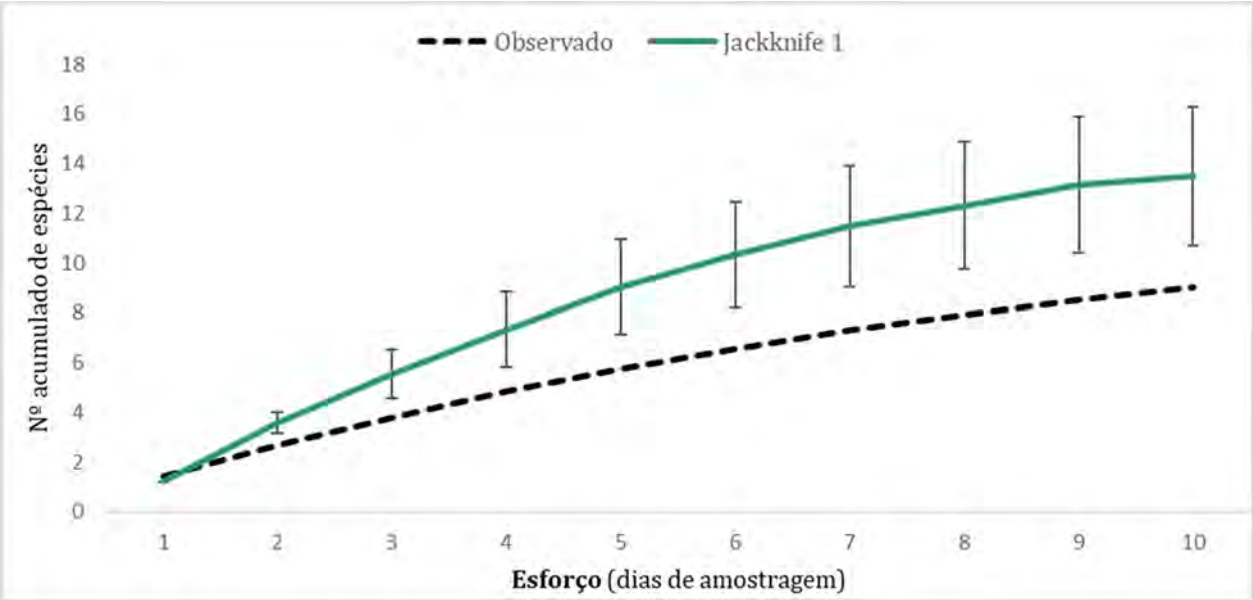
Foto: SETE, 2020

Foto 205 Registro de *Cuniculus paca* (paca) por meio de armadilha fotográfica na área do Projeto.

O valor estimado da riqueza de mamíferos por meio das buscas ativas para este diagnóstico foi de 14 (± 3) espécies e a riqueza obtida foi de nove espécies de mamíferos (Figura 192), assim ambas as curvas, contendo as riquezas de espécies observadas e estimadas, apresentam crescimento, indicando que o aumento do esforço amostral poderia resultar no incremento de novas espécies.

Assim como os resultados obtidos para as curvas obtidas por meio do método de armadilhas fotográficas, os resultados para riqueza de espécies foram mais elevados na primeira campanha (estação seca), conforme o esperado, em que os mamíferos de médio e grande porte circulam mais nessa época, gerando um número de registros maior do que na estação chuvosa.

Figura 192 Curva de acumulação de médios e grandes mamíferos por meio de busca ativa na Área de Estudo Local e Área do Projeto.



Vale lembrar que essa riqueza estimada para o método de busca ativa aproxima da riqueza total de médios e grandes mamíferos do presente estudo (15 táxons) e estes resultados demonstram a importância da adoção de métodos complementares na amostragem da mastofauna, assim como da complementaridade dos dados secundários e primários.

Neste sentido, ressalta-se que a riqueza de mamíferos de médio e grande porte listados para a AER, considerando os dados secundários utilizados, foi de 42 táxons, 27 a mais do que o valor obtido através de ambos os métodos de amostragem. Apesar de ser um valor superior ao da Riqueza Observada, cabe ressaltar que o mesmo foi obtido compilando-se diversos trabalhos realizados na área, inclusive em Unidades de Conservação. Além disso, a captura de todas as espécies de uma área, é virtualmente impossível, principalmente em se tratando de ecossistemas tropicais (SANTOS, 2006).

Foto: Daniel Coutinho, 2020

Foto 206 Registro ocasional de pegada de *Puma concolor* (onça-parda) na área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 207 Fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) registrada durante busca ativa no ponto MAS02 na área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 208 Registro de *Leopardus* sp. por meio de fezes durante busca ativa no ponto MAS03 na Área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 209 Registro de *Cerdocyon thous* (raposinha) por meio de fezes durante busca ativa no ponto MAS03 na Área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 210 Registro de carcaça de *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha) encontrada durante busca ativa na área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 211 Foto 16 Registro ocasional de pegada de *Sylvilagus brasiliensis* (tapeti) na área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 212 Registro de pegada de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) durante busca ativa na Área do Projeto.

Foto: Natália Ardente, 2020

Foto 213 Registro de pegada de *Eira barbara* (irara) durante busca ativa na Área do Projeto.

O Quadro 159 a seguir evidencia as informações das espécies registadas para cada um dos métodos aplicados para o grupo dos pequenos mamíferos terrestres.

Quadro 159Metodologia de registro das espécies da mastofauna de médio e grande porte registrada no Projeto.

Táxon	Armadilha fotográfica	Busca ativa	Registro Ocasional
Callithrix geoffroy		X	
Callithrix sp.		X	
Cerdocyon thous		X	
Chrysocyon brachyurus	X	X	
Cuniculus paca	X		
Dasypus novemcinctus	X	X	
Dasypus sp.		X	
Eira barbara	X		
Guerlinguetus aestuans		X	
Hydrochoerus hydrochaeris		X	
Leopardus sp.		X	
Lycalopex vetulus	X		
Pecari tajacu	X		
Puma concolor			X
Sylvilagus brasiliensis			X

11.6.2.3.6.5 *Status* de conservação das espécies

Algumas das espécies registradas na AEL apresentam níveis de ameaça de acordo com as listas do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), do Brasil (ICMBIO, 2018), e globalmente (IUCN, 2021) e CITES (2019) (Quadro 160).

No âmbito estadual, o caititu (*Pecari tajacu*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e a onça-parda (*Puma concolor*) constam como "Vulneráveis" (COPAM, 2010). Em nível nacional, a raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*), o lobo-guará (*C. brachyurus*) e a onça-parda (*Puma concolor*) estão listados como "Vulneráveis" (ICMBIO, 2018).

E no âmbito global, apenas o lobo-guará (*C. brachyurus*) consta como "Quase Ameaçado" (IUCN, 2021). Vale ressaltar que, essas espécies categorizadas dessa forma, apesar de não representarem espécies ameaçadas, apresentam suas categorias sempre atualizadas a cada ano, portanto, é importante o relato dessas para um acompanhamento global de suas populações.

Além disso, é importante ressaltar que as duas espécies de sagui (*Callithrix* sp. e *C. geoffroyi*), o caititu (*P. tajacu*), o cachorro-do-mato (*C. thous*), o lobo-guará (*C. brachyurus*) e a onça-parda (*P. concolor*) constam no Apêndice II do CITES (2019), os quais representam espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência.

Ainda, três espécies constam nos Planos de Ação Nacional (ICMBIO, 2021): o lobo-guará (*C. brachyurus*) e a raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*), contemplados no Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Canídeos Silvestres - PAN Canídeos, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros - CENAP, publicado em julho de 2018 (ICMBIO, 2021). A onça-parda, *Puma concolor*, passou a ser contemplada no Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Grandes Felinos - PAN Grandes Felinos, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros - CENAP, publicado em junho de 2018.

Quadro 160 Mamíferos terrestres ameaçados, quase ameaçadas ou vulneráveis de extinção na Área de Estudo Local e Área do Projeto.

Legenda: Status de Ameaça – MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018), Global: IUCN (2021); NT: Quase ameaçada; VU= Vulnerável; CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "- ": Pouco preocupante (*Least Concern*) ou não consta na referida lista de espécies ameaçadas.

Táxon	Nome Popular	Status de Conservação			CITES
		MG	BR	Global	
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	VU	VU	QA	II
Lycalopex vetulus	raposinha-do-campo	-	VU	-	-
Pecari tajacu	caititu	VU	-	-	II
Puma concolor	onça-parda	VU	VU	-	II

11.6.2.3.6.6 Espécies de interesse econômico e/ou cultural

A caça é uma atividade importante para o complemento proteico na alimentação de comunidades rurais e de baixa renda nas regiões tropicais (BENNET, 2002; BODMER e ROBINSON, 2004). As espécies cinegéticas mais importantes registradas neste diagnóstico foram *Cuniculus paca* (paca), *Dasypus* sp. (tatu), *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha) e *Pecari tajacu* (caititu).

As espécies de tatu, dentre eles *Dasypus novemcinctus*, representam espécies muito caçadas, devido as suas altas abundâncias e fácil detecção. Esta espécie de tatu ainda não se encontra ameaçada de extinção por apresentar uma ampla distribuição geográfica (REIS *et al*., 2006).

Segundo Campos (2008), o caititu e a paca são as espécies mais caçadas culturalmente, juntamente com as cutias.

11.6.2.3.6.7 Espécies exóticas e/ou potencialmente danosas

Dentre as espécies presentes na AEL desse Projeto, é importante destacar uma espécie exótica invasora, *Rattus rattus* (rato). Em ecossistemas naturais em todo o mundo, *R. rattus* é considerado o roedor invasor mais prejudicial (RUFFINO *et al*., 2009; TRAVESET *et al.,* 2009; BANKS e HUGHES, 2012). Na América do Sul, há casos marcantes de efeito de roedores introduzidos em espécies nativas, como outros pequenos roedores nativos, pássaros, predação de ovos de pássaros, além disso, são vetores da maioria de doenças epidemiológicas a humanos (SHEPHERD e REBECCA, 2012; JAKSIC, 1998; LOBOS *et al.,* 2005).

Dentre as doenças humanas transmitidas por mamíferos silvestres (lepra, febre maculosa, etc.), *Didelphis albiventris* possui um forte potencial como transmissor da lepra, *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) e *Callithrix* spp. (saguis) atuam como reservatórios do vírus da raiva. Os canídeos (Família Canidae; Ordem Carnivora) são considerados, em segundo lugar, se tratando dos principais reservatórios silvestres do vírus da raiva, em que o primeiro lugar é ocupado pelos morcegos. No Brasil, a doença tem sido cada vez mais frequente em *C. thous* (cachorro-do-mato) e há um outro ciclo epidemiológico da raiva em *Callithrix* spp. (saguis), espécie em que a distribuição da doença é desconhecida. Isso tem sido um desafio para a vigilância epidemiológica e para a saúde pública de um modo geral (KOTAIT *et al*., 2007).

11.6.2.3.7 Diagnóstico conclusivo da Área de Estudo com foco na Mastofauna Terrestre

No presente diagnóstico, todas as espécies de mamíferos registradas por dados primários já haviam sido registradas para a região (dados secundários para a caracterização regional), portanto, nenhuma espécie dentre as encontradas representou um novo registro para a AEL e Área do Projeto. Também não foram registradas espécies novas (ainda não descritas na literatura científica).

As curvas de acumulação de espécies para alguns dos métodos aplicados, mostram que ainda podem ser registradas espécies na AEL, o que é corroborado pelos dados obtidos ocasionalmente e com base nos dados secundários em geral. A riqueza de espécies de mamíferos obtida (28 táxons) representa 38,3% do total de espécies com possível ocorrência para a região com base nos dados secundários, sendo que 71,8% das espécies já haviam sido registradas na AEL segundo os dados no BDBIO-VALE (2020).

O maior número de espécies e de indivíduos/registros de mamíferos terrestres, ocorreu na fitofisionomia Floresta Estacional em estágio médio de regeneração (18 espécies, 37 indivíduos/registros), em que foram registrados índices de diversidade e de equitabilidade também mais elevados do que nos demais pontos amostrais. Os índices de dominância de Simpson, tanto para os pequenos quanto para os médios e grandes mamíferos, foram baixos, o que demonstra, junto com os dados de equitabilidade, que a distribuição das espécies de mamíferos, tanto de pequeno quanto de médio e grande porte, se deu de forma mais igual na comunidade da AEL desse Projeto, sem espécies dominantes para ambos os grupos da mastofauna terrestre.

A similaridade entre os pontos foi baixa, em que a maior foi obtida entre a Floresta Estacional em estágio inicial e área alterada (Eucaliptal/pastagem) (47%), pois ambos compartilharam a maior parte das espécies, já na Floresta Estacional em estágio médio, como foi obtido o maior número de riqueza, abundância e índices de diversidade, se mostrou menos similar as demais. Em geral, a composição fitofisionômica de todos os pontos era distinta, justificando, portanto, um número bastante elevado de espécies exclusivas na Floresta Estacional em estágio médio. Entretanto, nas duas outras fitofisionomias essa exclusividade pode ter ocorrido devido ao acaso, sabendo que todas as espécies são generalistas quanto ao uso do habitat.

Na AEL desse Projeto, foram registradas quatro espécies de mamíferos não voadores classificadas como ameaçadas conforme as listas oficiais consultadas (COPAM, 2010; ICMBio, 2018; IUCN, 2021), a saber: *Chysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Lycalopex vetulus* (raposinha), *Pecari tajacu* (caititu) e *Puma concolor* (onça-parda) Além disso, seis espécies constam no Apêndice II do CITES e quatro são endêmicas do bioma Mata Atlântica Importante citar que a presença destas espécies possivelmente não se deve apenas ao grau de preservação dos ambientes amostrados na AEL, mas também à existência das áreas protegidas no entorno da AEL (RPPN Diogo na porção leste) e da AER, limítrofe à Serra do Gandarela e Serra do Caraça. No que diz respeito aos mamíferos de médio e grande porte ameaçados, que apresentam exigência de maiores áreas de vida e quantidade de recursos, elevada capacidade de dispersão, tais espécies não estão restritas à AEL, estendendo sua distribuição para além dos limites da mesma, inclusive nas UCs de entorno cujas ocorrências foram indicadas nos dados secundários do presente estudo.

11.6.2.4 Mastofauna Voadora - Quirópteros

11.6.2.4.1 Introdução

Os morcegos são mamíferos que pertencem à ordem Quiróptera, sendo os únicos nesse grupo com capacidade real de voo sustentado. Esta ordem é atualmente representada no Brasil por 181 espécies de morcegos, distribuídas entre nove famílias e 69 gêneros (GARBINO *et al*., 2020). Destas, 83 possuem registro para o estado de Minas Gerais (TAVARES *et al*., 2010; GREGORIN & LOUREIRO, 2011; GREGORIN *et al*., 2011; CARVALHO *et al*., 2013; FALCÃO *et al*., 2014; MORAS *et al*., 2014), quantitativo este correspondente a 45% das espécies de morcegos brasileiros.

O sucesso da distribuição de morcegos em Minas Gerais pode ser explicado, possivelmente, pela confluência de três biomas presentes no estado: a Mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga. Cada um destes biomas possui características ambientais específicas, propiciando condições para a sobrevivência de uma grande diversidade de espécies (TAVARES *et al*., 2010). Devem ser considerados, ainda, os ambientes transicionais de Cerrado e Mata Atlântica que abrigam as litologias ferruginosas de Minas Gerais, onde o Projeto se insere.

O Brasil abriga duas das maiores reservas de minério de ferro do mundo: o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, e a região de Carajás, no Pará (CAMPOS & CASTILHO, 2012; CARMO, 2010). O Quadrilátero Ferrífero, onde o Projeto se insere, é um distrito mineral representativo mundialmente (SPIER *et al.,* 2003) que consiste em um ecótono onde a Mata Atlântica encontra com o Cerrado (VELOSO *et al*., 1991), ambos estes biomas considerados *hotspots* para conservação da biodiversidade (MYERS *et al*., 2000; MITTERMEIER *et al*., 2005). Devido ao histórico de atividades de extração mineral existentes no estado de Minas Gerais e, ainda, ao processo histórico de ocupação e de alterações ambientais advindos de outras atvidades antrópicas, a região atualmente apresenta com ambientais naturais fragmentados.

Os morcegos tropicais ocupam diversos tipos de ambientes e fitofisionomias, entre estes os ecossistemas ferruginosos. As características tão próprias destes locais conduziram a existência de uma flora rica e, em grande parte, endêmica (JACOBI *et a*l., 2007; VIANA & LOMBARDI, 2007). Essa heterogeneidade ambiental é refletida em oferta de alimento e abrigo para os morcegos, sendo as cavernas ali presentes de grande importância para estes animais (TAVARES *et al.,* 2012; GOMES *et al*., 2013a; GOMES, 2014; MORAS *et al*., 2014). A qualidade de hábitat é, portanto, um fator de grande influência na composição da taxocenose deste grupo, cujos estudos têm demonstrado a sensibilidade dos morcegos a, basicamente, restrições de recursos como alimento e abrigo (COSSON *et al*., 1999; AGUIRRE *et al*., 2003).

Morcegos são importantes indicadores ambientais, respondendo às alterações no ambiente, notadas através de mudanças nos padrões de atividade e, por vezes, resultando em variação na riqueza e substituição de espécies em áreas alteradas (WILLIAMS-GUILLÉN; PERFECTO, 2011). O principal método de amostragem de morcegos nos neotrópicos é a captura por redes de neblina (MEYER et al., 2015) o que restringe a amostragem apenas para os animais da família Phyllostomidae, uma vez que os morcegos das famílias de insetívoros como Vespertilionidae, Molossidae e Emballonuridae conseguem detectar a presença da rede de neblina com maior eficácia (KUENZI; MORRISON, 1998), sendo pouco representados em amostragens com esse método.

A principal alternativa para amostragem dos morcegos insetívoros é a utilização do monitoramento acústico (SHERWIN et al., 2000). Os morcegos insetívoros emitem pulsos ultrassônicos para se locomover e forragear no ambiente (GRIFFIN, 1953). Estes pulsos possuem padrões distintos para cada família, gênero e espécie (DENZINGER et al. 2004; JONES & TEELING, 2006), o que permite uma identificação precisa para várias espécies de morcegos (JUNG et al., 2007; JUNG et al, 2014; ZAMORA-GUTIERREZ et al., 2016). Porém, este método possui pouca eficácia na identificação de morcegos da família Phyllostomidae, por conta principalmente da intensidade do chamado acústico destes animais (KALKO, 2004), aliado a raros estudos que caracterizam o chamado acústico para a família (BARATAUD; GIOSA, 2013; RODRÍGUEZ-SAN PEDRO; ALLENDES, 2017). Vale pontuar, ainda, que os estudos que utilizam de forma conjunta o monitoramento acústico e captura por redes de neblina ainda são raros no Brasil (HEER et al., 2015; DIAS – SILVA, 2017).

Apesar da relevância econômica e ambiental dos ecossistemas ferruginosos, pouco se sabe ainda sobre a fauna associada de morcegos, ou até mesmo sobre seu pape ecológico desempenhado nestes locais. Devido, portanto, à variedade do grupo e à sua sensibilidade ambiental, o grupo dos quirópteros tem sido considerados bons indicadores de qualidade ambiental nas regiões neotropicais (FENTON *et al*., 1992; MEDELLÍN *et al*., 2000), sendo de grande importância para o presente estudo.

11.6.2.4.2 Metodologia

O levantamento dos dados secundários para a caracterização da composição da quiropterofauna considerou o estudo de FALCÃO *et al*., (2003), realizado na RPPN Santuário do Caraça (distante da Área de Estudo Local aproximadamente 50 km), e os dados consultados via BDBio - Banco de Dados da Biodiversidade da Vale. Os estudos consultados via BDBio são elencados a seguir:

- BIOMA Meio Ambiente. 2010. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa.
- BIOMA Meio Ambiente. 2014. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa.
- BIOMA Meio Ambiente. 2015. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa.

Outros estudos relacionados à quiropterofauna do Quadrilátero Ferrífero, de Minas Gerais de morcegos associados a ambientes ferruginosos cavernícolas foram consultados. No entanto, e considerando os critérios de delimitação de área para utilização de dados contemplados pela AER delimitada, tais informações não puderam ser utilizadas na presente caracterização regional.

Vale ressaltar, por fim, que a consulta realizada apurou que todos os registros da mastofauna voadora são relativos ao Monitoramento de Fauna na Mina de Água Limpa - ou seja, todos eles inseridos na AEL do Projeto em pauta.

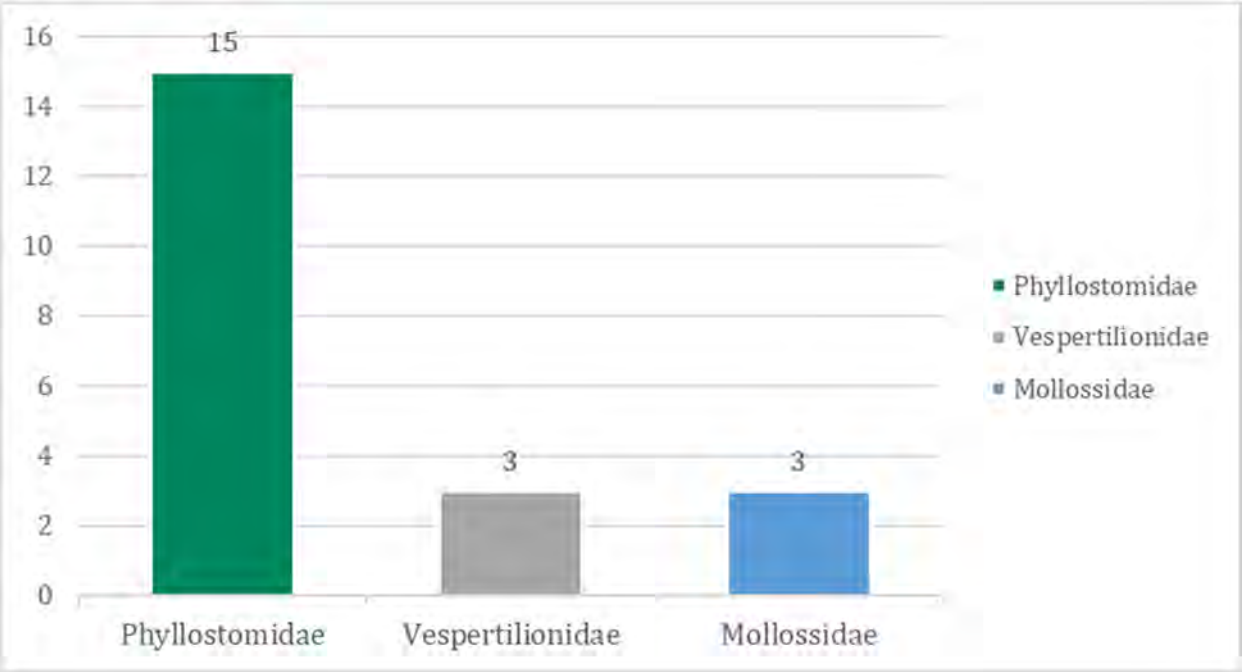
11.6.2.4.3 Contextualização da Quiropterofauna na Área de Estudo Regional (AER)

Foram compiladas 21 espécies de morcegos com ocorrência potencial na AER do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**. A lista dos táxons regionais, fonte de cada registro e demais informações são apresentadas na Lista Digital da Fauna de Potencial Ocorrência na Área de Estudo Regional - **Anexo 14** deste EIA.

Três famílias foram representadas nos estudos consultados: Phyllostomidae (n=15 espécies), Vespertilionidae (n= 3) e Molossidae (n=3). A Figura 193 a seguir ilustra a representatividades das famílias registradas nos dados consultados.

Nenhuma das espécies de morcegos listada para o presente estudo consta nas Listas consultadas de espécies ameaçadas (estadual, nacional e/ou global). No entanto, vale ressaltar que *Vampyressa pusilla,* da família Phyllostomidae, consta como "Deficiente de Dados" (IUCN, 2021), status relevante, apesar de não caracterizar ameaça à espécie. Tal classificação indica que o táxon necessita, ainda, de mais informações sobre sua distribuição, ecologia, tipos de ameaça e tamanho populacional (IUCN, 2021).

Figura 193 Representatividade das famílias de mamíferos terrestres registradas para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Os morcegos da família Phyllostomidae estão amplamente distribuídos por todo o Brasil, sendo essa a família mais numerosa - e, por este motivo, é comumente bem representada em estudos faunísticos. Eles desempenham papel fundamental na regulação e manutenção de alguns processos ecológicos dos ecossistemas neotropicais, já que possui uma diversificada riqueza com variados hábitos alimentares, incluindo animais folívoros, frugívoros, nectarívoros, polinívoros, insetívoros, carnívoros e hematófagos (BERNARD & FENTON, 2006; REIS *et al*., 2007).

A diversidade dos Phyllostomídeos é representativa nas altas taxas de capturas de exemplares desta família, sempre bem representados em inventários com uso de metodologias tradicionais (rede-de-neblina e busca em abrigos diurnos). Tal fato se dá ao uso do sub-bosque nas atividades de forrageio para alimentação, facilitando seu registro e captura com estas metodologias.

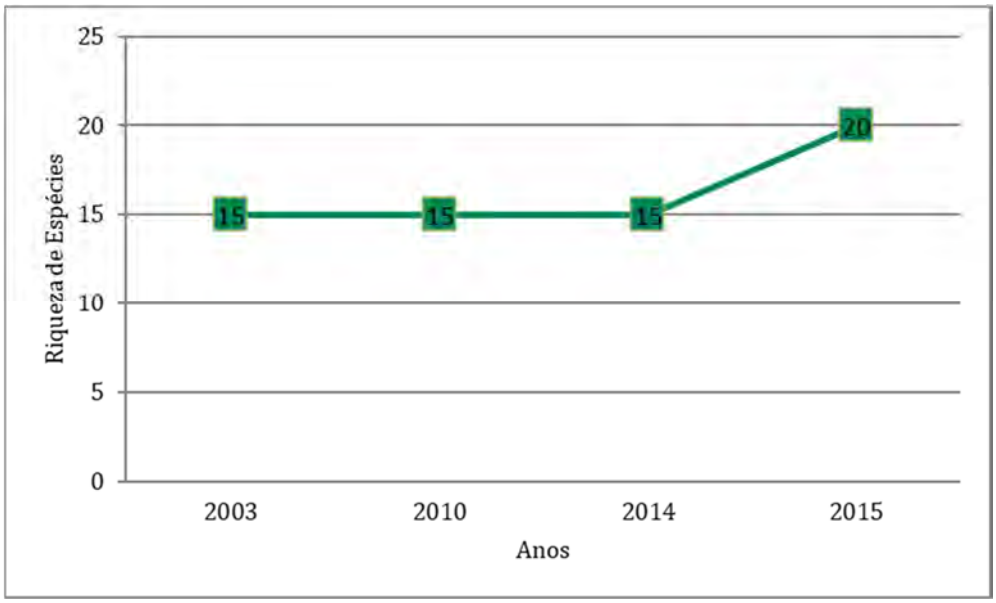
Entretanto, enquanto muito se sabe sobre os morcegos da família Phyllostomidae, é restrito o conhecimento dos morcegos pertencentes às famílias Vespertilionidae e Molossidae, mesmo que representando uma parcela significativa da diversidade do grupo (SIMMONS, 2005).

A família Molossidae é a quarta mais rica em táxons de acordo com a compilação de SIMMONS (2005), representada por morcegos exclusivamente insetívoros e capturando suas presas durante o voo. Algumas espécies desta família são comumente encontradas em construções urbanas, utilizando frestas de telhados ou prédios como abrigo diurno (GARDNER, 2007, BREDT *et al*., 1996).

A família Vespertilionidae, por sua vez, é encontrada em todos os continentes, exceto na Antártida (GARDNER *et al*., 2008). No Brasil há ocorrência de duas subfamílias, quatro gêneros, e 26 espécies (GARBINO *et al*., 2020). Um serviço ecossistêmico muito importante prestado pelos morcegos insetívoros é o controle de pragas e insetos, alguns de importância médica e agrícola (KUNZ *et al*., 2011).

Na Figura 194 a seguir é apresentada a curva do conhecimento para as espécies da mastofauna voadora obtida mediante consulta de dados secundários para a AER. A curva evidência que novos estudos poderão, ainda, acrescentar informações à lista de espécies da região.

Figura 194 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) de morcegos de acordo com dados levantados para a AER do Projeto.



11.6.2.4.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto

O diagnóstico dos quirópteros foi executado mediante a realização de duas campanhas de campo, quando foram visitadas nove áreas de amostragem situadas na Área de Estudo Local e do Projeto. O Quadro 161 a seguir evidencia as datas das amostragens realizadas.

Quadro 161 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Mastofauna Voadora.

Grupo da Fauna	Estação do ano	Data da Campanha
Mastofauna Voadora	Seca	06 a 08 de outubro de 2020
	Chuva	09 a 11 de dezembro de 2020

Fonte: Sete, 2021.

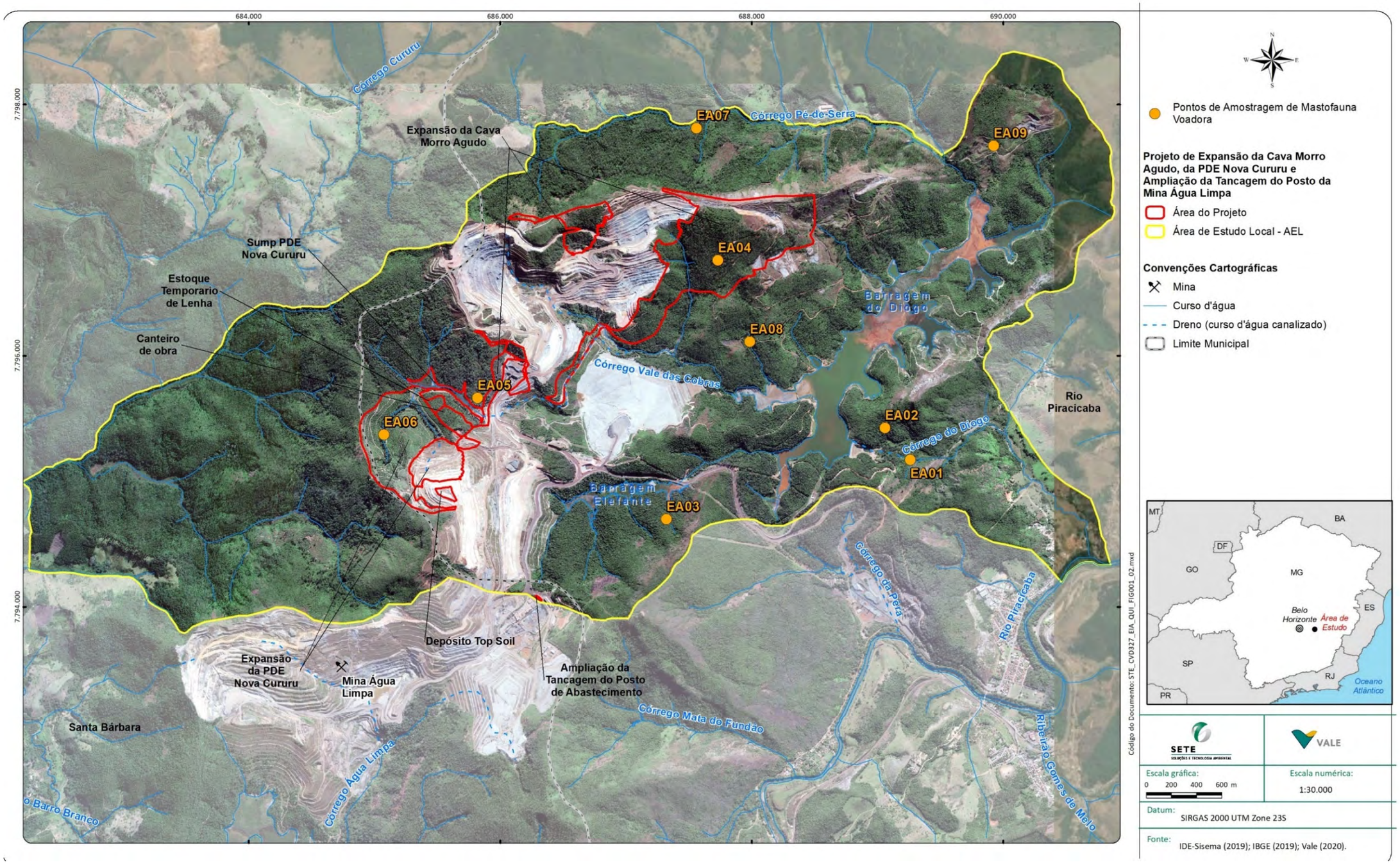
A localização das áreas amostrais pode ser visualizada no Quadro 162 e Figura 195 apresentados a seguir.

Quadro 162 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Mastofauna Voadora do Projeto.

Área Amostral	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso23K)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
	X (mE)	Y (mN)			
EA01	689259	7795170	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Fragmento florestal com árvores de porte médio/alto, presença de cipós e vegetação rasteira.	AEL
EA02	689058	7795426	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Clareira formada por uma queda de árvore de grande porte, característica do local amostrado.	AEL
EA03	687320	7794698	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Pequena clareira de afloramento rochoso em mata com árvores de porte grande, próximo a riacho.	AEL
EA04	687730	7796760	Plantio de eucalipto não manejado	Plantação de eucaliptos que foi consumida por incêndio.	Área do Projeto
EA05	685820	7795663	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Fragmento florestal com presença de vegetação rasteira, arbustos espinhentos e árvores pioneiras.	Área do Projeto
EA06	685075	7795371	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	Pequeno fragmento florestal entre áreas de plantação de eucalipto, presença de nascestes de água.	AEL
EA07	687560	7797812	Plantio de eucalipto não manejado	Pequeno fragmento florestal entre áreas de plantação de eucalipto, próximo a riacho.	AEL
EA08	687985	7796111	Plantio de eucalipto não manejado	Floresta de eucaliptos com presença de alguns indivíduos arbóreos.	AEL
EA09	689924	7797671	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Fragmento florestal com árvores esparsadas, de porte médio que foi consumida pelo fogo e estava em processo inicial de regeneração.	AEL

Fonte: Sete, 2021.

Figura 195 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da mastofauna voadora, situadas na Área de Estudo Local do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Para amostragem acústica foram utilizados gravadores ultrassônicos autônomos AudioMoth (*Open Acoustic Devices*, Southampton, RU), fixados em campo a cerca de 1,5 metros do nível do solo e com o microfone inclinado a 45° em direção ao céu (Foto 214 a Foto 217). Para garantir a independência de cada amostra, os detectores foram instalados em pontos distintos, com distância mínima de 700 metros entre eles. Para a análise de dados considerou-se cada detector de morcegos em um ponto como a unidade amostral, aqui denominada noite de amostragem.

Foto: Henrique Rabello.

Foto 214 Gravador utilizado para a Amostragem acústico de morcegos.

Foto: Henrique Rabello.

Foto 215 Instalação do gravador para coleta de dados.

Foto: Henrique Rabello.

Foto 216 Gravador instalado e ativado para coleta de dados.

Foto: Henrique Rabello.

Foto 217 Gravador instalado e ativado para coleta de dados.

Foi determinado como estímulo mínimo para ativação do gravador sons ultrassônicos de 6 dB, tendo como filtro chamados acústicos entre 8 e 192 Khz, com uma taxa de amostragem de 384 Khz, *em Full spectrum* mantendo todas as características dos sons, possibilitando uma maior precisão na identificação (SCHNITZLER & KALKO, 2001). Foi considerado como uma passagem de morcego (*Bat pass)* a sequência de duas ou mais chamadas de ecolocalização limitadas pelo tempo de pós gatilho ou por uma chamada de alimentação - *Feed buzz* (FENTON, 2004). Para evitar a gravação de várias passagens de um mesmo indivíduo foi considerado o tempo de dois minutos para o registro de uma passagem da mesma espécie. As passagens foram gravadas em cartões de memória inseridos nos gravadores acústicos.

Cada gravador foi programado para ser ativado em horário crepuscular (18:30h) e permanecer ativo até a manhã seguinte (06:30h), totalizando 12 horas de amostragem em cada ponto, a cada campanha. O esforço de amostragem, detalhado para cada fitofisionomia, pode ser visualizado no Quadro 163 a seguir.

Quadro 163 Esforço amostral aplicado para a metodologia de gravadores ultrassônicos da mastofauna voadora.

Legenda: Fitofisionomia: FESD = Floresta Estacional Semidecidual.

Fitofisionomia	Área amostral	Quantidade de Gravadores	Esforço Amostral – por ponto/campanha	Campanhas	Esforço Amostral Total
FESD em estágio inicial de regeneração	EA01, EA05, EA09	1	12h	2	72h
FESD em estágio médio de regeneração	EA02, EA03, EA06	1	12h	2	72h
Reflorestamento com Eucalipto	EA04, EA07, EA08	1	12h	2	72h
Esforço Total do método					**216h**

11.6.2.4.5 Análises de dados

A lista de espécies levantada para o grupo dos quirópteros contou com informações levantadas em campo (dados primários), os quais foram utilizados para as análises quantitativas descritas a seguir. A demais espécies que compõem a lista do presente estudo, consultados via dados secundários (e que foram registradas na AEL), foram incluídas de forma qualitativa para composição da lista e discussões pertinentes.

11.6.2.4.5.1 Identificação acústica e determinação de sonótipos

A identificação acústica e a criação dos espectrogramas foram realizadas no software Raven (RAVEN-PROGRAM, 2014). Os sonogramas foram analisados com taxas de amostragens de 384 kHz somadas a uma janela de *Hanning* para redução de perda espectral dos sinais. O tamanho da *Fast Fourier transform* – FFT (algoritmo que converte um sinal original para uma representação em frequência) foi de 1024 para a visualização dos sonogramas e, também, para os gráficos de potência (*power spectra*). Foram extraídos os seguintes parâmetros acústicos: frequência inicial, frequência final, frequência de maior energia, bandwidth, número de harmônicas e duração da chamada.

Com os parâmetros acústicos aferidos, foram utilizadas as seguintes chaves de identificação acústica: LÓPEZ-BAUCELLS *et al,* (2016) e ARIAS-AGUILAR *et al*. (2018), além de chamados de referência cedidos pelo Instituto de Pesquisa da Amazônia (APPEL *et al*., 2016). Para confirmação das identificações acústicas, os parâmetros acústicos foram organizados por espécies identificadas e aplicado à análise multivariada de Discriminante (LDA) no software PAST 4.1 (HAMMER, 2017).

11.6.2.4.5.2 Índices e testes estatísticos aplicados

Com o auxílio do software Estimates S (COLWELL, 2013), foi calculada a riqueza esperada utilizando-se o método Jackknife 1, que permite estimar a riqueza de espécies com base na presença ou ausência de indivíduos na área.

Foram elaboradas curvas de acumulação de espécies utilizando-se noites degravação como unidade básica de amostragem. A estabilização da curva do coletor indica que o número de unidades amostrais utilizadas permitiu uma amostragem suficiente da fauna de uma determinada área. Este resultado foi comparado à curva gerada pelo estimador de riqueza Jackinife 1, analisando conjuntamente a riqueza total observada, as espécies que ocorrem apenas em uma amostra ("uniques") e o número de amostras (SANTOS, 2004).

Os índices de Shannon–Weaver (H'); equitabilidade de Pielou (J'); índices de similaridade de Jaccard (J) foram aplicados de forma comparativa entre os pontos, considerando-se as áreas de amostragem como unidades independentes.

11.6.2.4.5.3 Verificação de espécies ameaçadas e de interesse para conservação

Para verificação de animais ameaçados foram checadas: lista estadual (COPAM, 2010), lista nacional (MMA, 2014), Lista Mundial (IUCN, 2021) e Planos de Ação Nacional para conservação da fauna (ICMBio) Para determinar a ocorrência de espécies raras e endêmicas foram utilizadas listas de ocorrência de espécies e trabalhos científicos sobre o assunto (NOGUEIRA *et al*. 2014; TAVARES *et al*. 2010). As atividades de fauna foram realizadas mediante Autorização de Manejo de Fauna emitida pela SEMAD, apresentada no **Anexo 13** do presente estudo.

11.6.2.4.6 Caracterização da quiropterofauna nas Áreas de Estudo Local -AEL e do Projeto

11.6.2.4.6.1 Composição e distribuição

Ao fim das análises dos sonogramas obtidos por meio das gravações foram identificadas 24 espécies/sonótipos de morcegos, pertencentes a três famílias (Quadro 164) - Emballonuridae, Molossidae e Vespertilionidae. Os sonogramas representativos de cada espécie identificada são apresentados nas figuras (Figura 196 a Figura 198). Considerando, ainda, dados secundários disponíveis para a Área de Estudo local, outros 18 táxons (famílias Molossidae e Phyllostomidae) foram incluídas na lista de espécies, totalizando 42 morfotipos para o grupo dos quirópteros.

Em seguida são apresentados os resultados referentes a análise discriminantes (LDA), para as famílias Emballonuridae, Vespertilionidae e Molossidae. Em relação a família Emballonuridae (Figura 196) é possível notar a formação de dois grupos distintos, sendo um *Peropteryx macrotis* e outra denominada como *Peropteryx* sp. Esta última possui padrões acústicos similares a *Peropteryx trinitatis*, porém como esta espécie não possui distribuição para Minas Gerais.

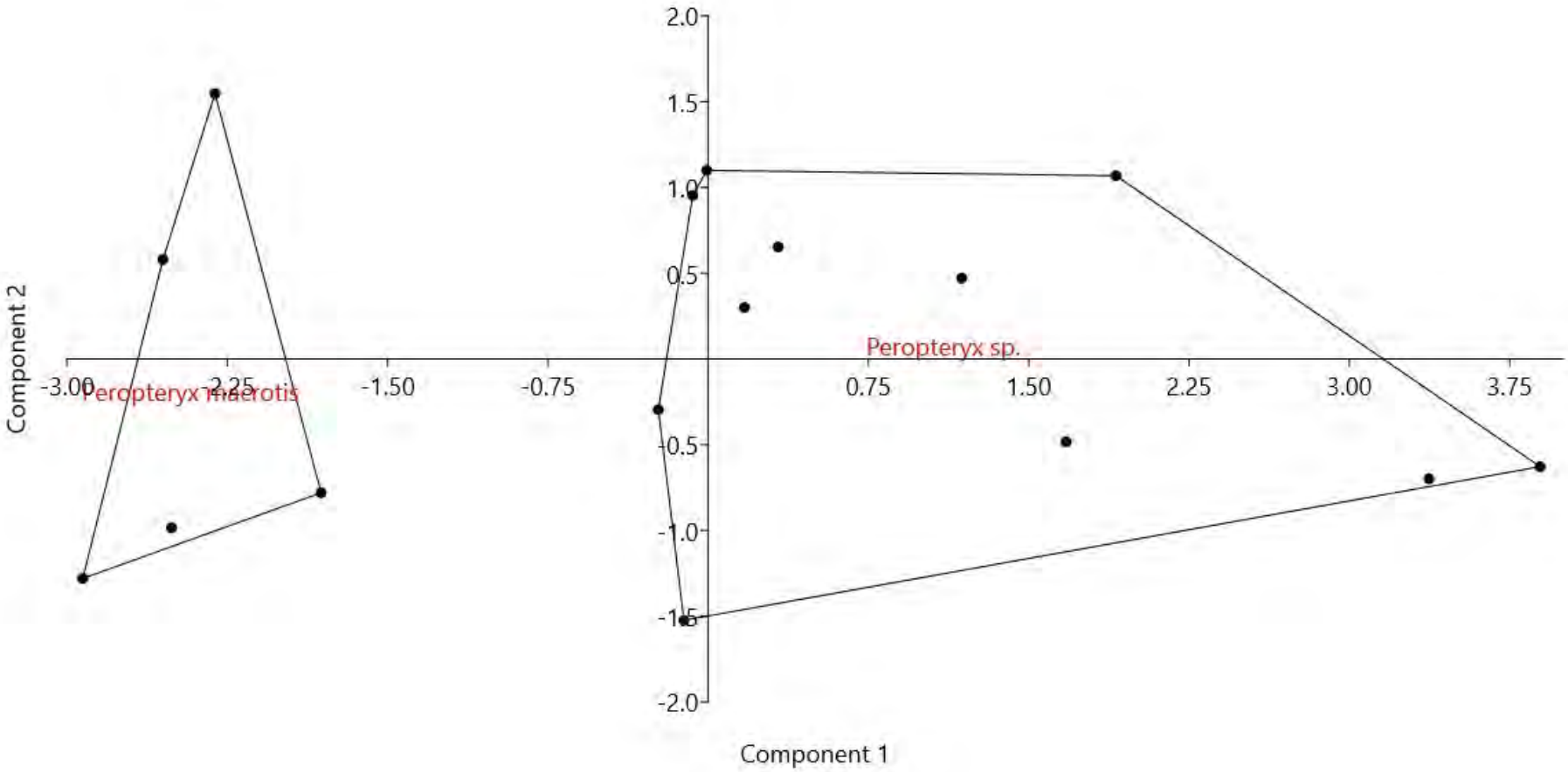
Quadro 164Lista de espécies de morcegos registradas na Área do Projeto, ao longo das duas campanhas de amostragem do presente Projeto.

Legenda: Status de Conservação MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" não avaliada. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "- ":não incluída nos anexos da CITES.

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte de dados	Status de Conservação			CITES
					MG	BR	Global	
Chiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Peropteryx* sp.	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera	Molossidae	*Cynomops* sp.	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Eumops perotis*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Eumops* sp.	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Molossidae* sp1.	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Molossops neglectus*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Molossus molossus*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Molossus* sp.1	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Molossus* sp.2	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Promops centralis*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Promops nasutus*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Tadarida brasiliensis*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus brasiliensis*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Eptesicus chiriquinus*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Eptesicus furinalis*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Histiotus* sp.	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Histiotus velatus*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Lasiurus blossevillii*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Lasiurus* sp.	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Myotis nigricans*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Myotis riparius*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Myotis ruber*	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Myotis* sp.1	Morcego	primário	-	-	-	-

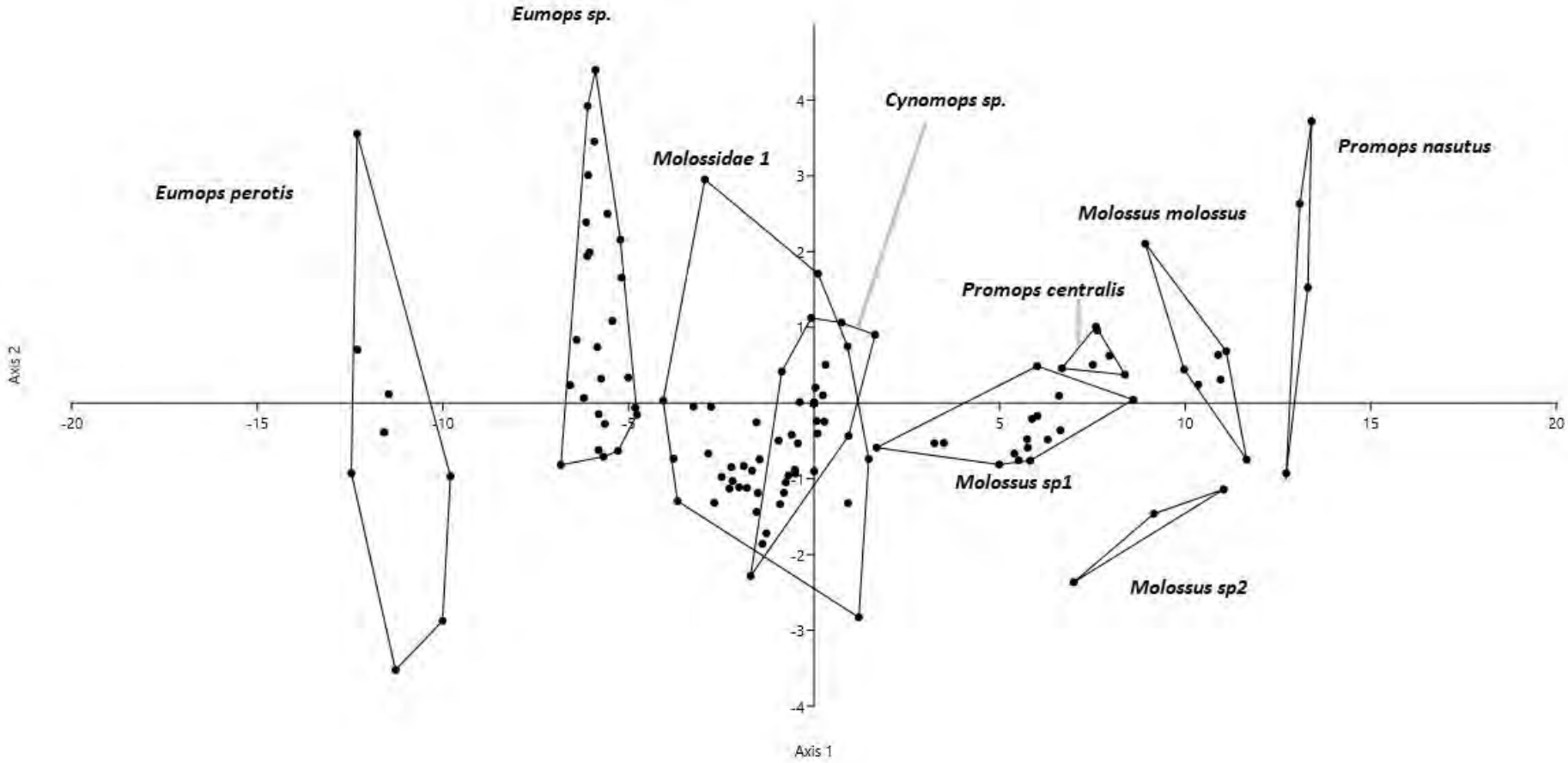
Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte de dados	Status de Conservação			CITES
					MG	BR	Global	
Chiroptera		*Myotis* sp.2	Morcego	primário	-	-	-	-
Chiroptera		*Eptesicus brasiliensis*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Lasiurus blossevillii*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Anoura caudifer*	Morcego beija flor	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Anoura geoffroyi*	Morcego beija flor	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Artibeus fimbriatus*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Artibeus lituratus*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Artibeus planirostris*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Carollia brevicauda*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Carollia perspicillata*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Chrotopterus auritus*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Desmodus rotundus*	Morcego Vampiro	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Glossophaga soricina*	Morcego beija flor	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Platyrrhinus lineatus*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Pygoderma bilabiatum*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Sturnira lilium*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Uroderma bilobatum*	Morcego	secundário	-	-	-	-
Chiroptera		*Vampyressa pusilla*	Morcego	secundário	-	-	-	-

Figura 196 Análise discriminante (LDA) para espécies da família Emballonuridae.



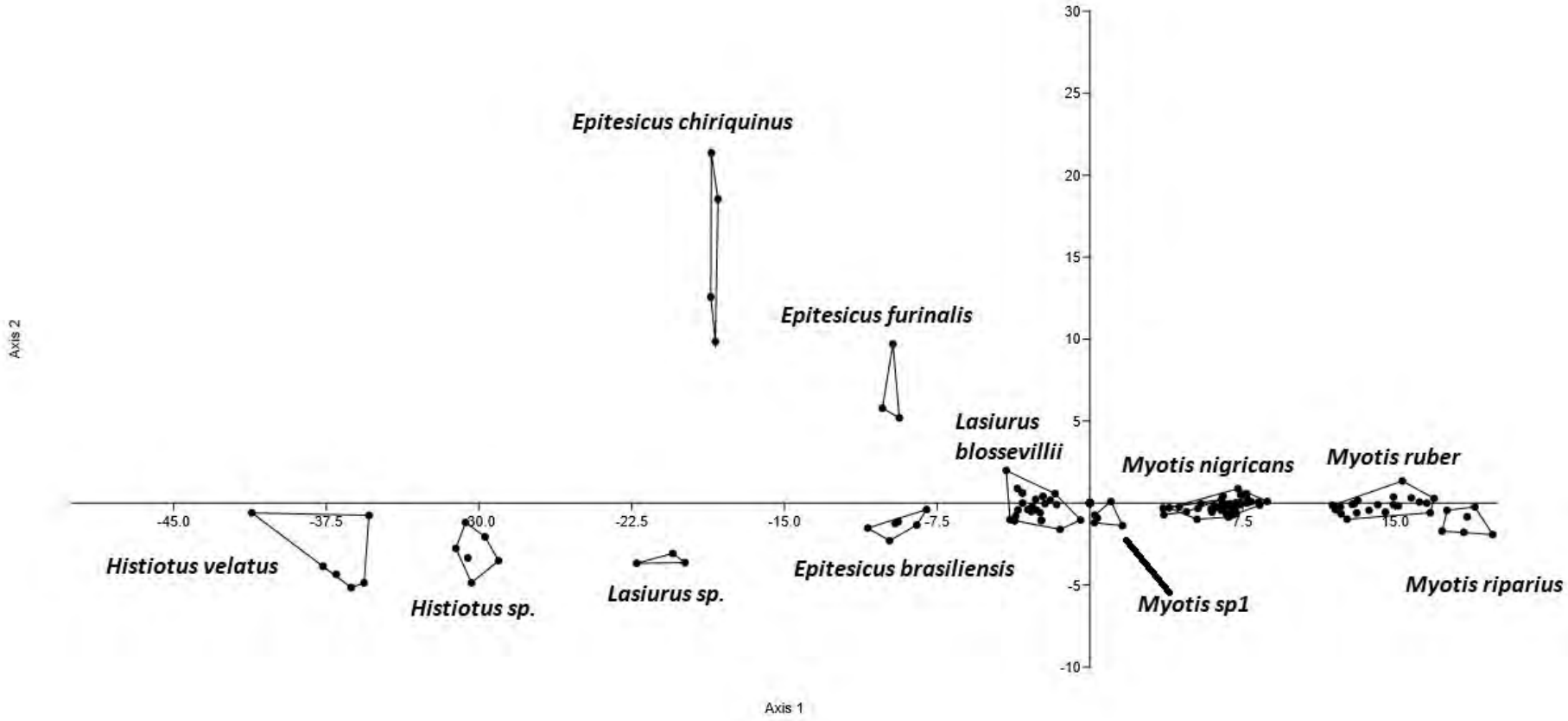
Sobre os morcegos da família Molossidae (Figura 197) é possível notar a formação de nove grupos, sendo que *Molossops neglectus* não foi incluído nas análises por apresentar uma assinatura vocal totalmente distinta, sendo facilmente identificável. Nota-se que há uma sobreposição entre o grupo Molossidae 1 e *Cynomops* sp. Esta sobreposição se deve a semelhança nos parâmetros aferidos do chamados de ecolocalização, no entanto *Cynomops* sp. possui a estrutura do chamado totalmente distinta do agrupamento Molossidae 1. Sobre o agrupamento Molossidae 1, este é um agrupamento usado e vários artigos científicos (DIAS-SILVA *et al*., 2018; HEER *et al*., 2015), ele é devido pela incapacidade de se distinguir as espécies *Tadarida brasiliensis* e *Nyctinomops laticaudatus.* O gênero *Molossus*, foi representado por *M. molossus* e duas outras espécies não identificadas, *Molossus* sp1 possui os parâmetros acústicos similares a *M. rufus* no entanto esta espécies possui raríssimos chamados de referência e grande plasticidade vocal (JUNG *et al*. 2011). Já *Molossus* sp2, assemelha-se com *Molossus currentium* - no entanto, esta espécie está sob revisão taxonômica e assim como *M. rufus* possui raríssimos chamados de referência.

Figura 197 Análise discriminante (LDA) feita para morcegos da família Molossidae.



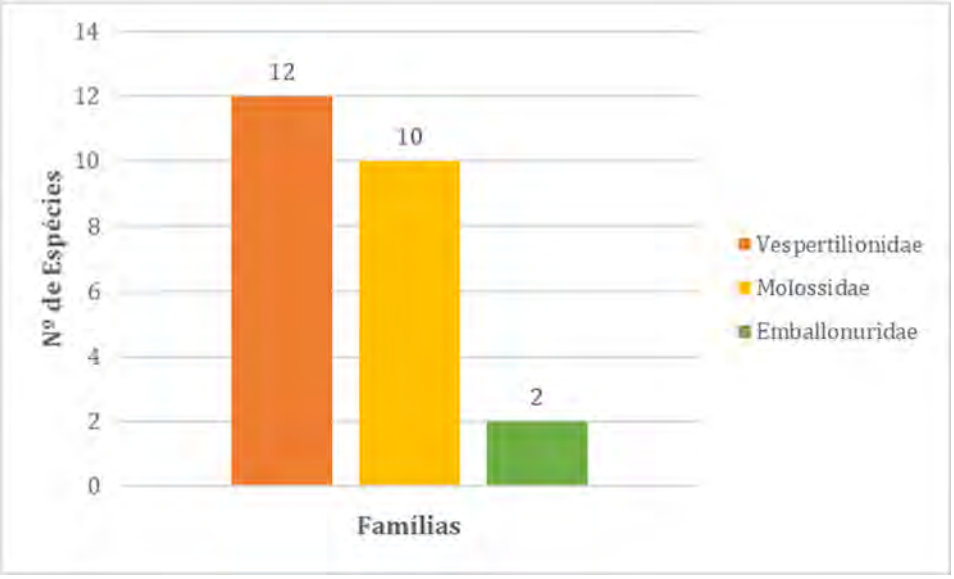
Por fim a família mais diversa deste estudo foi Vespertilionidae, para a qual foi possível identificar 11 grupos formados. Ressalta-se a ausência de *Mytois* sp2, visto que para inserção dos dados nas análises seria necessário um mínimo de quatro passagens bem definidas que viabilizem a extração dos parâmetros acústicos, não sendo o caso para esta espécie. No entanto os parâmetros acústicos extraídos das chamadas analisadas possibilitaram perceber que é uma espécie distinta das demais do gênero *Myotis*. Sobre as espécies do gênero *Histiotus*, foi possível a identificação de *Histiotus velatus* e a indicação de uma outra espécie, aqui tratada como *Histiotus* sp., em 2013 (CARVALHO *et al*., 2013) foi registrada em Minas Gerais a espécies *Histiotus montanus* no sul do estado e em 2015 a mesma espécie foi capturada na região da Serra do Cipó (DIAS-SILVA *et al.* 2017), de fato a espécie aqui tratada como *Histiotus* sp. pode ser *H. montanus* no entanto não estão disponíveis chamados de referência para esta espécie.

Figura 198 Análise discriminante (LDA) para espécies de morcego da família Vespertilionidae.



A Família Vespertilionidae foi a mais representativa, com 12 espécies, seguida de Molossidae com dez espécies. A distribuição e representatividade de cada família é apresentada na Figura 199 a seguir.

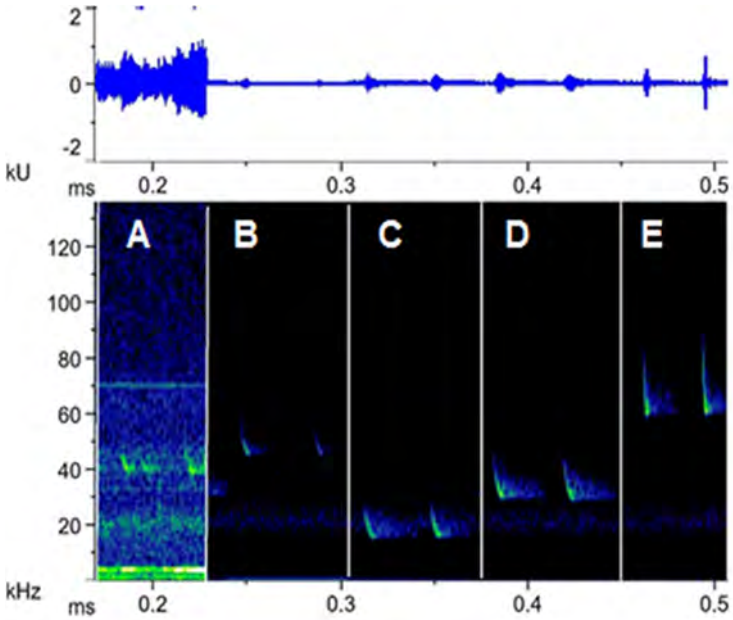
Figura 199 Riqueza de espécies de morcegos registradas por Famílias ao longo das duas campanhas, no Local do projeto.



Fonte: Sete, 2021.

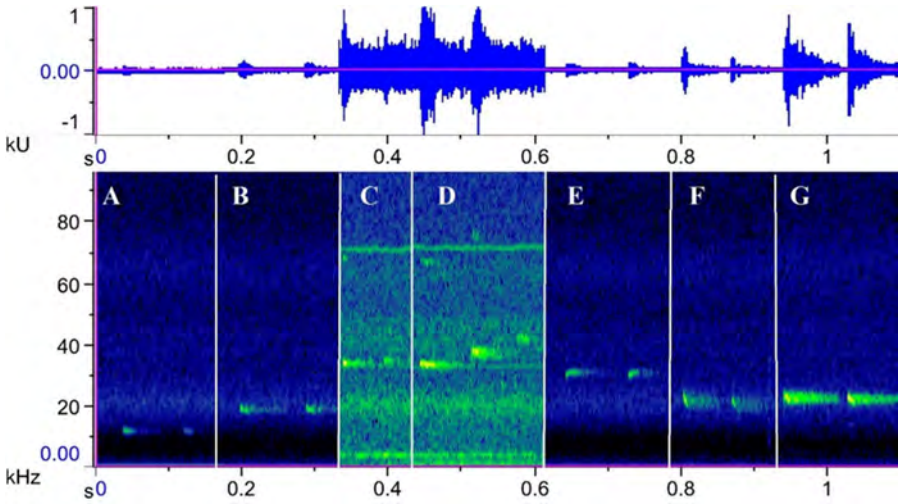
A seguir são apresentados os sonogramas representativos das espécies registradas no presente estudo.

Figura 200 Sonogramas representativos das espécies registradas pertencentes à família Vespertillionidae.



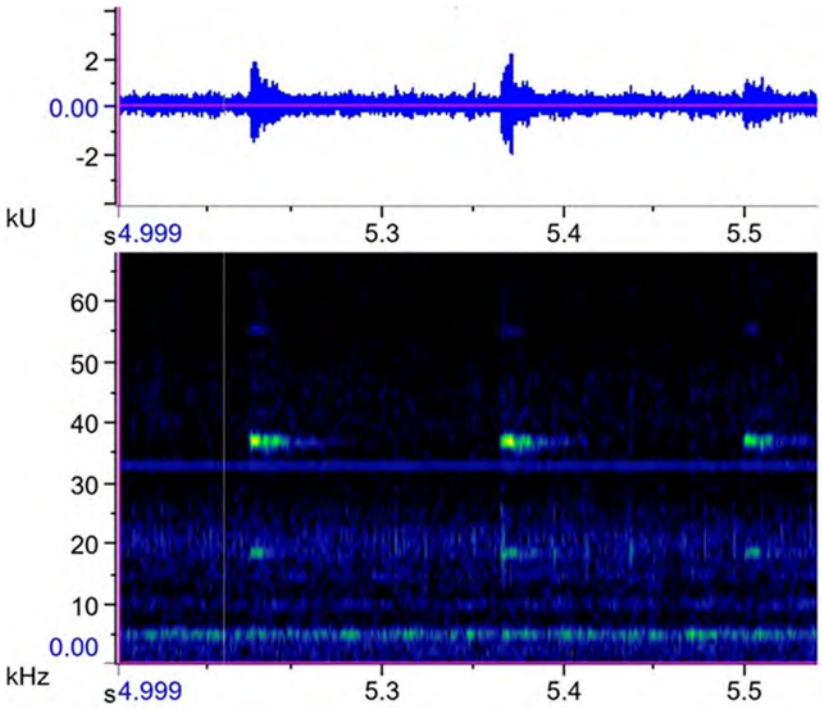
Legenda: A - *Eptesicus furinalis*; B - *Lasiurus blossevillii*, C - *Histiotus velatus*; D - *Lasiurus* sp.; E - *Myotis ruber*

Figura 201 Sonogramas representativos das espécies registradas pertencentes à família Molossidae.



Legenda: A -*Eumops perotis*; B - *Eumops* sp.; C - *Molossus* sp., D - *Molossus molossus* ; E - *Promops centralis*; F - *Cynomops* sp.; G - *Molossídeo* 1.

Figura 202 Sonograma representativo da espécie *Peropteryx macrotis*, pertencente à família Emballonuridae.

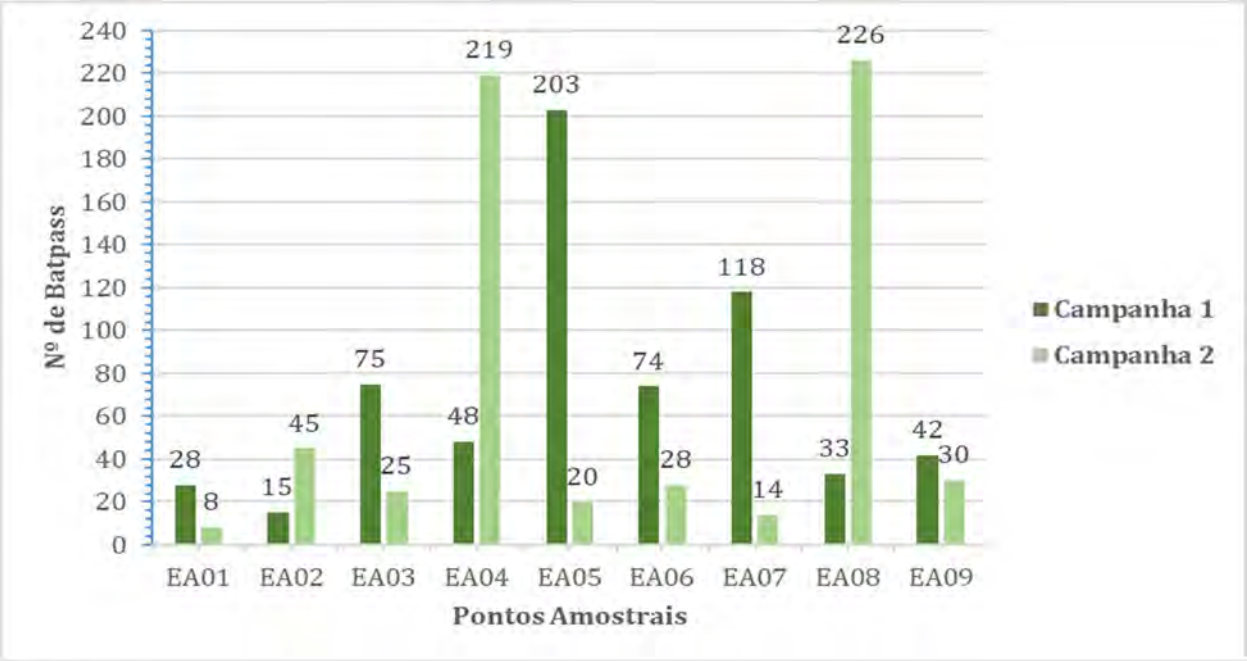


Na região Neotropical coexistem nove famílias de quirópteros: Emballonuridae, Furipteridae, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Thyropteridae e Vespertilionidae. Os registros de espécies obtidas através da amostragem acústica representam 28,9% da fauna de morcegos de Minas Gerais e 13,2% da quiropterofauna brasileira. À exceção das famílias Phyllostomidae - que além de incluir os insetívoros raspadores também possui espécies frugívoras, nectarívoras, onívoras, carnívoras e sanguinívoras - e Noctilionidae, que inclui uma espécie quase exclusivamente piscívora, todas as demais famílias são compostas exclusivamente por espécies insetívoras. Os animais da guilda insetívora dependem principalmente da ecolocalização para a navegação e aquisição de alimento, ou seja, possuem a capacidade de detectar a localização de objetos por meio do eco resultante da emissão de sinais acústicos de alta frequência (ultrassônicos) após atingirem esses elementos (REIS *et al*., 2007).

Os morcegos insetívoros necessitam de adaptações especiais no design das asas e nos chamados de ecolocalização para o uso diferencial do espaço dentro dos elementos estruturais de um determinado habitat (KALKO & SCHNITZLER, 1998; KALKO *et al*., 2008; DENZINGER & SCHNITZLER, 2013). Estes fatores permitem estruturar os morcegos de uma comunidade em grupos funcionais ou guildas, o que facilita a identificação e a compreensão de padrões e fatores subjacentes à organização das comunidades (DENZINGER & SCHNITZLER, 2013). Assim, uma guilda ou grupo funcional compreende as espécies que vivem em condições ecológicas similares, usam habitats de forrageio semelhantes, e compartilham adaptações em sistemas sensoriais e motores (SCHNITZLER & KALKO 2001). Os morcegos insetívoros são importantes como controladores de populações de insetos, já que muitos desses invertebrados predados pelos morcegos são daninhos à lavoura ou podem transmitir doenças ao homem, como a dengue por exemplo. Em seu estudo, GOODWIN & GREENHALL (1961) estimaram que algumas espécies de morcegos possam comer quantidades relativas a uma vez e meia o seu peso em uma única noite.

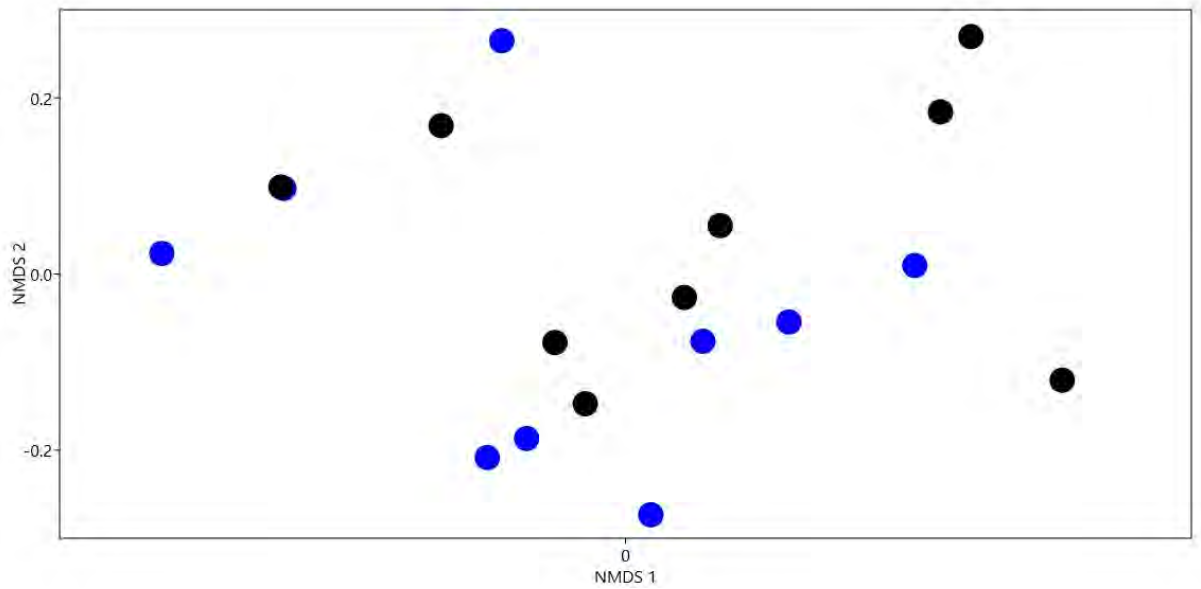
Durante as campanhas foram gravadas 216 horas (12.960 minutos) de monitoramento acústico. As análises das gravações detectaram 1.251 passagens de morcegos (*batpass*), das quais 636 passagens ocorreram na 1ª campanha e 615 na 2ª campanha (Figura 203).

Figura 203 Quantitativo de passagens de morcegos (batpass) registradas nas duas campanhas de monitoramento acústico em cada ponto amostral.



Por meio da análise NMDS (Figura 204) é possível inferir que, apesar das diferenças de resultados obtidos entre as campanhas (evidenciadas na Figura 203 acima), a composição das espécies não foi afetada pelo período sazonal (PERMANOVA, p=0,58). Este é um indicativo que as áreas estudadas conseguem manter um determinado número de espécies de morcegos independente do período sazonal SANTOS FILHO *et al.* (2008), demonstrando dois aspectos importantes; (i) a adaptabilidade das espécies amostradas as peculiaridades de cada estação sazonal e (ii) a diversidade de recursos (alimentos) em ambas as estações sazonais.

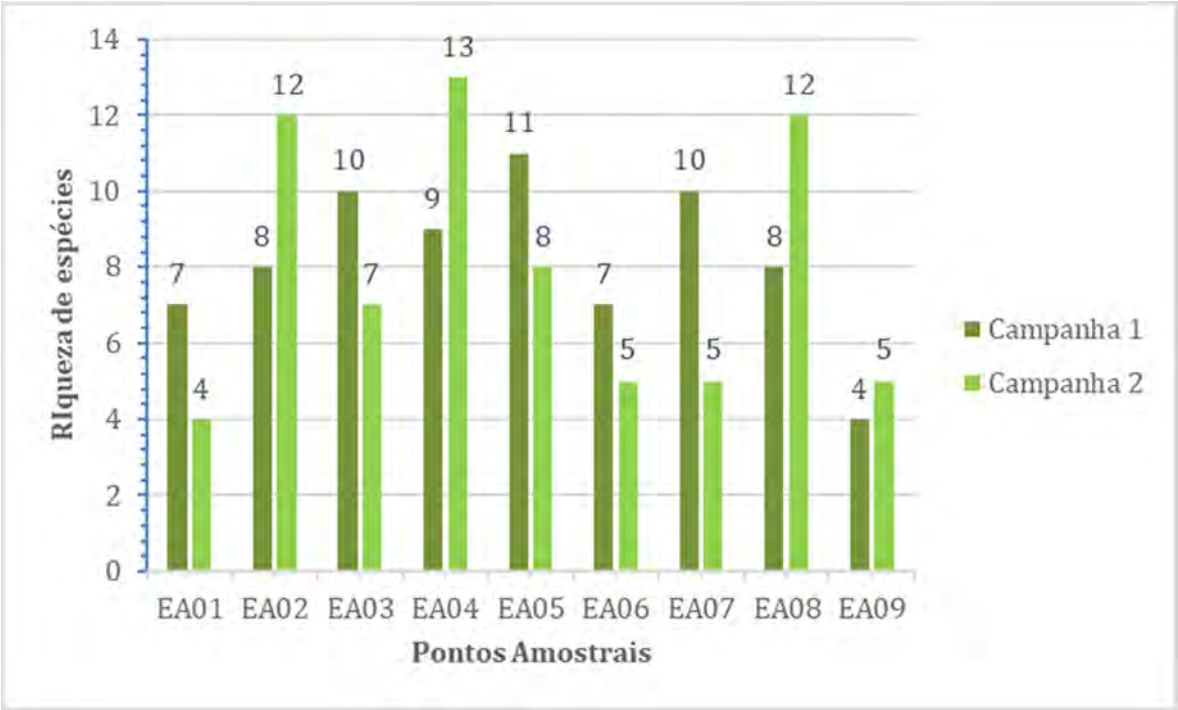
Figura 204 Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) calculado pelo índice de Jaccard. Legenda: Preto = Campanha 1; Azul = Campanha 2.



As três famílias registradas no presente estudo apresentam espécies de morcegos insetívoros que utilizam do topo das arvores até o interior das florestas para seu forrageio (PERACCHI *et al.*, 2011). Esses animais obtêm a maioria dos insetos dos quais se alimentam em voo, capturando suas presas voando em nível mais baixo do que a copa das árvores (REIS *et al.*, 2007).

Cada um dos pontos amostrais foi classificado de acordo com suas características morfológicas gerais, no entanto, são as particularidades de cada local que definem quais as espécies que usam esses locais e por consequência, definem a riqueza das espécies, atividade e guilda de animais que ali forrageiam. Na Figura 205 e na Figura 206, seguintes, são apresentadas a distribuição das espécies nos pontos amostrais, ao fim das duas campanhas de monitoramento acústico. Como pode ser verificado, os pontos com maior número de espécies registradas foram os EA02, EA04 e EA08.

Figura 205 Riqueza de espécies registradas em cada ponto amostral ao fim das duas campanhas.



Fonte: Sete, 2021.

Quadro 165 Espécies registradas em cada ponto amostral ao longo das duas campanhas de monitoramento acústico de morcegos

Família	Espécie	EA_01		EA_02		EA_03		EA_04		EA_05		EA_06		EA_07		EA_08		EA_09	
		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	0	0	0	x	x	0	x	x	x	0	0	0	x	x	0	0	0	0
	Peropteryx sp.	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Molossidae	*Cynomops* sp.	x	0	0	x	0	0	0	x	0	x	x	0	0	x	0	0	0	0
	Eumops perotis	x	0	x	0	x	0	x	x	x	0	0	0	0	0	x	x	0	x
	Eumops sp.	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	0	0	x	x	x
	Molossideo 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x
	Molossops neglectus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0
	Molossus molossus	x	0	x	0	0	0	0	0	x	0	0	0	x	0	0	0	0	0
	Molossus sp.	x	x	0	x	x	x	x	x	0	x	x	0	x	x	x	x	x	x
	Molossus sp. 1	0	0	x	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Promops centralis	x	x	0	x	x	x	0	0	x	x	0	0	x	x	0	x	x	0
	Promops nasutus	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vespertilionidae	*Eptesicus brasiliensis*	0	0	0	0	0	0	0	x	0	x	0	0	0	0	0	x	0	x
	Eptesicus chiriquinus	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eptesicus furinalis	0	0	x	x	x	0	0	x	x	0	0	0	0	0	x	x	0	0
	Histiotus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Histiotus velatus	0	0	0	0	0	0	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lasiurus blossevillii	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	0	0
	Lasiurus sp.	0	0	0	x	0	0	0	x	x	0	0	0	0	0	x	x	0	0

Família	Espécie	EA_01		EA_02		EA_03		EA_04		EA_05		EA_06		EA_07		EA_08		EA_09	
		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha		Campanha	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Vespertilionidae	*Myotis nigricans*	0	0	x	x	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Myotis riparius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0
	Myotis ruber	0	0	0	x	x	x	0	0	0	x	x	x	x	0	x	x	0	0
	Myotis sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0
	Myotis sp.2	0	0	0	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	0	0	x	0	0

O valor menor de registros, em alguns pontos, na 2ª campanha, se deu devido às fortes chuvas nas noites em que as gravações ocorreram e, por este motivo, geraram muitos registros não identificáveis devido a ruídos. Entre os fatores determinantes do sucesso em uma noite de captura, os climáticos (chuvas e ventos) são os mais difíceis de serem previstos. A chuva pode interferir de várias maneiras na atividade dos morcegos, seja reduzindo a temperatura ambiental, dificultando a recepção do sonar ou reduzindo a atividade das presas (ERKERT, 1982). A depender da intensidade da chuva, os voos podem ser mais curtos, as saídas dos abrigos seriam mais tardias ou a atividade durante a noite chuvosa poderia ser evitada (ERKERT, 1982; KUNZ & KURTA 1988; WEINBEER *et al*., 2006).

Dias antes da realização da campanha de monitoramento acústico os pontos amostrais EA04 e EA09 foram consumidos por fogo, que destruiu toda a vegetação existente, transformando a paisagem em uma grande clareira. Aliado ao fogo, a localização mais elevada do ponto EA04, permitiu o voo sem objetos intransponíveis para os morcegos, resultando em um número maior de espécies utilizando esse local. O forrageamento em espaços abertos permite que o sistema de ecolocalização detecte presas a longa distância e os morcegos que fazem uso dessas características ambientais são principalmente pertencentes às famílias Emballonuridae e Molossidae.

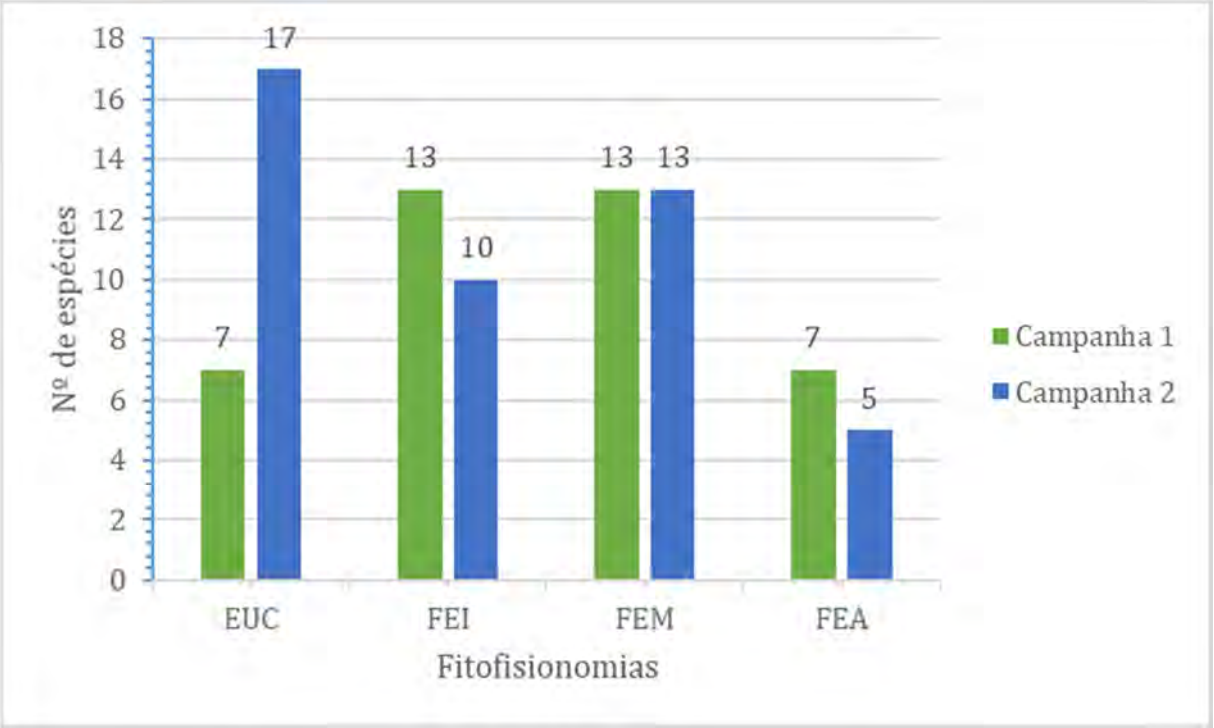
O ponto EA04 foi o que obteve a maior riqueza de espécies durante a segunda campanha, dentre todos amostrados, fato este que pode ser parcialmente explicado pelos focos de incêndios supracitados, somado ao início subsequente das chuvas, o que gerou um processo de regeneração da vegetação e pode ter contribuído para o aumento de atividade de forrageio no local por parte dos morcegos.

O ponto EA08 também foi bastante representativo em relação à riqueza de espécies amostradas durante a segunda campanha. Esta área localiza-se próxima ao ponto EA04 e pode ter sofrido o mesmo tipo de influência dos incêndios entre as campanhas, além da possibilidade de o local estar sendo usado como passagem, há de se ressaltar que o ponto se encontra próximo de cinco cavidades confirmadas na Área do Projeto e de uma drenagem, local de fonte de recursos.

Os pontos EA07 e EA09 também sofreram forte interferência das queimadas que atingiram a região durante a primeira campanha de amostragem em campo. Entretanto, o ponto EA07 foi o que apresentou uma maior variação na riqueza de espécies entre as campanhas, tendo uma redução de 50% da riqueza entre a 1ª e 2ª campanha, como já mencionado anteriormente, com a degradação e a consequente regeneração do estrato vegetal, os morcegos podem se deslocar entre áreas em busca de melhor oferta de alimentos e abrigos.

O ponto EA01, referente a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual, foi o que registrou a menor riqueza de espécies, este fato pode se relacionar ao fato de da área se apresentar em estágio inicial de regeneração, não ofertando recursos e condições suficientes para sustentar um elevado número de espécies A maior riqueza observada em áreas de eucalipto, é um fato ainda não descrito pela comunidade acadêmica na região neotropical, em regiões temperadas os morcegos costumam utilizar áreas de eucaliptal como corredores de passagem, por dois motivos principais: I) Oferta um certo tipo de proteção para o deslocamento, em comparação a áreas abertas ; II) Como monocultura, as plantações tendem a ser homogênea em relação a distância entre indivíduos, facilitando a formação de espaços livres entre os indivíduos vegetais, favorecendo a passagem de morcegos (JUNG et al., 2012; JUNG & KALKO, 2011).

Figura 206 Riqueza de espécies registradas em cada fitofisionomia ao fim das duas campanhas

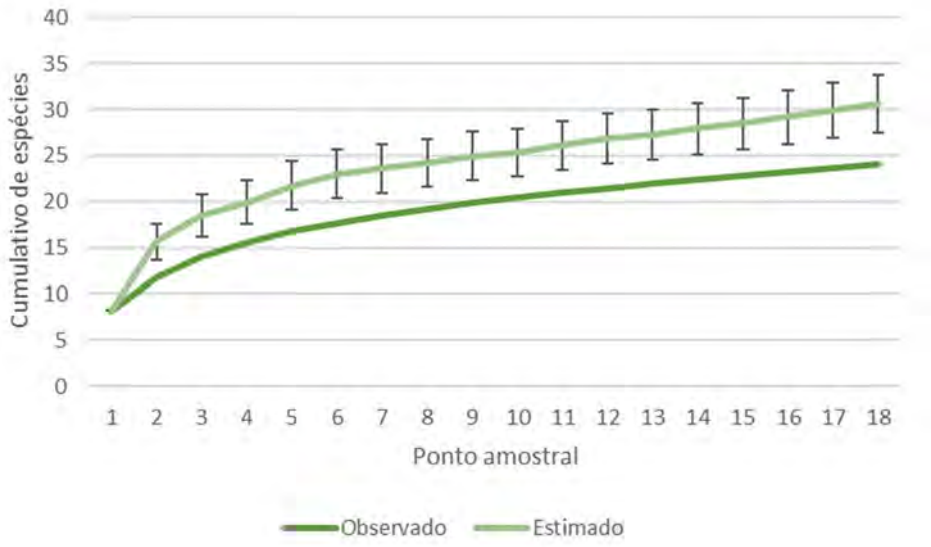


Legenda: EUC – Eucalipto; FEI – Floresta Estacional em estágio inicial de regeneração; FEM – Floresta Estacional em Estágio Médio de regeneração; FEA – Floresta estacional em estágio avançado de regeneração

11.6.2.4.6.2 Suficiência Amostral

Ao analisarmos os dados obtidos utilizando o estimador de Riqueza Jackknife 1 (30 spp.) em relação a riqueza observada (24 spp.), percebe-se que 80% porcento das espécies estimadas foram de fato amostradas, indicando que o presente estudo registrou a maioria das espécies ocorrentes na AEL.

Figura 207 Riqueza de espécies de morcegos observadas e estimadas para a área de estudo

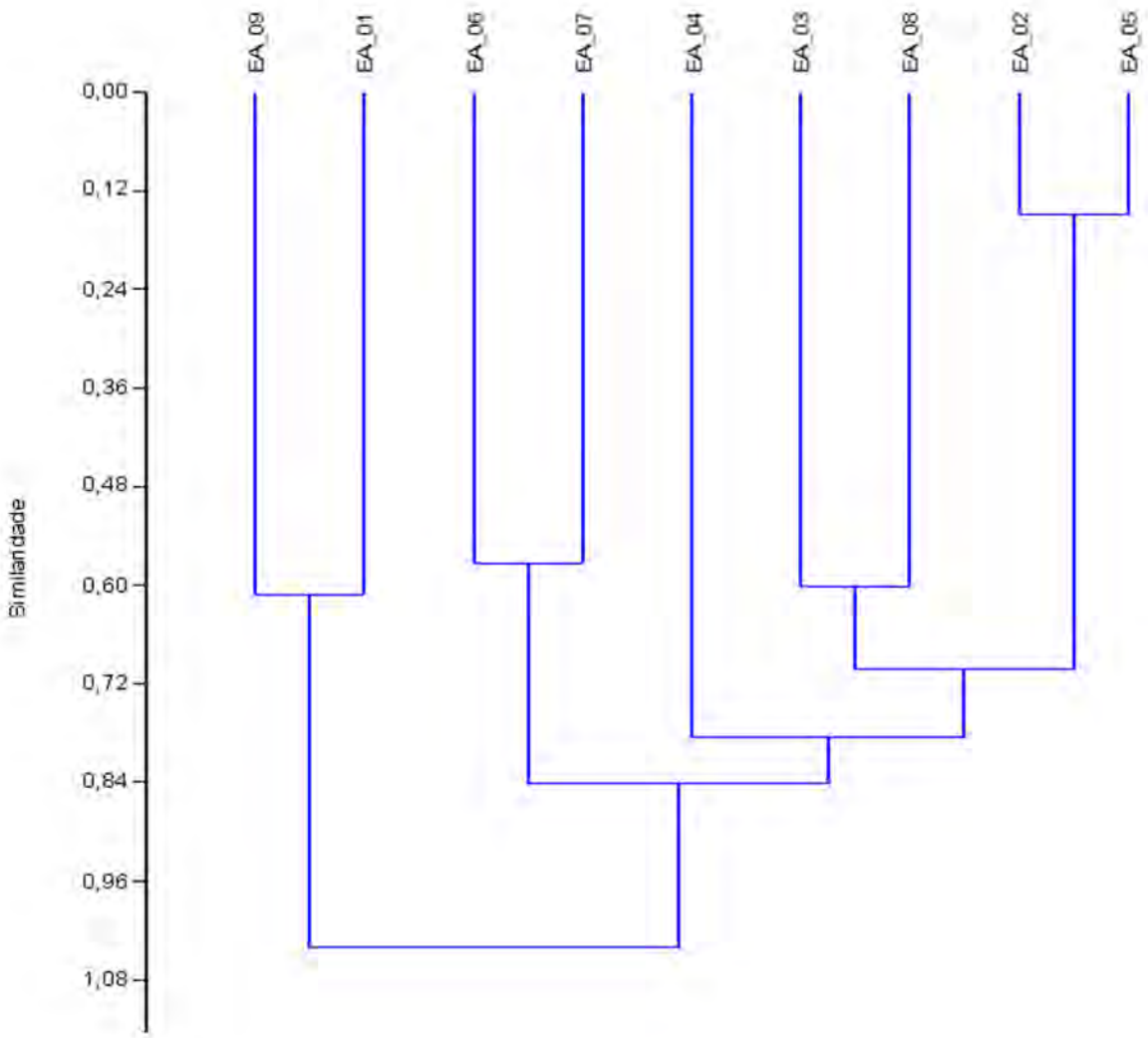


Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.4.6.3 Similaridade, diversidade e equitabilidade da comunidade de morcegos insetívoros

A Figura a seguir apresenta o gráfico de similaridade relacionada à riqueza de espécies registradas nos pontos amostrais ao fim das duas noites a de monitoramento acústico.

Figura 208 Similaridade entre a riqueza de espécies de morcegos dos pontos amostrais, ao longo das duas campanhas.



Fonte: Sete, 2021.

O gráfico de similaridade de espécies gerado apresenta quatro agrupamentos com características semelhantes. Um destes agrupamentos, que engloba três pontos amostrados, assemelha-se ao ponto EA04, o mais rico na amostragem. Os agrupamentos entre os pontos denominados EA02 e EA05 evidenciam uma relação mais forte entre si em relação à composição da comunidade de quirópteros. A presença de agrupamentos similares conota que a área apresenta características fisionômicas semelhantes e que a riqueza de espécies presentes nestes pontos é similar em sua composição. Este fato pode ser explicado pelo registro de espécies de caráter generalista com relação às especificidades de forrageamento.

A reunião de todos os pontos realizados, todos eles situados na Área de Estudo Local do Projeto, demonstra que a comunidade de quirópteros em torno daquele ambiente se assemelha havendo o compartilhamento de espécies entre si, podendo uma mesma espécie utilizar mais de um ponto como área de vida.

Sabe-se que os morcegos podem utilizar várias manchas de vegetação como "trampolins ecológicos" e/ou como locais de forrageio (ESTRADA & COATES-ESTRADA, 2001; SCHULZE *et al.*, 2000), apresentando ampla área de vida (WILLIG *et al.*, 2007), atribuída a capacidade de voo, resultando na possibilidade de exploração de mais de um ambiente por noite, o que torna a preservação de diferentes paisagens importantes para a boa manutenção de uma comunidade de morcegos diversificada.

Em relação a diversidade (H') e equitabilidade (J) observados nos pontos da área de estudo, percebeu-se que EA02 apresenta os maiores índices indicando que em comparação aos pontos amostrados exibe uma alta diversidade (H' =2,34) e uma maior homogeneidade na atividade das espécies (J = 0,86), indicando um maior equilíbrio entre riqueza e atividade de morcegos insetívoros em relação aos demais pontos. De fato, este é um resultado esperado para uma área florestal em estágio intermediária de regeneração, se comparado a outros estudos em Minas Gerais, em especial na região da Serra do Cipó (Dias-Silva, 2017). Índices intermediários de diversidade e equitabilidade foram registrados nos pontos EA03, EA04, EA05, EA07, EA08 (Quadro 166), indicando que não há uma dominância excessiva de algumas espécies, uma vez que o índice de equitabilidade se mostrou acima de J=0,6. Já para os pontos EA01, EA06 e EA09 os índices de diversidade se mostraram baixo em relação ao ponto EA02, isso indica que a proporção entre o número de espécies e a atividade destas ficou aquém do esperado levando em conta a bibliografia para estudos acústicos em Minas Gerais (Dias-Silva, 2017). Em relação a equitabilidade nestes últimos três pontos destaca-se em EA09 (J= 0,43) demonstrando um desequilíbrio na atividade dos morcegos insetívoros amostrados, o que de fato ocorreu pois de um total de 72 passagens de morcegos neste ponto, 58 foram de animais alocados no sonótipo Molossidae sp.1. Estes animais, pertencem a guilda ecomorfológica de forrageadores de espaço aberto, sendo EA09 uma área em estágio inicial de regeneração é esperada o dossel não esteja completamente formado possibilitando um maior registro destes animais (Dias-Silva et al. 2018).

Quadro 166 Passagens, diversidade e equitabilidade dos morcegos insetívoros na área de estudo.

	EA01	EA02	EA03	EA04	EA05	EA06	EA07	EA08	EA09
Diversidade de Shannon (H)	1,394	2,345	1,873	1,637	1,625	1,474	1,813	1,92	0,7867
Equitabilidade (J)	0,7162	0,8659	0,7809	0,6202	0,6	0,7576	0,7562	0,7486	0,4391

Em tempo, vale pontuar sobre a ausência de registros de morcegos da maior família da Ordem Quiróptera, Phyllostomidae, o que pode ser explicado por este agrupamento não ser registrado pelos gravadores de ultrassom, já que as espécies desta família emitem chamadas de alta frequência que são altamente direcionais, homogêneas e bastante difíceis de serem detectadas pela amostragem acústica. Entretanto, a captura dos Phyllostomídeos é frequente quando se utiliza redes de neblina. Já que as espécies e famílias registradas no presente estudo (Vespertilionidae, Emballonuridae e Molossidae), dificilmente seriam capturadas com o emprego desta metodologia, pois ela só registra animais que voam na altura do solo (até 3 metros de altura) e os animais das famílias aqui registradas voam a mais de 30 metros do chão, inclusive sobre o dossel florestal (KALKO *et al*., 1996), aliado a um pulsos de ecolocalização que conseguem detectar de forma eficaz as redes de neblina (MACSWINEY *et al.,* 2008).

11.6.2.4.6.4 Status de conservação das espécies

Nenhuma das espécies de morcegos registradas durante as duas campanhas de amostragem de campo encontra classificada em alguma categoria de ameaça à extinção nas listas oficiais consultadas. Porém, é importante salientar a utilização da metodologia de amostragem acústica aplicada ao estudo de morcegos é recente no Brasil e várias espécies de morcegos insetívoros aéreos não dispõe ainda de informações confiáveis sobre sua distribuição, uso do habitat e por consequente, status de conservação (BERNARD *et al.,* 2011; HINTZE *et al.,* 2019).

11.6.2.4.6.5 Espécies de interesse econômico e/ou cultural

Os morcegos são importantes reservatórios de alfa e beta coronavírus. No atual momento de Pandemia de Covid-19 causado pelo vírus SARS-CoV-2, Por ainda não se conhecer a origem do vírus e devido a sua semelhança com outros coronavírus encontrados em morcegos na China, a SBEQ (Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros) recomendou a interrupção de capturas e manuseio destes animais e em casos de extrema necessidade. Em parceria com a Fiocruz foi formulado, ainda, um Protocolo com recomendações de biossegurança e boas práticas de campo para atividades que envolvam captura e manuseio de morcegos em vida livre, visando minimizar os riscos de transmissão do SARS-Cov-2 de humanos para morcegos, assim como o risco de transmissão de outros patógenos de potencial zoonótico de morcegos para humanos que foi organizado por MORATELLI *et al.* (2020).

Por tais motivos, as atividades de campo do presente estudo não contaram com métodos com necessidade de manuseio dos espécimes.

Devido a esses fatores e a falta de conhecimento aprofundado sobre as consequências do SARS-Cov-2 em populações de morcegos neotropicais, todas as espécies devem ser consideradas de interesse médico e os cuidados no manuseio devem seguir os protocolos de biossegurança citados acima. Não foram registradas espécies hematófagas potenciais vetoras do vírus da raiva.

11.6.2.4.6.6 Espécies exóticas e ou potencialmente danosas

Não existem espécies de morcegos exóticas no Brasil. Das espécies registradas no presente estudo via dados secundários, *Desmodus rotundus* (morcego-vampiro) é considerada a principal espécie de importância médica devido à capacidade de transmissão do vírus da raiva para animais domésticos e seres humanos (BERNARD, 2005). As adaptações morfológicas desta espécie permitem uma dieta exclusiva de sangue, o que o torna um vetor em potencial (PERACCHI *et al.*, 2006). A transmissão da raiva causa prejuízos aos criadores de bovinos e equinos (principais presas deste morcego), resultando em ações indiscriminadas pelo homem, como o envenenamento ou destruição de abrigos, que acabam por atingir outras espécies de morcegos importantes para o equilíbrio ecológico (PERACCHI *et al.*, 2006). Por outro lado, em função de seu hábito alimentar e de sua importância econômica, é uma das espécies mais bem conhecidas e estudadas do mundo (REIS *et al.*, 2007). É importante ressaltar que durante o período de pandemia da SARS-Cov-2, todos os morcegos (bem como a maioria dos mamíferos) devem ser considerados como potencial reservatório do vírus, evitando ao máximo o manuseio destes animais (MORATELLI e*t al.,* 2020).

11.6.2.4.6.7 Espécies anuais ou migratórias

Migração é o movimento de animais que seguem sazonalmente a disponibilidade de recursos, cujas estratégias são variadas, o que inclui adaptações fisiológicas: viajar em uma linha relativamente reta durante o forrageamento, exibindo comportamentos especiais antes da partida ou pós-chegada, e armazenamento de energia para uso durante ou após a viagem. Eventos migratórios podem ser definidos como movimentos populacionais sazonais e cíclicos, mas podem não ocorrer em todas as populações de uma espécie (MCCRACKEN *et al*., 1994). Alguns autores não consideram os movimentos espaciais mais curtos em morcegos como migração, já que estes não requerem adaptações fisiológicas dos animais (FLEMING & EBY, 2003; MCCRACKEN *et al*., 1994).

No Brasil, os dados sobre movimentação de morcegos são esparsos, restritos a poucas espécies e as distancias são relativamente curtas, em uma escala de 100 a 116 km (por exemplo, TRAJANO, 1996; ESBERARD, 2003; BIANCONI *et al*., 2006; COSTA *et al*., 2006; MENEZES-Jr. *et al.,* 2008, MENDES *et al*., 2009 e ARNONE *et al*., 2016, todos esses usando marcação e recaptura; BERNARD & FENTON, 2003; MELLO *et al*., 2008 e TREVELIN *et al*., 2013, usando radio telemetria). Entretanto, nenhum dos estudos citados permite a detecção de padrões migratórios.

Com base nos estudos acima, duas espécies de morcegos registradas para a AER, *Artibeus lituratus* e *Carollia perspicillata*, são consideradas como migratórias, estas espécies foram registradas em trabalhos anteriores (FALCÃO *et al.* 2003; BIOMA 2010; BIOMA 2014; BIOMA, 2015). Ainda, estes animais possuem ampla distribuição por todo território nacional ocorrendo em todos os biomas da federação (NOGUEIRA *et al.* 2014).

11.6.2.4.7 Diagnóstico conclusivo das Áreas de Estudo Local e do Projeto com foco na quiropterofauna

Ao fim das duas campanhas da amostragem acústica de morcegos na área do projeto, foram registradas 24 espécies de morcegos. Considerando as espécies levantadas para a AEL por dados secundários, a lista totalizou 42 espécies registradas.

A Família Vespertilionidae foi a mais representativa, com 12 espécies, seguida pela Família Molossidae com 10 espécies, todas pertencentes à guilda alimentar dos morcegos insetívoros aéreos.

Das espécies de morcegos insetívoros levantadas por meio de dados secundários, apenas *Tadarida brasiliense* não foi registrada, porém ressalta-se que esta espécie possui seu chamado acústico muito semelhante a espécies do gênero *Nyctinomops* sendo por esta razão criado o grupo de sonótipo Molossidae 1. Entretanto, nenhuma outra guilda alimentar diferente da insetívora foi registrada.

Com dos dados levantados por meio da literatura e com os registrados pelo presente estudo, a lista de morcegos para a região do empreendimento é de 42 espécies.

O uso exclusivo da metodologia amostragem acústica permite a identificação apenas dos morcegos insetívoros aéreos, não registrando nenhuma espécie de morcego pertencente à Família Phyllostomidae (a maior família da Ordem Chiroptera). Assim sendo, a aplicação da amostragem acústica, aliada aos estudos secundários ocorrentes na AER, se mostraram complementares e eficientes para caracterização da fauna de morcegos nesta área. Com este estudo foi possível perceber que os morcegos insetívoros amostrados não se distribuem de forma homogênea na paisagem da AEL, sendo observada maior riqueza destes animais em EA02, EA04 e EA08. Sendo o primeiro ponto referente a uma área florestal em estágio intermediário de regeneração e os dois últimos a plantações de eucaliptos, possivelmente usadas pelos morcegos como área de passagem. Analisando a diversidade e a equitabilidade, EA02 se apresentou com os maiores índices apontando para uma maior qualidade ambiental desse ponto.

Apesar da AER possuir um amplo acervo técnico de levantamentos pregressos (FALCÃO *et al.* 2003; BIOMA, 2010; BIOMA, 2014; BIOMA, 2015), este estudo foi o primeiro na região a empregar a amostragem acústica, identificando várias espécies que ainda não haviam sido registradas. Desta forma, se faz necessários a resposta de questões importantes acerca da distribuição espacial, uso de habitat e padrões temporais das espécies da comunidade de morcegos, a fim de a utilização do espaço pela atividade humana seja o mais sustentável possível (LARSEN *et al*., 2013; SUTHERLAND *et al.,* 2013).

11.6.2.5 Avifauna

11.6.2.5.1 Introdução

As aves constituem um dos grupos mais estudados entre os vertebrados, sendo classificadas como bons indicadores ambientais por possuírem extrema importância no controle biológico, na dispersão de sementes e na verificação das condições ecológicas de determinados ambientes (PENSE & CARVALHO, 2005). Ademais, estão presentes em todos os biomas ocupando diferentes nichos ecológicos e fitofisionomias, o que contribui para que esse grupo seja amplamente utilizado em estudos ambientais (UEZU *et al.* 2005).

O Brasil apresenta uma das maiores riquezas de espécies de aves do mundo, ficando atrás apenas da Colômbia (MINNS *et al*. 2010). Foram registradas ao todo 1.919 espécies de aves, entre espécies residentes e visitantes, distribuídas ao longo dos domínios morfoclimáticos existentes no país, sendo 272 destas endêmicas (PIANCENTINI *et al*., 2015).

A Mata Atlântica, um *hotspot* para a conservação da biodiversidade mundial (MYERS *et al.,* 2000), apresenta alta riqueza de espécies e endemismos, abrigando 891 espécies de aves - incluindo 213 endemismos, um valor consideravelmente alto (MOREIRA-LIMA, 2013). Vale pontuar, ainda, que o município de Rio Piracicaba-MG, onde se situa a maior parte do Projeto em estudo, está inserido em uma área prioritária para a conservação da fauna considerada de "extrema" importância biológica para os grupos da avifauna (DRUMMOND *et al.* 2005).

O conhecimento gerado por estudos ambientais para fins de licenciamento é de suma importância para o registro de espécies da avifauna, trazendo informações sobre distribuição e abundância de espécies em locais ainda pouco estudados (AZEVEDO, 2006).

11.6.2.5.2 Metodologia

A caracterização da avifauna regional com potencial ocorrência para a área de estudo regional foi realizada com base fontes de dados secundários, disponíveis em bibliografia especializada e estudos técnicos publicados, tais como EIA – Projeto de sondagem geológica Rio Piracicaba 2 (SETE, 2020), EIA – Expansão Oeste da Mina Água Limpa (TOTAL, 2015), EIA – Projeto Ampliação Morro Agudo (TOTAL, 2018), Plano de Manejo da RPPN Diogo (VALE, 2009), CARVALHO, F. A. A. V (2017), Consolidação do Monitoramento de fauna da Mina de Água Limpa (VALE, 2020) e busca por bancos fotográficos de espécies registradas no município de Rio Piracicaba, MG, por meio do site www.wikiaves.com.

Foram consultados, ainda, os dados disponibilizados do Banco de Dados da Biodiversidade da Vale - BDBio, a saber:

- Relatório e Plano de Controle Ambiental (RCA/PCA) da Ampliação da Cava Mina de Gongo Soco (2002).
- Relatório e Plano de Controle Ambiental (RCA/PCA) da Estrada de Acesso Mina de Fazendão a Morro da Mina (2003).

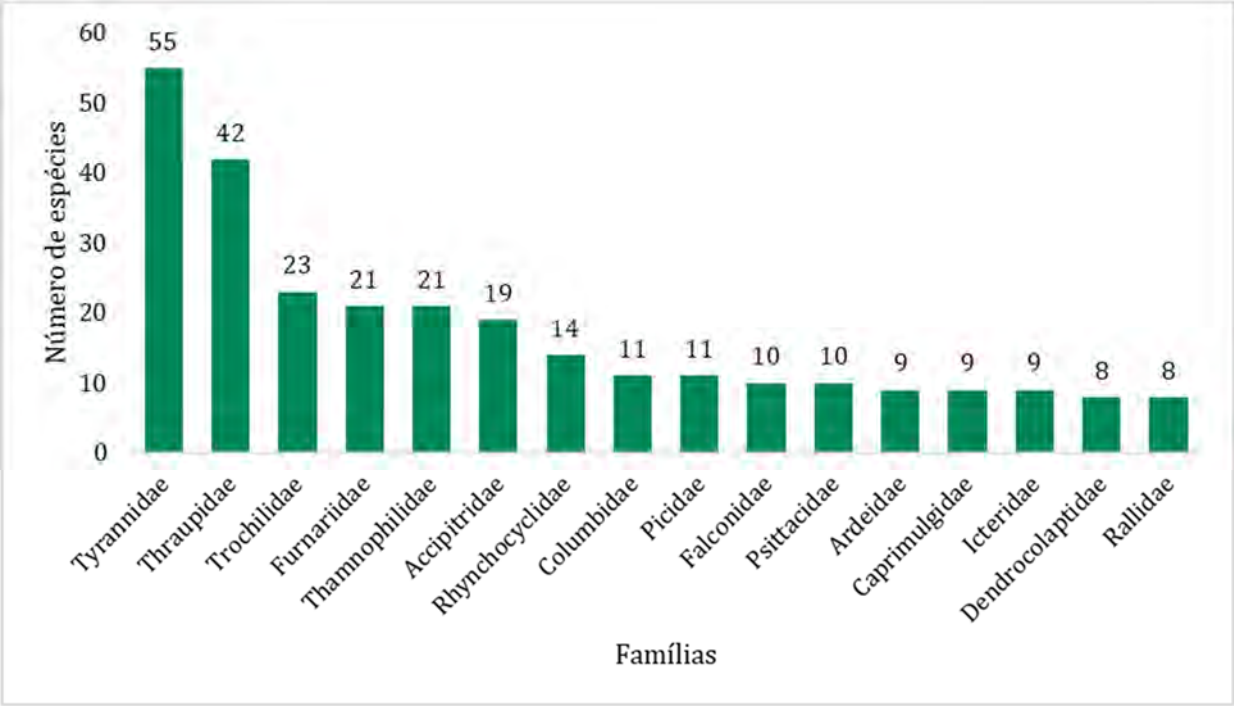
- Relatório e Plano de Controle Ambiental (RCA/PCA) do Transportador de Correia de Longa Distância e Estrada de Ligação Fazendão-Alegria (2004).
- Relatório e Plano de Controle Ambiental (RCA/PCA) da Ampliação da Cava - Mina de Alegria (2005).
- Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Expansão da Mina de São Luiz, Catas Altas, Minas Gerais (2007).
- Estudo de Impacto Ambiental (EIA) - Aterros Hidráulicos Paliçadas Unidade Operacional de Água Limpa (DELPHI, 2006).
- Ampliação Mina de Alegria (2010).
- Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Fauna da Mina de Fazendão (2011).
- Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Fauna da Mina de Alegria (2013).
- Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Fauna da Mina de Fábrica Nova (2013).
- EIA da Expansão da Mina de Água Limpa; BDBio - EIA da Pilha de Disposição de Estéril Cururu 2014).
- EIA Implantação da Pilha de Disposição de Estéril Portaria, Mina de Alegria (2011).
- Monitoramento da Fauna da Área de Expansão da Mina de São Luiz (BIOMA, 2011 a 2012).
- Monitoramento da Fauna do Complexo Minerador de Mariana (BIOMA, 2011 a 2014).
- Pesquisa, Inventário e Monitoramento da Fauna na Área de Inserção do Complexo de Mariana, municípios de Catas Altas, Itabirito, Mariana e Ouro Preto, Minas Gerais (BICHO DO MATO, 2009 e 2010).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Alegria (BIOMA, 2012 a 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Fábrica Nova (BIOMA, 2012 a 2015).

11.6.2.5.3 Contextualização da Avifauna na Área de Estudo Regional (AER)

Foram compiladas 399 espécies da avifauna com ocorrência na AER do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, representadas em 24 ordens e 63 famílias. A lista dos táxons regionais, fonte de cada registro e demais informações são apresentadas na "Lista Digital da Fauna de Potencial Ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa" – apresentada no **Anexo 14**.

As famílias mais bem representadas foram a Tyrannidae, com 55 espécies registradas, seguida por Thraupidae, com 42 espécies e Trochilidae com 23 espécies (Figura 209).

Figura 209 Representatividade das famílias de aves registradas para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Considera-se que o conhecimento ornitológico da região de inserção do Projeto em pauta seja bem representado, com um número importante de estudos e uma base de dados disponível principalmente no Banco de Dados da Vale (BDBio). Os dados refletem, também, o grande número de Unidades de Conservação no Quadrilátero Ferrífero e de empreendimentos minerários na região estudada, para os quais foram elaborados diversos estudos.

Dentre as 399 espécies registradas por dados secundários, 87 são endêmicas, ou seja, apresentam distribuição restrita a determinado domínio fitogeográfico ou região. Destas espécies registradas, 37 são endêmicas do território nacional, 76 são endêmicas da Mata Atlântica. Como exemplos podemos citar a saracura-do-mato (*Aramides saracura*), a murucututu-de-barriga-amarela (*Pulsatrix koeniswaldiana*), o beija-flor-de-papo-branco (*Leucochloris albicollis*) e a tiriba (*Pyrrhura frontalis*). Outras três espécies são consideradas endêmicas do cerrado - o cisqueiro-do-rio (*Clibanornis rectirostris*), a gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*) e o batuqueiro (*Saltatricula atricollis*). Além destas, também foram registrados outros dois endemismos; o corrupião (*Icterus jamacaii*) endêmico da Caatinga, e o rabo-mole-da-serra (*Embernagra longicauda*) endêmico dos topos de montanha do leste do Brasil.

Cabe destacar que o corrupião, endêmico da Caatinga – bioma não encontrado na área estudada, é uma espécie cantora comumente comercializada ilegalmente no Brasil (ver lista do **Anexo 14**) (GIOVANINI, 2002). Sua ocorrência no estado de Minas Gerais (VASCONCELOS & NETO, 2007) está relacionada ao desmatamento e à degradação das matas semidecíduas propiciando a formação de florestas secundárias mais secas e com maior efeito de borda facilitando a dispersão destas espécies pela vertente leste da cadeia do espinhaço.

Destaca-se também a presença de três espécies migratórias, sendo duas oriundas do Hemisfério Norte, com ocorrência para a AER, o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*), e o falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), além de uma espécie migrante oriunda do Hemisfério Sul a guaracava-de-crista-branca (*Elaenia chilensis*).

Quatorze espécies se enquadram em algum grau de ameaça de acordo com as listas consultadas (COPAM, 2010; MMA, 2014; IUCN, 2020). Todas estas espécies são consideradas ameaçadas de extinção para o estado de Minas Gerais, sendo sete na categoria "em perigo", cinco na categoria "criticamente ameaçada" e duas na categoria "vulnerável" (COPAM, 2010) (**Anexo 14**). Se observada a lista vermelha de espécies ameaçadas no âmbito nacional, foram registradas três espécies consideradas "vulneráveis a extinção" o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*), o pixoxó (*Sporophila frontalis*) e a cigarra (*Sporophila falcirostris*) (MMA, 2014). Já em âmbito internacional, de acordo com a IUCN (2020), foram registradas seis espécies ameaçadas de extinção, duas na categoria "em perigo" - águia cinzenta (*Urubitinga coronata*) e o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*), além de três espécies na categoria "vulnerável".

A águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*), em perigo de extinção em duas das listas consultadas (IUCN, 2020 e COPAM, 2010), trata-se de um Accipitriforme naturalmente raro, além de ser um predador de grande porte, que necessita de presas grandes e significativas áreas para constituir territórios de alimentação e reprodução. Por preferir habitats abertos ou semiflorestados, torna-se alvo fácil de caça, uma vez que é considerado prejudicial à criação de certos animais domésticos (SICK, 1997).

O papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*) - a espécie encontra-se ameaçada devido principalmente à caça de contrabando e destruição de seu habitat. É uma espécie frugívora, ou seja, alimenta-se principalmente de frutos, mas também consome sementes, folhas, flores e seus rebentos. Habita as matas secas, pinheirais e orlas de capões. Necessitam da disponibilidade de buracos de árvore (ocos de tronco) e fendas formadas pela decomposição dos troncos (SICK, 1997).

O pixoxó (*Sporophila frontalis*) é uma ave da ordem Passeriforme facilmente identificada pela inconfundível vocalização dos indivíduos machos, que se assemelha ao som de um forte pulso elétrico. É incomum ou até raro em matas densas. Frequentemente é encontrado em taquarais de diferentes espécies da Mata Atlântica montana ou de encosta. Embora rara, esta espécie possui característica nômade pois apresenta comportamento migratório acompanhando a frutificação de taquarais (VASCONCELOS *et al*, 2005). A principal ameaça também está relacionada à caça de contrabando e a perda de habitat natural.

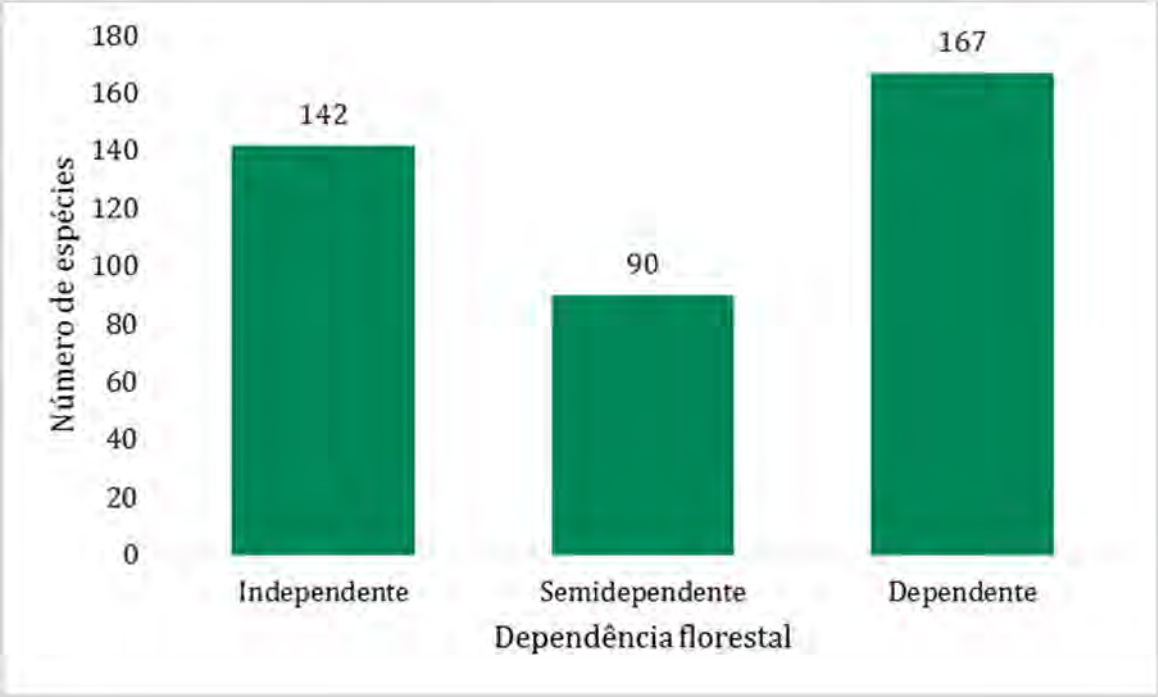
A cigarra-verdadeira (*Sporophila falcirostris*), muito semelhante a espécie anterior de coloração cinza-azulada, é considerada ameaçada devido as suas características relacionadas a capacidade vocal, tornando-se visada comercialmente, além de sua exigência alimentar, (também seguidora da frutificação de taquaras nativas).

Além dessas espécies de destaque, 18 estão na categoria "Quase Ameaçada" conforme consultas realizadas (IUCN, 2021), dentre elas o chororó-cinzento (*Cercomacra brasiliana*) e a coruja-listrada (*Strix hylophila*) (ver status das espécies - lista **Anexo 14**).

A lista de espécies levantadas por dados secundários também foi avaliada de acordo com a classificação dos apêndices do CITES (2020). Sendo assim, merecem destaque as famílias Accipitridae, Strigidae, Falconidae, Trochilidae, Ramphastidae e Psittacidae, cuja maioria das espécies pertencem ao Apêndice II por possuírem um viés de comercialização ilegal, além de serem consideradas bioindicadoras de qualidade ambiental. As três primeiras famílias citadas são representadas por predadores de topo de cadeia alimentar, e as três últimas representadas pelos nectarívoros beija-flores e frugívoros de grande porte que desempenham papel importante na polinização e dispersão de sementes. Merece destaque, ainda, o falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), a maracanã (*Primolius maracana*) e o papagaio-do-peito-roxo (*Amazona vinacea*) que se enquadram no Apêndice I como espécies ameaçadas de extinção para o CITES (2020) (ver lista **Anexo 14**).

Boa parte (41%) das espécies levantadas nos dados secundários (n = 167) é dependente de habitats florestais para sua sobrevivência, fato este esperado devido à a região que se insere o Projeto - domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, com o predominando de fisionomias florestadas (Figura 210). Entretanto, este número também mostra uma importante representatividade de áreas de florestas conectadas na área de estudo regional, principalmente pelo grande número de unidades de conservação (RPPNs) que possibilitam a permanência destas espécies. Por outro lado, há que se destacar que 35% das espécies registradas são independentes dos habitas florestais para sua sobrevivência, de hábitos mais generalistas e que podem ser encontradas na área de estudo regional em locais onde já ocorrem alto grau de antropização.

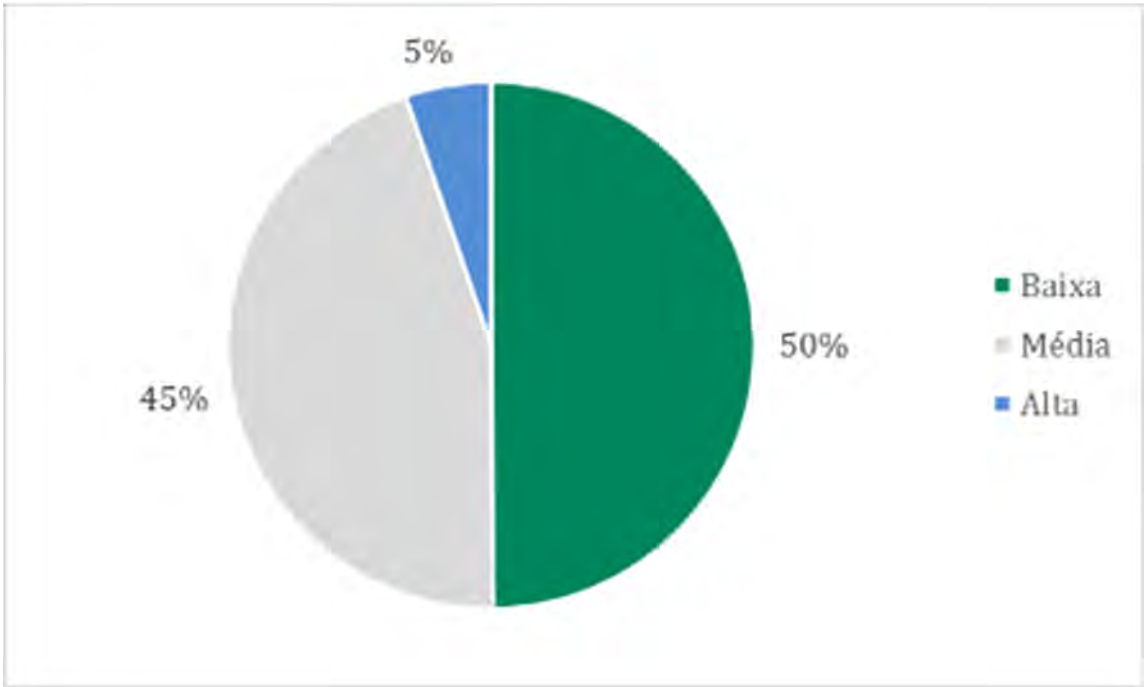
Figura 210 Dependência florestal das aves registradas por dados secundários na área de estudo regional do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Para determinar o grau de antropização da área de estudo regional de acordo com as espécies da avifauna também foi realizado uma avaliação frente à sensibilidade dos táxons a perturbações antrópicas. O resultado apresenta uma comunidade avifaunística em que, 50% das espécies possui baixa sensibilidade a perturbações antrópicas, 45% média sensibilidade e 5% alta sensibilidade. Este dado confirma um certo grau de degradação da área de estudo regional, ocasionando em uma maioria de espécies restantes no local que não sofrem tantas alterações em suas populações frente a perturbações antrópicas. Por outro lado, o número de espécie altamente sensíveis a estas alterações (n = 21) mostra que a região ainda mantém fragmentos importantes para a manutenção da existência desta parcela da comunidade mais sensível (Figura 211).

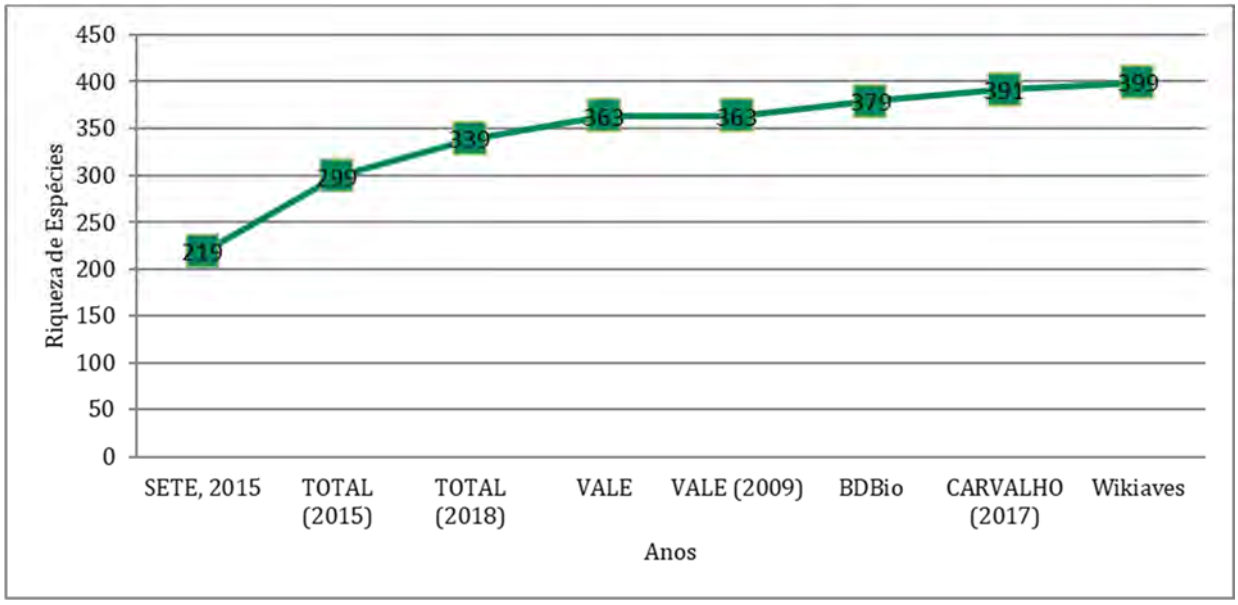
Figura 211 Sensibilidade a perturbações antrópicas das aves registradas por dados secundários na região de estudo regional do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Avaliando-se a riqueza de espécies de cada estudo utilizado para compilação dos dados secundários, foi possível realizar uma curva de acumulação de espécies por estudos encontrados até chegar ao total de 399 espécies (Figura 212).

Figura 212 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) de aves de acordo com dados levantados para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.5.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto

O diagnóstico da avifauna foi executado mediante realização de duas campanhas de campo, quando foram visitadas nove áreas de amostragem situadas na Área de Estudo Local e do Projeto. O Quadro a seguir evidencia a data das amostragens realizadas. Para análises qualitativas das espécies, considerou de forma consolidada, além do levantamento de dados primários, os estudos pretéritos realizados na AEL do projeto levantados por meio de dados secundários.

Quadro 167 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Avifauna.

Fonte: Sete, 2021.

Grupo da Fauna	Estação do ano	Data da Campanha
Avifauna	Seca	14 a 19 de setembro/2020
	Chuva	23 a 27 de novembro/2020

As áreas amostrais foram selecionadas visando à tréplica amostral e amostragem das fitofisionomias de maior relevância para a área, conforme mencionado previamente. Adiante são apresentados registros fotográficos que ilustram os ambientes (Foto 218 a Foto 223). Os Quadros abaixo apresentam as coordenadas geográficas das áreas amostrais e, em seguida, são apresentados os mapas com a distribuição dos pontos.

Em cada uma destas áreas foi realizada a amostragem com aplicação de três metodologias complementares, sendo duas destas quantitativas (Pontos de Escuta e Lista de Mackinnon-Transectos) e uma qualitativa (Busca ativa). A aplicação de diferentes métodos, os quais são descritos a seguir, permite acessar informações mais acuradas a respeito da riqueza e da abundância de espécies em locais desconhecidos (MAZZONI, 2013).

Quadro 168 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Avifauna do Projeto.

Área Amostral	Ponto de Escuta	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso 23K)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
		X (mE)	Y (mN)			
1	P1	689225	7795226	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Área invadida por braquiária abandonada, com adensamentos de arvoretas em regeneração.	AEL
	P2	689458	7795184		Espécies vegetais típicas de brejo próximas à córrego.	
2	P1	689252	7795370	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Ambiente florestal com presença de sub-bosque, grande concentração de lianas.	AEL
	P2	689007	7795327			
3	P1	687429	7794913	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Ambiente florestal com presença de sub-bosque, grande concentração de lianas	AEL
	P2	687221	7794615			

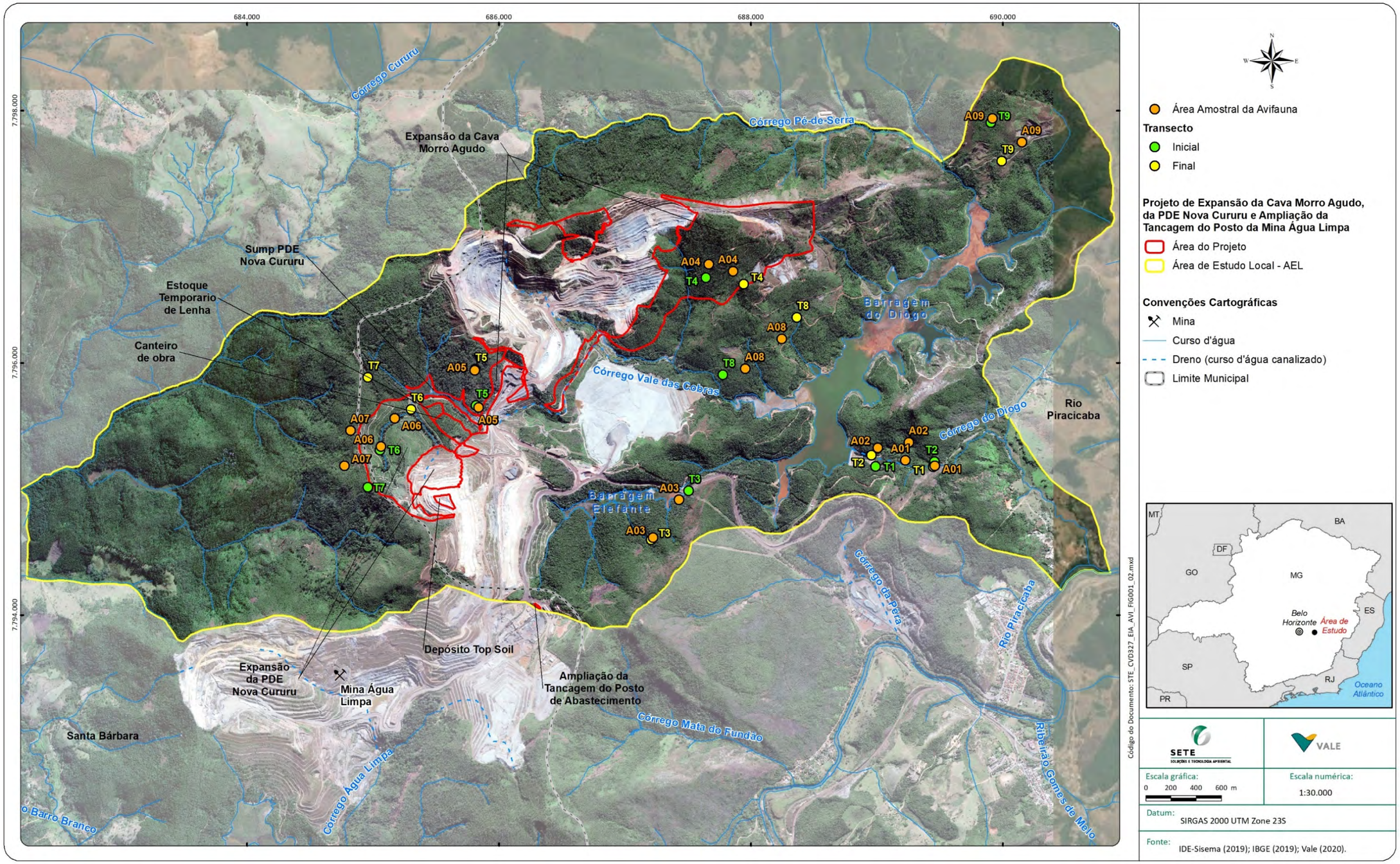
Área Amostral	Ponto de Escuta	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso 23K)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
		X (mE)	Y (mN)			
4	P1	687665	7796781	Plantio de Eucalipto não manejado.	Plantação de eucalipto abandonado com pouca diversidade florestal em encosta.	AEL
	P2	687857	7796725			
5	P1	685838	7795645	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração.	Mata de encosta com sub-bosque tomado por Braquiária sp. Abandonada.	AEL
	P2	685807	7795941		Mata estacional de estrato médio em estágio inicial de regeneração.	
6	P1	685063	7795336	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Mata ciliar próxima a córrego permanente	AEL
	P2	685170	7795559			
7	P1	684773	7795184	Plantio de Eucalipto não manejado.	Plantação de Eucalipto, parcialmente com sub-bosque	AEL
	P2	684820	7795463			
8	P1	687953	7795953	Plantio de Eucalipto não manejado.	Associação Floresta Estacional Semidecidual e Eucalipto e mata ciliar a pequenos cursos d`água.	AEL
	P2	688244	7796189			
9	P1	689915	7797937	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração.	Plantação de eucalipto abandonado com pouca diversidade florestal em encosta.	AEL
	P2	690150	7797730			

Quadro 169 Coordenadas geográficas dos transectos realizados para o diagnóstico local da Avifauna – Projeto.

Transecto		Coordenadas (UTM) – SIRGAS 2000 Fuso 23 K		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Estudo
		X (mE)	Y (mN)			
T1	Inicial	688987	7795179	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Área invadida por braquiária abandonada, com adensamentos de arvoretas em regeneração e Espécies vegetais típicas de brejo próximas à córrego.	AEL
	Final	689456	7795179			
T2	Inicial	689469	7795207	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Ambiente florestal com presença de sub-bosque, grande concentração de lianas.	AEL
	Final	688954	7795268			
T3	Inicial	687505	7794985	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Ambiente florestal com presença de sub-bosque, grande concentração de lianas	AEL
	Final	687207	7794596			
T4	Inicial	687640	7796675	Plantio de eucalipto não manejado	Plantação de eucalipto abandonado com pouca diversidade florestal em encosta.	Área do Projeto
	Final	688097	7796975			
T5	Inicial	686019	7795844	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Mata de encosta com sub-bosque tomado por Braquiária sp. Abandonada. E com sub-bosque em estágio inicial de regeneração	AEL
	Final	685827	7796149			

Transecto		Coordenadas (UTM) – SIRGAS 2000 Fuso 23 K		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Estudo
		X (mE)	Y (mN)			
T6	Inicial	685055	7795309	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	Mata ciliar próxima a córrego permanente	Área do Projeto
	Final	685520	7795361			
T7	Inicial	684957	7795014	Plantio de Eucalipto não manejado.	Plantação de Eucalipto, sem sub-bosque e com sub-bosque em estágio inicial de regeneração.	AEL
	Final	684958	7795886			
T8	Inicial	687775	7795904	Plantio de eucalipto não manejado.	Associação Floresta Estacional Semidecidual e Eucalipto e mata ciliar a pequenos cursos d`água.	AEL
	Final	688363	7796360			
T9	Inicial	689903	7797904	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Plantação de eucalipto abandonado com pouca diversidade florestal em encosta.	AEL
	Final	689990	7797601			

Figura 213 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da avifauna, situadas na Área de Estudo Local do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Foto: R. Pessoa

Foto 218 Área invadida por braquiária abandonada, com adensamentos de arvoretas em regeneração na área 1.

Foto: R. Pessoa.

Foto 219 Plantação de eucalipto abandonado com pouca diversidade florestal em encosta, na área 4.

Foto: R. Pessoa

Foto 220 Vista da barragem do Diogo com Plantio de eucalipto não manejado em primeiro plano.

Foto: R. Pessoa.

Foto 221 Mata de encosta com sub-bosque tomado por Braquiária sp. Abandonada, na área 5

Foto: R. Pessoa.

Foto 222 Associação Floresta Estacional Semidecidual e Eucalipto após queimada, na área 8.

Foto: R. Pessoa

Foto 223 Mata ciliar próxima a córrego permanente, na área 6.

11.6.2.5.4.1 Pontos de Escuta

A metodologia consiste na amostragem da avifauna em um ponto fixo, durante um período de 20 minutos, no qual o observador anota todos os indivíduos de todas as espécies de aves registradas (BIBBY *et al*., 1998; VIELLIARD *et al*., 2010). Foram registradas, assim, todas as espécies de aves observadas e/ou ouvidas, assim como o número de indivíduos de cada espécie.

Em cada área amostral foram estabelecidos dois pontos de escuta abrangendo um raio de observação de 50 metros e respeitando o limite de 200 metros de distância entre um ponto e outro – de forma a se evitar recontagem dos indivíduos (BIBBY *et al.,* 1998; VIELLIARD *et al*., 2010). A figuras a seguir ilustram a aplicação da metodologia (Foto 224 a Foto 231).

Foto: R. Pessoa

Foto 224 Vista parcial do Ponto de Escuta P1 realizado na área 2. Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração.

Foto: R. Pessoa.

Foto 225 Vista parcial de Ponto de escuta P2 realizado em Área 4. Plantio de Eucalipto não manejado. Descaracterizado após queimada, durante segunda campanha de campo.

Foto: R. Pessoa

Foto 226 Vista parcial do Ponto de escuta P1 realizado na área 7, Plantio de Eucalipto não manejado

Foto: R. Pessoa.

Foto 227 Vista parcial do Ponto de escuta P1 realizado na área 8, Plantio de Eucalipto não manejado com presença de sub-bosque bem desenvolvido.

Foto: R. Pessoa.

Foto 228 Vista parcial do Ponto de escuta P2 realizado na área 9.

Foto: R. Pessoa

Foto 229 Vista do ponto de escuta P2 realizado na área 6.

Foto : R. Pessoa

Foto 230 Vista parcial do Ponto de escuta P1 realizado na área 3, Floresta Estacional Semidecidual em estrato médio/avançado de regeneração.

Foto: R. Pessoa

Foto 231 Biólogo realizando observação por binóculos durante Ponto de escuta na área 8.

O esforço amostral aplicado para o método foi de 360 minutos (20 minutos x 02 pontos de escuta x 09 áreas amostrais). O Quadro abaixo evidencia o esforço amostral para cada fitofisionomia (Quadro 170).

Quadro 170 Esforço amostral aplicado para a metodologia de Pontos de Escuta da Avifauna.

Legenda: Fitofisionomia: FESD = Floresta Estacional Semidecidual.

Fitofisionomia	Área amostral	Quantidade de Pontos	Esforço Amostral – por ponto	Esforço Amostral Total
FESD em estádio inicial de regeneração	1, 5 e 9	2	20 minutos	120 minutos
FESD em estádio médio de regeneração	2, 3 e 6	2	20 minutos	120 minutos
Reflorestamento com Eucalipto	4, 7 e 8	2	20 minutos	120 minutos
Esforço Total do método				**360 minutos**

11.6.2.5.4.2 Lista de Mackinnon – Transectos

Ao longo de transectos dentro de cada estação amostral foi realizada a metodologia de Listas de Mackinnon que consiste no registro contínuo das aves em listas com um determinado número de espécies durante as amostragens. Apenas a presença da espécie é registrada nas listas, não sendo anotado o número de indivíduos (RIBON, 2010).

Embora o método original preveja a utilização de listas de 20 espécies (MACKINNON & PHILLIPS, 1993), no presente estudo foram adotadas listas de 10 espécies, conforme proposto por HERZOG *et al.* (2002). As listas de 10 espécies permitem um aumento da unidade amostral, além de reduzir as chances de se registrar a mesma espécie em uma lista mais de uma vez (RIBON, 2010).

As listas de Mackinnon foram compiladas livremente, não sendo estabelecido um número mínimo de listas por transecto. Os transectos foram padronizados com 600 m de comprimento e essa metodologia foi realizada de maneira contínua e concomitantemente à realização de pontos de escuta em cada área amostral. Esta metodologia sintética foi proposta por O'DEA *et al.* (2004). Tal procedimento permite a obtenção de dados robustos em curtos espaços tempo, incluindo um levantamento acurado da riqueza de espécies, bem como dados de composição e abundância relativa, que podem ser relacionados com variáveis ambientais. As amostragens de listas de Mackinnon em transectos, sempre que possível, teve início antes do amanhecer e quando feita à tarde durou até o anoitecer buscando, dessa forma, o registro de espécies de aves noturnas e crepusculares, como corujas, urutaus e bacuraus. As figuras a seguir ilustram esta metodologia (Foto 232 a Foto 237).

Foto: R. Pessoa

Foto 232 Vista parcial do transecto realizado na área 1. Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração.

Foto: R. Pessoa.

Foto 233 Vista parcial do transecto realizado na área 3, Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/Avançado de regeneração.

Foto: R. Pessoa

Foto 234 Vista parcial do transecto realizado na Área 5. Floresta Estacional Semidecidual em estágio Inicial de regeneração.

Foto: R. Pessoa.

Foto 235 Vista parcial do transecto realizado na Área 9. Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração, após queimada na segunda campanha.

Foto: R. Pessoa.

Foto 236 Vista parcial do transecto realizado na Área 4. Plantio de Eucalipto não manejado. Descaracterizado após queimada, durante segunda campanha de campo.

Foto: Cledison

Foto 237 Biólogo realizando metodologia de transecto e listas de Mackinnon na área 2.

O esforço amostral aplicado para o método foi de 13,5 km, perfazendo aproximadamente 1,5 km por área amostral e 100 listas de Mackinnon compiladas ao longo das duas campanhas. O Quadro abaixo evidencia o esforço amostral para cada fitofisionomia. Visando a maximização das amostragens, não foi estabelecido um número mínimo de listas de Mackinnon a serem compiladas por estação amostral, sendo estas anotadas livremente por toda a área (Quadro 171).

Quadro 171 Esforço amostral aplicado para a metodologia de Lista de Mackinnon da Avifauna.

Fitofisionomia	Área amostral	Quantidade de Transectos	Esforço Amostral – por transecto	Quantidade de listas de Mackinnon
FESD em estádio inicial de regeneração	1, 5 e 9	3	1,5 km	31
FESD em estádio médio de regeneração	2, 3 e 6	3	1,5 km	35
Reflorestamento com Eucalipto	4, 7 e 8	3	1,5 km	34
Esforço Total do método				**13,5 km e 100 listas**

11.6.2.5.4.3 Busca ativa

A busca ativa de espécies da avifauna foi realizada por toda a área de estudo sendo registradas - de forma qualitativa - todas as espécies encontradas ao longo dos deslocamentos entre a aplicação das demais metodologias. Esta metodologia não possui, portanto, esforço amostral delimitado.

Os espécimes foram identificados por visualização com auxílio de binóculos (Bushnell 10 x 42 mm), bem como pelo reconhecimento de suas vocalizações características. Sempre que possível foram feitos registros fotográficos (SONY Cyber-Shot) e gravações (gravador digital profissional TASCAM DR 40 acoplado a um microfone direcional Sennheiser ME-66) dos indivíduos.

No caso de identificações duvidosas dos espécimes registrados, recorreu-se ao auxílio de bibliografia especializada (RIDGELY & TUDOR, 1994; PEÑA & RUMBOLL, 1998; ERIZE *et al.*, 2006; VAN PERLO, 2009; GRANTSAU, 2010a, b; GWYNNE *et al.*, 2010). Foi utilizada também a técnica do playback, que consiste na reprodução da vocalização de uma determinada espécie, visando atraí-la para que o observador realize sua identificação visual. As espécies que possuem comportamento "territorialista" respondem bem à reprodução de seu canto, aproximando-se do emissor do som, especialmente durante a estação reprodutiva.

11.6.2.5.5 Análise dos Dados

Para uma efetiva caracterização da comunidade avifaunística presente na AEL do Projeto apresenta-se a seguir as análises estatísticas utilizadas no presente estudo.

Os dados secundários realizados na AEL do projeto e utilizados nas análises quantidades são oriundos das seguintes fontes a saber:

- EIA – Projeto de sondagem geológica Rio Piracicaba 2 (SETE, 2020);
- EIA – Expansão Oeste da Mina Água Limpa (TOTAL, 2015);
- EIA – Projeto Ampliação Morro Agudo (TOTAL, 2018);
- Consolidação do Monitoramento de fauna da Mina de Água Limpa (VALE, 2020);
- Plano de Manejo da RPPN Diogo (VALE, 2009);

- BDBio - EIA da Pilha de Disposição de Estéril Cururu (2014);
- BDBio – Programa de acompanhamento da supressão da vegetal e resgate de fauna da Mina de Água limpa;
- EIA, Aterros Hidráulicos Paliçadas Unidade Operacional de Água Limpa (2009).

Como forma de verificar a utilização das fitofisionomias presentes na área de estudo pelas espécies de aves, foram anotados os ambientes de registro durante a realização dos pontos de escuta e compilação das listas de *Mackinnon*, sendo padronizados da seguinte forma:

- Floresta estacional semidecidual (FESD): fisionomia florestal intrínseca aos domínios da Mata Atlântica no estágio médio e avançado de regeneração.
- Capoeiras (CAP): Fisionomia florestal estacional semidecidual no estágio inicial de regeneração.
- Plantio de Eucalipto não manejado: (PENM): Eucaliptais abandonados com presença de sub-bosque em diferentes etapas de regeneração.
- Áreas alteradas (AA): Engloba áreas antropizadas, construções e Pastagens.

Além destas, caracterização pré-definidas, durante a coleta de dados foi possível ainda identificar a utilização de outros ambientes pelas áreas de estudo, a saber:

- Mata Ciliar: vegetação florestal marginal a rios e córregos, que engloba também matas de galeria.
- Aquático: ambientes em lagoas, brejos e açudes.
- Sobrevoo: espécies registradas sobrevoando as áreas estudadas.

Quanto ao hábito alimentar, as espécies foram classificadas de acordo com MOTTA-JÚNIOR (1990); SICK (1997); LOPES *et al.* (2005) e TELINO-JÚNIOR *et al*. (2005), nas seguintes categorias:

- Insetívoros: predomínios de insetos e outros artrópodes na dieta;
- Inseto-carnívoros: insetos, outros artrópodes e pequenos vertebrados, em proporções similares;
- Onívoros: insetos/artrópodes e/ou pequenos vertebrados e/ou frutos e/ou sementes;
- Frugívoros: predomínio de frutos;
- Granívoros: predomínio de grãos; Nectarívoros: predomínio de néctar, complementado por pequenos insetos/artrópodes;
- Carnívoros: predomínio de vertebrados vivos e/ou mortos na dieta, incluindo a classe Piscívora (predomínio de peixes).

As espécies registradas ainda foram caracterizadas e classificadas de acordo com a dependência de ambientes florestais (adaptado de SILVA, 2003), sendo divididas nas três categorias, a saber:

- Independente: espécies que ocorrem predominantemente em vegetação aberta (e.g. campo hidromórfico, campo cerrado, campos antropizados e pastagens);
- Semidependente: espécies que ocorrem em vegetação aberta, florestas e ambientes aquáticos;
- Dependente: espécies encontradas principalmente em habitats florestais (e.g. floresta estacional semidecidual, matas ciliares, matas de galeria e capoeiras).

Além disso, de acordo com STOTZ *et al.* (1996), as espécies também foram divididas de acordo com sua sensibilidade a perturbações antrópicas, variando entre altamente sensíveis até espécies com baixa sensibilidade.

Como forma de estimar a abundância relativa das espécies foi calculado o Índice Pontual de Abundância (IPA). O IPA corresponde ao número total de contatos obtidos para determinada espécie dividido pelo número total de amostras. Cada contato de uma amostra corresponde à ocupação de um território ou presença de um indivíduo ou grupo no raio de detecção da espécie no ponto (VIELLIARD & SILVA, 1990; VIELLIARD *et al*., 2010), e cada amostra correspondeu à realização de um ponto de escuta de 20 minutos de duração. O IPA indica a abundância da espécie em função do seu coeficiente de detecção, sendo um valor relativo que permite comparações entre medidas da mesma espécie (em locais ou períodos diferentes) ou de conjuntos equivalentes de espécies (entre comunidades semelhantes) (VIELLIARD & SILVA, 1990; VIELLIARD *et al*., 2010).

Para se obter a frequência de ocorrência relativa de cada espécie nas áreas de estudo foi calculado o Índice de Frequência nas Listas (IFL), dividindo-se o número de listas de 10 espécies em que cada espécie ocorreu pelo número total de listas obtido. O IFL foi expresso em porcentagem (%). Assume-se que quanto mais comum for uma espécie mais vezes ela será registrada, em mais listas ela aparecerá e maior será seu IFL (RIBON, 2010).

Por meio do programa Estimate S 8.2.0 (COLWELL, 2006) foi traçada uma curva de acúmulo de espécies, onde as listas de registros de espécies obtidas por meio do método de lista de *Mackinnon* foram às unidades amostrais gerando uma planilha de presença e ausência. Para estimar a riqueza de espécies presente na região foi utilizado o estimador de riqueza de *Jackknife* de 1ª ordem, conforme fórmula a seguir:

$$\text{Jack 1} = \text{Sobs} + L\,(n-1/n)$$

Na qual: Sobs é o número de espécies observado nas amostras, M= número de espécies que ocorrem em exatamente duas amostras, L é o número de espécies representadas em somente uma amostra e n é o número de amostras.

Os dados coletados nos pontos de escuta foram tabulados em planilhas digitais e analisados por meio do programa PAST ver. 2.11 (HAMMER *et al*., 2001). O índice de diversidade de *Shannon*, proposto por MAGURRAN (1988), que fornece uma relação entre o número de espécies e suas abundâncias relativas foi obtido para cada área amostral, sendo que este índice estatístico definido pela seguinte fórmula:

$$H = -\,\Sigma pi\,.\log PI$$

Na qual: pi = ni/N; ni = valor de importância de cada espécie ou grupo; N = total dos valores de importância.

Também foi calculada a Equitabilidade total e por área amostral, expressando a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, isto é, indicando se as diferentes espécies possuem abundância (número de indivíduos) semelhante ou divergente. A equitabilidade é mais comumente expressada pelo Índice de *Pielou*:

$$J' = H'(\text{Observado})/H'(\text{Máximo})$$

Na qqual: H' máximo é a diversidade máxima possível que pode ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância. H' máximo = log S. Na qual: S = número total de espécies.

Como forma de verificar a similaridade da composição da avifauna entre as diferentes unidades amostrais (matriz de presença e ausência), foi utilizada a similaridade de *Sorensen* proposto por (MAGURRAN, 1988):

$$(Q.S.) = 2\ c/a+b$$

Na qual: a e b são os números de espécies que ocorrem nos habitats X e Y; e c é o número de espécies presentes em ambos os habitats.

A nomenclatura científica e popular adotada está de acordo com a versão mais recente da Lista de Aves do Brasil (PIACENTINI *et al.,* 2015).

A definição do *status* de ameaça de extinção ocorreu por meio da consulta às listas de espécies ameaçadas em nível global (IUCN, 2021), nacional (MMA, 2014) e estadual (COPAM, 2010). As espécies consideradas. Além disso, as espécies foram avaliadas de acordo com o CITES (2019) e o Plano de Ação Nacional (PANs) para Conservação das espécies ameaçadas de extinção (ICMBio). O *status* de endemismo foi definido com base SILVA & BATES (2002); SILVA & SANTOS (2005) para espécies restritas ao domínio fitogeográfico do Cerrado; SILVA *et al.* (2003), para espécies restritas ao domínio fitogeográfico da Caatinga; RIDGELY & TUDOR (1989) e BROOKS *et al.* (1999) para as espécies restritas ao domínio fitogeográfico da Mata Atlântica; VASCONCELOS (2008) para espécies endêmicas do topo de montanhas do leste mineiro; e PIACENTINI *et al.* (2015), para os táxons restritos ao território brasileiro.

As atividades de fauna foram realizadas mediante Autorização de Manejo de Fauna emitida pela SEMAD, apresentada no **Anexo 13** do presente estudo.

11.6.2.5.6 Caracterização da Avifauna das Áreas de Estudo Local e do Projeto

11.6.2.5.6.1 Composição e distribuição

Considerando a consolidação dos dados primários das duas campanhas realizadas para este diagnóstico mais os dados secundários realizados na AEL do empreendimento, foram registradas 319 espécies de aves, distribuídas em 58 famílias (Quadro 172). A família Tyrannidae foi a mais rica e bem representada na amostra, com 49 táxons, seguida por Thraupidae com 36 espécies e Furnariidae com 19 espécies (Figura 214). Considerando apenas as espécies registradas por dados primários foram levantadas 179 espécies, distribuídas em 44 famílias.

Quadro 172 Lista de espécies registrada por meio de dados primários durante as duas campanhas de campo e por estudos levantados por dados secundários para a área de estudo local do Projeto.

Legenda: Fonte: DP = Dados primários; 1 = EIA – Projeto de sondagem geológica Rio Piracicaba 2 (SETE, 2020); 2 = EIA – Expansão Oeste da Mina Água Limpa (TOTAL, 2015); 3 = EIA – Projeto Ampliação Morro Agudo (TOTAL, 2018); 4 = Consolidação do Monitoramento de fauna da Mina de Água Limpa (VALE, 2020); 5 = Plano de Manejo da RPPN Diogo (VALE, 2009); 6 = BDBio - EIA da Pilha de Disposição de Estéril Cururu (2014); 7 = BDBio – Programa de acompanhamento da supressão da vegetal e resgate de fauna da Mina de Água limpa; 8 = EIA, Aterros Hidráulicos Paliçadas Unidade Operacional de Água Limpa (2009). Distribuição: R = residente; E = endêmico do Brasil, ATL = endêmico da Mata Atlântica; CAA = endêmicos da caatinga; TM = endêmicos do topo de montanhas do leste mineiro. Status de Conservação:- MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-"não avaliada. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "- ":não incluída nos anexos da CITES.

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus obsoletus*	inambuguaçu	1, 2, 3, 4, 6, 7, DP	R				
		Crypturellus parvirostris	inambu-chororó	1, 2, 3, 4, 6, DP	R				
		Crypturellus tataupa	inambu-chintã	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Rhynchotus rufescens	perdiz	7	R				
Anseriformes	Anhimidae	*Anhima cornuta*	anhuma	DP	R				
	Anatidae	*Dendrocygna viduata*	irerê	2, DP	R				
		Amazonetta brasiliensis	ananaí	2, 3, 4, 8, DP	R				
Galliformes	Cracidae	*Penelope superciliaris*	jacupemba	3, DP	R				
		Penelope obscura	jacuguaçu	1, 2, 3, 4, 7, DP	R				
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	mergulhão-caçador	2, 3, 4	R				
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	biguá	2, 3, 4, 7, 8	R				
	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	biguatinga	4, 7	R				
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	socó-dorminhoco	2, 4	R				
		Butorides striata	socozinho	2, 3, 4, 7, 8	R				
		Bubulcus ibis	garça-vaqueira	2, 3, DP	R				
		Ardea cocoi	garça-moura	3, 4	R				
		Ardea alba	garça-branca	2, 3, 4, 8, DP	R				
		Syrigma sibilatrix	maria-faceira	7	R				
		Egretta thula	garça-branca-pequena	2, 3, 4	R				
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	urubu-de-cabeça-vermelha	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Cathartes burrovianus	urubu-de-cabeça-amarela	2, 3, 4	R				

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Coragyps atratus	urubu	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Sarcoramphus papa	urubu-rei	3, 4	R				III
Accipitriformes	Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	gavião-gato	1, 3, 4, DP	R				II
		Chondrohierax uncinatus	caracoleiro	4	R				II
		Accipiter striatus	tauató-miúdo	4	R				II
		Accipiter bicolor	gavião-bombachinha-grande	2, 3, 4	R				II
		Ictinia plumbea	sovi	DP	R				II
		Heterospizias meridionalis	gavião-caboclo	1, 3, 4, 7, DP	R				II
		Urubitinga coronata	águia-cinzenta	DP	R	EP			II
		Rupornis magnirostris	gavião-carijó	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				II
		Geranoaetus albicaudatus	gavião-de-rabo-branco	2, 3, 4, 7, 8, DP	R				II
		Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta	3, 4	R				II
		Buteo albonotatus	gavião-urubu	3, 4, 8	R				II
		Spizaetus tyrannus	gavião-pega-macaco	4, 8	R	EP			II
		Spizaetus ornatus	gavião-de-penacho	4	R	EP		QA	II
Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajaneus*	saracura-três-potes	1, 7, DP	R				
		Aramides saracura	saracura-do-mato	2, 3, 4, DP	R, ATL				
		Laterallus melanophaius	sanã-parda	2, 3, 4	R				
		Laterallus leucopyrrhus	sanã-vermelha	4	R				
		Porzana flaviventer	sanã-amarela	4	R				
		Mustelirallus albicollis	sanã-carijó	4, 7, DP	R				
		Pardirallus nigricans	saracura-sanã	4, DP	R				
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus cayanus*	mexeriqueira	4	R				
		Vanellus chilensis	quero-quero	2, 3, 4, 8, DP	R				
	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	maçarico-solitário	3	VN				
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	rolinha	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Columbina squammata	fogo-apagou	2, 3, 4, 8	R				
		Claravis pretiosa	pararu-azul	4	R				
		Columba livia	pombo-doméstico	2, 3, 4	R				

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Patagioenas picazuro	asa-branca	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Patagioenas cayennensis	pomba-galega	1, 4, 6, 8, DP	R				
		Patagioenas plumbea	pomba-amargosa	2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Zenaida auriculata	avoante	4	R				
		Leptotila verreauxi	juriti-pupu	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca	2, 3, 4, 7, DP	R				
		Geotrygon montana	pariri	DP	R				
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	alma-de-gato	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Crotophaga ani	anu-preto	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, DP	R				
		Guira guira	anu-branco	1, 4, 6	R				
		Tapera naevia	saci	1, 4, 5, 7, DP	R				
		Dromococcyx pavoninus	peixe-frito-pavonino	7	R				
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	suindara	2, 4	R				
	Strigidae	*Bubo virginianus*	jacurutu	4, DP	R				II
		Glaucidium brasilianum	caburé	3, 4, DP	R				II
		Asio clamator	coruja-orelhuda	DP	R				II
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Lurocalis semitorquatus*	tuju	4	R				
		Nyctidromus albicollis	bacurau	1, 2, 3, 8, DP	R				
		Hydropsalis longirostris	bacurau-da-telha	4, DP	R				
		Hydropsalis torquata	bacurau-tesoura	4, DP	R				
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	taperuçu-de-coleira-branca	2, DP	R				
		Chaetura meridionalis	andorinhão-do-temporal	2, 3, 4, 7	R				
	Trochilidae	*Phaethornis squalidus*	rabo-branco-pequeno	4	R, ATL, E				II
		Phaethornis ruber	rabo-branco-rubro	2, 3, 4, DP	R				II
		Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				II
		Campylopterus largipennis	asa-de-sabre-cinza	2, 6, 7	R				II
		Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				II
		Aphantochroa cirrochloris	beija-flor-cinza	3, 4, DP	R				II
		Florisuga fusca	beija-flor-preto	1, 3, 4, DP	R				II

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Colibri serrirostris	beija-flor-de-orelha-violeta	1, 2, 3, 4, 8, DP	R				II
Trogoniformes		*Anthracothorax nigricollis*	beija-flor-de-veste-preta	4	R				II
		Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				II
		Thalurania furcata	beija-flor-tesoura-verde	1, 4, 7	R				II
		Thalurania glaucopis	beija-flor-de-fronte-violeta	2, 4, 7, DP	R, ATL				II
		Amazilia versicolor	beija-flor-de-banda-branca	2, 3, 4	R				II
		Amazilia fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	3, 4	R				II
		Amazilia lactea	beija-flor-de-peito-azul	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				II
		Calliphlox amethystina	estrelinha-ametista	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8	R				II
	Trogonidae	*Trogon viridis*	surucuá-de-barriga-amarela	4	R				
		Trogon surrucura	surucuá-variado	1, 2, 3, 4, 7, DP	R				
Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	martim-pescador-grande	2, 4, 8	R				
		Chloroceryle amazona	martim-pescador-verde	4, 8	R				
		Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno	4, 8, DP	R				
Galbuliformes	Galbulidae	*Jacamaralcyon tridactyla*	cuitelão	4	R, ATL, E			VU	
		Galbula ruficauda	ariramba	2, 3, 4, DP	R				
	Bucconidae	*Nystalus chacuru*	joão-bobo	2, 3, 4	R				
		Malacoptila striata	barbudo-rajado	4	R, ATL, E			QA	
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos toco*	tucanuçu	2, 3, 4, DP	R				II
		Pteroglossus aracari	araçari-de-bico-branco	4	R				II
	Picidae	*Picumnus cirratus*	picapauzinho-barrado	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Melanerpes candidus	pica-pau-branco	2, 3, 4, 8	R				
		Veniliornis maculifrons	picapauzinho-de-testa-pintada	4, 6, 7, 8, DP	R, ATL, E				
		Veniliornis passerinus	pica-pau-pequeno	2, 3, 4, 6, DP	R				
		Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado	4, DP	R				
		Colaptes campestris	pica-pau-do-campo	1, 2, 3, 4	R				
		Celeus flavescens	pica-pau-de-cabeça-amarela	4, 7	R				
		Dryocopus lineatus	pica-pau-de-banda-branca	2, 3, 4, 6, 7, DP	R				
		Campephilus robustus	pica-pau-rei	4, 7, DP	R, ATL				

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Campephilus melanoleucos	pica-pau-de-topete-vermelho	4	R				
Cariamiformes	Cariamidae	*Cariama cristata*	seriema	2, 3, 4, 8, DP	R				
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	carcará	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				II
		Milvago chimachima	carrapateiro	1, 2, 3, 4, 8, DP	R				II
		Herpetotheres cachinnans	acauã	2, 3, 4, 5, 7, DP	R				II
		Micrastur semitorquatus	falcão-relógio	4	R				II
		Falco sparverius	quiriquiri	4, 5	R				II
		Falco rufigularis	cauré	4	R				II
		Falco femoralis	falcão-de-coleira	1, 4, 7, 8	R				II
Psittaciformes	Psittacidae	*Primolius maracana*	maracanã	2, 3, 4, 8, DP	R			QA	I
		Psittacara leucophthalmus	periquitão	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				II
		Aratinga auricapillus	jandaia-de-testa-vermelha	4	R, E			QA	II
		Eupsittula aurea	periquito-rei	1, 6	R				II
		Forpus xanthopterygius	tuim	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				II
		Brotogeris chiriri	periquito-de-encontro-amarelo	4	R				II
		Pionus maximiliani	maitaca	2, 3, 4, 6, DP	R				II
		Amazona vinacea	papagaio-de-peito-roxo	2	R, ATL	VU	VU	EP	I
Passeriformes	Thamnophilidae	*Formicivora serrana*	formigueiro-da-serra	1, 2, 3, 4, 7, DP	R, ATL, E				
		Formicivora rufa	papa-formiga-vermelho	DP	R				
		Dysithamnus mentalis	choquinha-lisa	2, 3, 4, DP	R				
		Herpsilochmus atricapillus	chorozinho-de-chapéu-preto	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Herpsilochmus rufimarginatus	chorozinho-de-asa-vermelha	4, 8	R				
		Thamnophilus doliatus	choca-barrada	4	R				
		Thamnophilus ruficapillus	choca-de-chapéu-vermelho	4	R				
		Thamnophilus caerulescens	choca-da-mata	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Taraba major	choró-boi	4, DP	R				
		Mackenziaena leachii	borralhara-assobiadora	2, 3, 4, 8, DP	R, ATL				
		Mackenziaena severa	borralhara	1, 4, 7, 8, DP	R, ATL				
		Biatas nigropectus	papo-branco	4	R, ATL	CR		VU	

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Myrmoderus loricatus	formigueiro-assobiador	2, 3, 4, 7	R, ATL, E				
		Pyriglena leucoptera	papa-taoca-do-sul	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, DP	R, ATL				
		Drymophila ferruginea	trovoada	2, 3, 4, 7, 8, DP	R, ATL, E				
		Drymophila ochropyga	choquinha-de-dorso-vermelho	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R, ATL, E			QA	
	Conopophagidae	*Conopophaga lineata*	chupa-dente	2, 3, 4, 6	R, ATL				
	Rhinocryptidae	*Eleoscytalopus indigoticus*	macuquinho	2, 3, 4, 6, 8, DP	R, ATL, E			QA	
	Dendrocolaptidae	*Dendrocincla turdina*	arapaçu-liso	7	R, ATL				
		Sittasomus griseicapillus	arapaçu-verde	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Xiphorhynchus fuscus	arapaçu-rajado	4	R, ATL				
		Campylorhamphus falcularius	arapaçu-de-bico-torto	DP	R, ATL				
		Lepidocolaptes squamatus	arapaçu-escamoso	4	R, ATL, E				
		Dendrocolaptes platyrostris	arapaçu-grande	DP	R				
		Xiphocolaptes albicollis	arapaçu-de-garganta-branca	4	R, ATL				
	Xenopidae	*Xenops rutilans*	bico-virado-carijó	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
	Furnariidae	*Furnarius figulus*	casaca-de-couro-da-lama	2, 3, 4, 8	R, E				
		Furnarius rufus	joão-de-barro	1, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Lochmias nematura	joão-porca	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Clibanornis rectirostris	cisqueiro-do-rio	8	R, CE				
		Automolus leucophthalmus	barranqueiro-de-olho-branco	2, 3, 4	R, ATL				
		Anabazenops fuscus	trepador-coleira	4, 7, 8	R, ATL, E				
		Philydor rufum	limpa-folha-de-testa-baia	2, 3, 4, 7	R				
		Syndactyla rufosuperciliata	trepador-quiete	4, DP	R				
		Phacellodomus rufifrons	joão-de-pau	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Phacellodomus ruber	graveteiro	4, DP	R				
		Phacellodomus erythrophthalmus	joão-botina-da-mata	2, 4, 6, 7	R, ATL, E				
		Phacellodomus ferrugineigula	joão-botina-do-brejo	4	R, ATL				
		Anumbius annumbi	cochicho	4	R				
		Certhiaxis cinnamomeus	curutié	2, 3, 4, 8, DP	R				
		Synallaxis ruficapilla	pichororé	2, 3, 4, 8, DP	R, ATL				

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Synallaxis cinerascens	pi-puí	2, 3, 4	R, ATL				
		Synallaxis frontalis	petrim	1, 2, 3, 4, DP	R				
		Synallaxis spixi	joão-teneném	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, DP	R, ATL				
		Cranioleuca pallida	arredio-pálido	4	R, ATL, E				
	Pipridae	*Neopelma pallescens*	fruxu-do-cerradão	2, 3, 4	R				
		Manacus manacus	rendeira	2, 3, 4, 8, DP	R				
		Ilicura militaris	tangarazinho	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R, ATL, E				
		Chiroxiphia caudata	tangará	1, 2, 3, 4, 8, DP	R, ATL				
	Onychorhynchidae	Myiobius barbatus	assanhadinho	DP	R				
	Tityridae	*Schiffornis virescens*	flautim	2, 3, 4	R, ATL				
		Pachyramphus viridis	caneleiro-verde	2, 3, 4	R				
		Pachyramphus castaneus	caneleiro	4	R				
		Pachyramphus polychopterus	caneleiro-preto	2, 3, 4, 6, DP	R				
	Cotingidae	*Pyroderus scutatus*	pavó	4	R				
	Platyrinchidae	*Platyrinchus mystaceus*	patinho	2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
	Rhynchocyclidae	*Mionectes rufiventris*	abre-asa-de-cabeça-cinza	2, 3, 4	R, ATL				
		Leptopogon amaurocephalus	cabeçudo	2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Corythopis delalandi	estalador	2, 3, 4	R				
		Phylloscartes ventralis	borboletinha-do-mato	4	R				
		Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Todirostrum poliocephalum	teque-teque	3, 4, 6, 7, 8, DP	R, ATL, E				
		Todirostrum cinereum	ferreirinho-relógio	2, 3, 6, 7, DP	R				
		Poecilotriccus plumbeiceps	tororó	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Myiornis auricularis	miudinho	4	R, ATL				
		Hemitriccus diops	olho-falso	1, 4, 7	R, ATL				
		Hemitriccus nidipendulus	tachuri-campainha	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R, ATL, E				
	Tyrannidae	*Hirundinea ferruginea*	gibão-de-couro	2, 3, 4, 7, DP	R				
		Euscarthmus rufomarginatus	maria-corruíra	4	R	CR		QA	
		Tyranniscus burmeisteri	piolhinho-chiador	4	R				

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Camptostoma obsoletum	risadinha	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, DP	R				
		Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Elaenia spectabilis	guaracava-grande	DP	R				
		Elaenia mesoleuca	tuque	4, 7	R				
		Elaenia cristata	guaracava-de-topete-uniforme	4, 7	R				
		Elaenia chiriquensis	chibum	2, 3, 4, DP	R				
		Elaenia obscura	tucão	2, 3, 4, 7, DP	R				
		Myiopagis caniceps	guaracava-cinzenta	2, 3, 4, DP	R				
		Myiopagis viridicata	guaracava-de-crista-alaranjada	2, 4, DP	R				
		Capsiempis flaveola	marianinha-amarela	2, 3, 4	R				
		Phaeomyias murina	bagageiro	2, 3, 4, 8, DP	R				
		Phyllomyias fasciatus	piolhinho	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Phyllomyias griseocapilla	piolhinho-serrano	7	R, ATL, E			QA	
		Serpophaga nigricans	joão-pobre	4	R				
		Serpophaga subcristata	alegrinho	2, 3, 4, 8	R				
		Legatus leucophaius	bem-te-vi-pirata	2, 3, 4, DP	R				
		Myiarchus tuberculifer	maria-cavaleira-pequena	2, DP	R				
		Myiarchus swainsoni	irré	1, 2, 3, 4, 6, DP	R				
		Myiarchus ferox	maria-cavaleira	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Myiarchus tyrannulus	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	3, 4, DP	R				
		Sirystes sibilator	gritador	2, 3, 4, 6	R				
		Casiornis rufus	maria-ferrugem	4, 7	R				
		Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Machetornis rixosa	suiriri-cavaleiro	2, 7	R				
		Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	2, 3, 4, 6, 7, DP	R				
		Megarynchus pitangua	neinei	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Myiozetetes cayanensis	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	1, 2, 3, 4, 8	R				
		Myiozetetes similis	bentevizinho-de-penacho-vermelho	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, DP	R				
		Tyrannus albogularis	suiriri-de-garganta-branca	2, 3, 7	R				

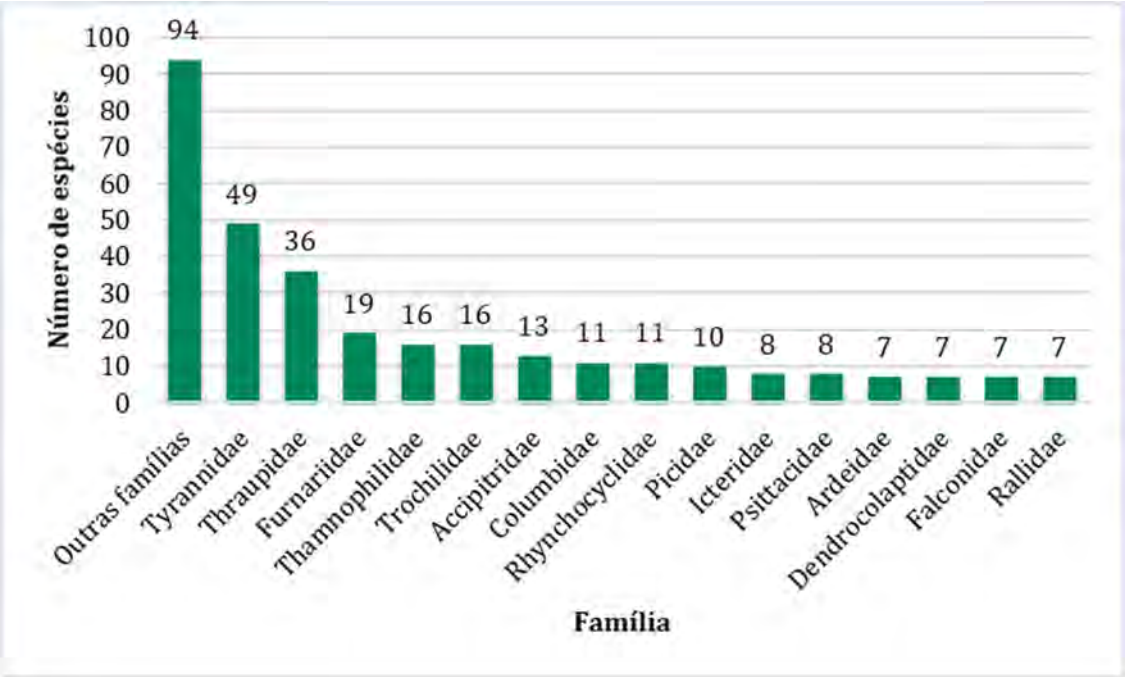
Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Tyrannus melancholicus	suiriri	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, DP	R				
		Tyrannus savana	tesourinha	2, 3, 4, 7, DP	R				
		Empidonomus varius	peitica	2, 3, 4, 7, DP	R				
		Colonia colonus	viuvinha	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Myiophobus fasciatus	filipe	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Fluvicola nengeta	lavadeira-mascarada	1, 2, 3, 4, 8, DP	R				
		Arundinicola leucocephala	freirinha	4	R				
		Gubernetes yetapa	tesoura-do-brejo	5	R				
		Cnemotriccus fuscatus	guaracavuçu	1, 4	R				
		Lathrotriccus euleri	enferrujado	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Contopus cinereus	papa-moscas-cinzento	2, 3, 4, 6, 7, DP	R				
		Knipolegus lophotes	maria-preta-de-penacho	2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Knipolegus nigerrimus	maria-preta-de-garganta-vermelha	4	R, E				
		Satrapa icterophrys	suiriri-pequeno	3, 4, 8, DP	R				
		Xolmis cinereus	primavera	4, 8	R				
		Xolmis velatus	noivinha-branca	2, 3, 4	R				
		Muscipipra vetula	tesoura-cinzenta	2, 3	R, ATL				
	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	pitiguari	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Hylophilus amaurocephalus	vite-vite-de-olho-cinza	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R, E				
		Vireo chivi	juruviara	2, 3, 4	R				
	Corvidae	*Cyanocorax cristatellus*	gralha-do-campo	1, 3, 4	R, CE				
	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	andorinha-pequena-de-casa	2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Progne tapera	andorinha-do-campo	2, 3, 4	R				
		Progne chalybea	andorinha-grande	3, 4, 7	R				
		Tachycineta albiventer	andorinha-do-rio	4	R				
	Troglodytidae	*Troglodytes musculus*	corruíra	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
	Polioptilidae	*Polioptila dumicola*	balança-rabo-de-máscara	3	R				
	Turdidae	*Turdus flavipes*	sabiá-una	3, 4	R				

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Turdus leucomelas	sabiá-branco	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, DP	R				
		Turdus subalaris	sabiá-ferreiro	4	R, ATL				
		Turdus albicollis	sabiá-coleira	2, 3, 4, DP	R				
	Mimidae	*Mimus saturninus*	sabiá-do-campo	1, 2, 3, 4, 6, 7	R				
	Motacillidae	*Anthus lutescens*	caminheiro-zumbidor	8	R				
	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	tico-tico	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Ammodramus humeralis	tico-tico-do-campo	4	R				
		Arremon semitorquatus	tico-tico-do-mato	2, 3, 4, 7, 8, DP	R, ATL, E				
	Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	mariquita	DP	R				
		Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Basileuterus culicivorus	pula-pula	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Myiothlypis flaveola	canário-do-mato	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	japu	2, 3, 4	R				
		Cacicus haemorrhous	guaxe	2, 4	R				
		Icterus pyrrhopterus	encontro	DP	R				
		Icterus jamacaii	corrupião	3	R, CAA, E				
		Gnorimopsar chopi	pássaro-preto	2, 3, 4, 7, 8	R				
		Chrysomus ruficapillus	garibaldi	2, 3, 4	R				
		Pseudoleistes guirahuro	chopim-do-brejo	2, 3, 4	R				
		Molothrus bonariensis	chupim	3, 4, 5, 7, DP	R				
	Thraupidae	*Pipraeidea melanonota*	saíra-viúva	4, 7	R				
		Cissopis leverianus	tietinga	4, 6, 7	R				
		Schistochlamys ruficapillus	bico-de-veludo	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R				
		Tangara cyanoventris	saíra-douradinha	1, 2, 3, 4, 7, DP	R, ATL, E				
		Tangara sayaca	sanhaço-cinzento	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Tangara palmarum	sanhaço-do-coqueiro	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Tangara ornata	sanhaço-de-encontro-amarelo	4	R, ATL, E				

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
		Tangara cayana	saíra-amarela	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Nemosia pileata	saíra-de-chapéu-preto	4, 7, DP	R				
		Compsothraupis loricata	tiê-caburé	4	R, E				
		Conirostrum speciosum	figuinha-de-rabo-castanho	2, 3, 4, 8, DP	R				
		Sicalis citrina	canário-rasteiro	4, 7	R				
		Sicalis flaveola	canário-da-terra	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, DP	R				
		Haplospiza unicolor	cigarra-bambu	3, 4	R, ATL				
		Hemithraupis guira	saíra-de-papo-preto	4	R				
		Hemithraupis ruficapilla	saíra-ferrugem	1, 2, 3, 4, 6, 8, DP	R, ATL, E				
		Volatinia jacarina	tiziu	1, 2, 3, 4, 6, 7, DP	R				
		Trichothraupis melanops	tiê-de-topete	1, 2, 3, 4, 6, 7	R				
		Coryphospingus pileatus	tico-tico-rei-cinza	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Lanio cristatus	tiê-galo	2, 3	R				
		Tachyphonus coronatus	tiê-preto	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R, ATL				
		Tersina viridis	saí-andorinha	1, 2, 3, 4, 7, 8, DP	R				
		Dacnis cayana	saí-azul	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Coereba flaveola	cambacica	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Tiaris fuliginosus	cigarra-preta	2, 3, 4	R				
		Sporophila frontalis	pixoxó	2, 3, 4	R, ATL	EP	VU	VU	
		Sporophila falcirostris	cigarra	3, 4	R, ATL	EP	VU	VU	
		Sporophila nigricollis	baiano	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, DP	R				
		Sporophila ardesiaca	papa-capim-de-costas-cinzas	4	R, ATL, E				
		Sporophila caerulescens	coleirinho	4, 7	R				
		Sporophila leucoptera	chorão	2, 3, 4, DP	R				
		Sporophila angolensis	curió	4, DP	R	CR			
		Embernagra longicauda	rabo-mole-da-serra	2, 3, 4, 7, DP	R, TM, E				
		Emberizoides herbicola	canário-do-campo	2, 3, 6	R				
		Saltator similis	trinca-ferro	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, DP	R				
		Thlypopsis sordida	saí-canário	4, 6, 7, 8	R				

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Fonte	Distribuição	Status de conservação			
						MG	BR	IUCN	CITES
	Cardinalidae	*Piranga flava*	sanhaço-de-fogo	1, 2, 3, 4, 7, DP	R				
		Amaurospiza moesta	negrinho-do-mato	6	R			QA	
		Cyanoloxia brissonii	azulão	2, 3, 4, DP	R				
	Fringillidae	*Spinus magellanicus*	pintassilgo	2, 3, 4, DP	R				
		Euphonia chlorotica	fim-fim	2, 3, 4, DP	R				
		Chlorophonia cyanea	gaturamo-bandeira	4, DP	R				
	Estrildidae	*Estrilda astrild*	bico-de-lacre	4	R				
	Passeridae	*Passer domesticus*	pardal	2, 7	R				

Figura 214 Representatividade das principais famílias de aves registradas por dados primários e secundários para a AEL do Projeto.



Dentre os representantes da família Tyrannidae podemos citar a peitica (*Empidonomus varius*), o suiriri (*Tyrannus melancholicus*) (Foto 238) e a tesourinha (*Tyrannus savana*) registradas em praticamente todas as áreas amostrais.

Foto: Rodrigo Pessoa.

Foto 238 Exemplar de suiriri (*Tyrannus melancholicus*), da família Tyrannidae, registrado durante as atividades de campo do Projeto.

A superioridade de representantes de família Tyrannidae corrobora outros estudos realizados para a região neotropical e temperada (ANJOS, 2001; LYRA-NEVES *et al.,* 2004; MOTTA-JÚNIOR *et al.*, 2008). Tal fato pode ser explicado em função desta ser reconhecida como a maior e mais diversificada família de aves do hemisfério ocidental (SICK, 1997). Porém, para o Brasil, a família Tyrannidae deixou de ser a maior família de aves; as espécies atualmente pertencentes à família Rhynchocyclidae eram consideradas representantes dos tiranídeos e, depois de realizada uma revisão e divisão destas espécies (CBRO, 2011), a família Thamnophilidae é atualmente a mais diversa. Entretanto, enquanto a família Tyrannidae é reconhecida por possuir representantes de comportamento diversificado podendo ocupar uma grande variedade de habitats (SICK, 1997), o que facilita sua detecção em campo, a família Thamnophilidae é constituída principalmente por espécies associadas a florestas, podendo se distribuir por diferentes estratos no interior das matas neotropicais (IRESTEDT *et al.*, 2004). Sendo assim, os tiranídeos continuam sendo as espécies mais registradas em diferentes estudos no Brasil.

No que diz respeito às características ecológicas das famílias com um número maior de representantes, vale destacar o papel desempenhado pelos traupídeos, segunda maior em número de espécies, como bons dispersores de sementes por incluírem uma grande variedade de frutos em sua dieta e pelos longos deslocamentos que realizam (SICK, 1997).

O estudo da dieta das aves pode fornecer importantes informações sobre a estrutura trófica de comunidades, bem como das condições físicas do ambiente (PIRATELLI & PEREIRA, 2002), além de auxiliarem na compreensão de diversos aspectos relacionados à vida desses animais, sendo fundamentais para um melhor entendimento dos processos ecológicos dos quais eles participam (MALLET-RODRIGUES, 2010).

No presente estudo, considerando as duas campanhas realizadas mais o levantamento de dados secundários para AEL do projeto, as aves insetívoras foram as mais bem representadas (n = 136), seguidas pelos onívoros (n = 70) e frugívoros (n = 27) (Figura 215). Alguns insetívoros podem ser destacados, pois possuem hábitos especializados como os representantes da família Picidae (Pica-paus) a exemplo do pica-pauzinho-te-testas-pintada (*Veniliornis maculifrons*), o pica-pau-de-banda-branca (*Dryocopus lineatus*) e o pica-pau-rei (*Campephilus robustus*, como também representantes da família Dendrocolaptidae (Arapaçus) com o arapaçu-de-bico-torto (*Campylorhamphus falcularius*) e o arapaçu-grande (*Dendrocolptes platyrostris*). Estas espécies se alimentam de insetos e suas larvas encontradas em ocos ou debaixo de cascas de troncos arbóreos. Podem-se destacar também outras espécies insetívoras que se alimentam principalmente de formigas como a choquinha-lisa (*Dysithamnus mentalis*) e a papa-taoca-do-sul (*Pyriglena leucoptera*) (SICK, 1997).

Com relação às espécies onívoras, destacam-se a saracura-do-mato (*Aramides saracura*), o sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*) (Foto 239) e o saí-azul (*Dacnis cayana*) (Foto 240). As espécies frugívoras e granívoras, importantes pelo papel de dispersores de sementes podem ser representadas pelo tico-tico-do-mato (*Arremon semitorquatus*), o azulão (*Cyanoloxia brissonii*) e o tuim (*Forpus xanthopterygius*).

Figura 215 Alimentação preferencial (guildas tróficas) das espécies registradas durante a coleta de dados primários e secundários exclusivos da AEL do projeto.

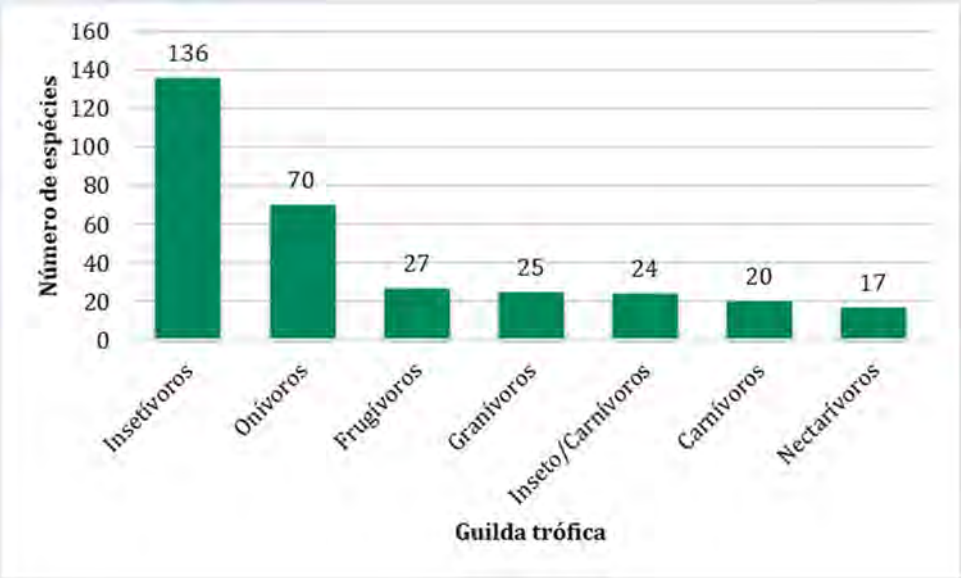


Foto: R. Pessoa

Foto 239 Sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*) espécie onívora fotografada durante realização de ponto de escuta na área 6.

Foto: R. Pessoa

Foto 240 Saí-azul (*Dacnis cayana*) espécie onívora fotografada durante realização de transecto na área 3.

Durante as amostragens dos dados primários buscou-se analisar os ambientes utilizados pelas espécies de aves considerando as anotações dos ambientes na hora do registro em campo, baseando-se no tipo de ambientes e fitofisionomias relevantes para o grupo em questão, além da biologia de cada espécie.

Assim, observou-se durante as duas campanhas do estudo que as áreas representadas por plantios de eucaliptos não manejados (PENM) com a presença de sub-bosque em diferentes etapas de regeneração, foram os ambientes com maior número de espécies (n = 109) (Figura 216). Como exemplo de espécies encontradas nestes ambientes cita-se a águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) (Foto 241), o inhambú-chintã (*Crypturellus tataupa*) e a ariramba-da-cauda-ruiva (*Galbula ruficauda*). Em seguida, foram os ambientes de florestas estacionais semideciduais em estágio médio e avançado de regeneração (n = 107) (FESDm) dos ambientes de capoeira, fragmentos florestais em estágio inicial de regeneração (n = 89) (FESDi). Como exemplo de espécies registradas em ambientes florestais cita-se o beija-flor-cinza (*Aphantochroa cirrochloris*), a pariri (*Geotrygon montana*) e o sanhaço-do-coqueiro (*Tangara palmarum*). Já como exemplo de espécie registrada em ambientes aquáticos podemos citar a anhuma (*Anhima cornuta*), e o carcará (*Caracara plancus*) (Foto 242) em ambientes antropizados.

Cabe destacar que estes valores eram esperados visto que os eucaliptais não manejados representam uma grande matriz de ambientes encontrados nas áreas de estudo. As áreas de sub-bosque presentes em alguns destes plantios podem funcionar como corredores entre os fragmentos florestais isolados, muito importantes para manutenção de uma comunidade diversa na região.

Figura 216 Número de espécies registradas nos principais ambientes amostrados durante a coleta de dados primários da avifauna da AEL do projeto.

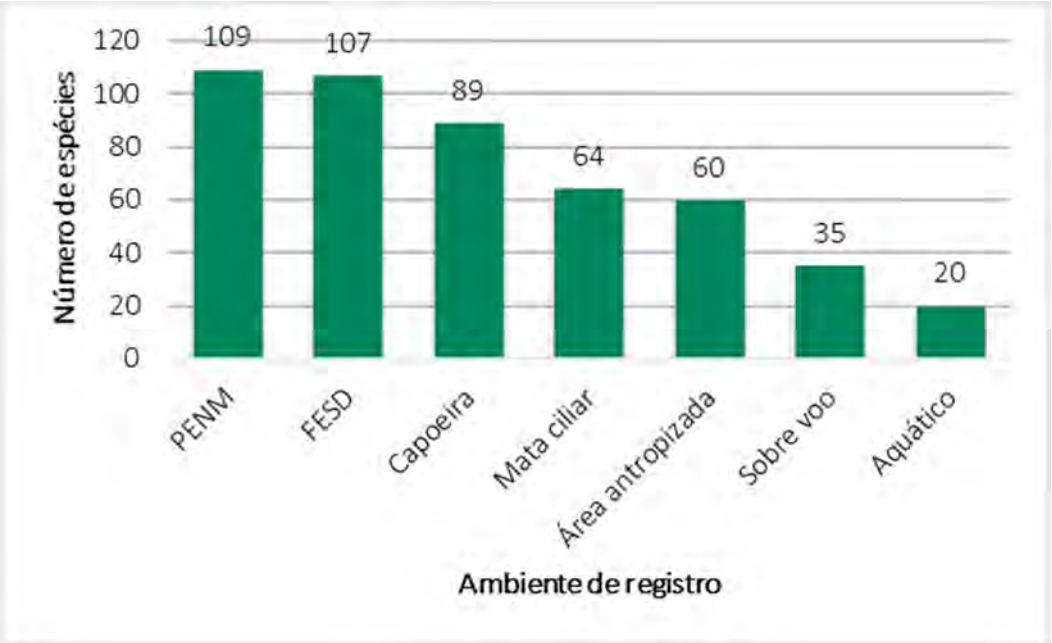


Foto: Thiago Pezzuti

Foto 241 Águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*), espécie fotografada em área de plantio de eucalipto não manejado.

Foto: R. Pessoa

Foto 242 Carcará (*Caracara plancus*), espécie fotografada em área antropizada na AEL do projeto.

A comunidade avifaunística local foi categorizada de acordo com a dependência dos indivíduos à ambientes florestais. Considerando os dados primários e os dados secundários para a AEL do projeto, observou-se que 40% das espécies (n = 128) são dependentes de ambientes florestais para sua sobrevivência (Figura 217), a exemplo do pula-pula (*Basileuterus culicivorus*), da viuvinha (*Colonia colonus*) e do chorozinho-de-chapéu-preto (*Herpsilochmus atricapillus*). As espécies independentes de ambientes florestais totalizaram 35% da comunidade de aves registrada (n = 113) por exemplo, a lavadeirinha-mascarada (*Fluvicola nengeta*) (Foto 243), o gavião-do-rabo-branco (*Geranoaetus albicaudatus*) (Foto 244) e o filipe (*Myiophobus fasciatus*) (Foto 245). Dentre as espécies semidependentes de ambientes florestais registradas (25% do total) pode-se citar o bem-te-vizinho-de-topete-vermelho (*Myiozetetes similis*) (Foto 246), o pitiguari (*Cyclarhis gujanensis*) e o fim-fim (*Euphonia chlorotica*). Esta distribuição quase que homogênea reflete a cobertura vegetal da área de estudo, onde predominam ambientes arbóreos, porém degradados.

Figura 217 Dependência florestal das espécies de aves registradas durante a coleta de dados primários e secundários para a AEL do projeto.

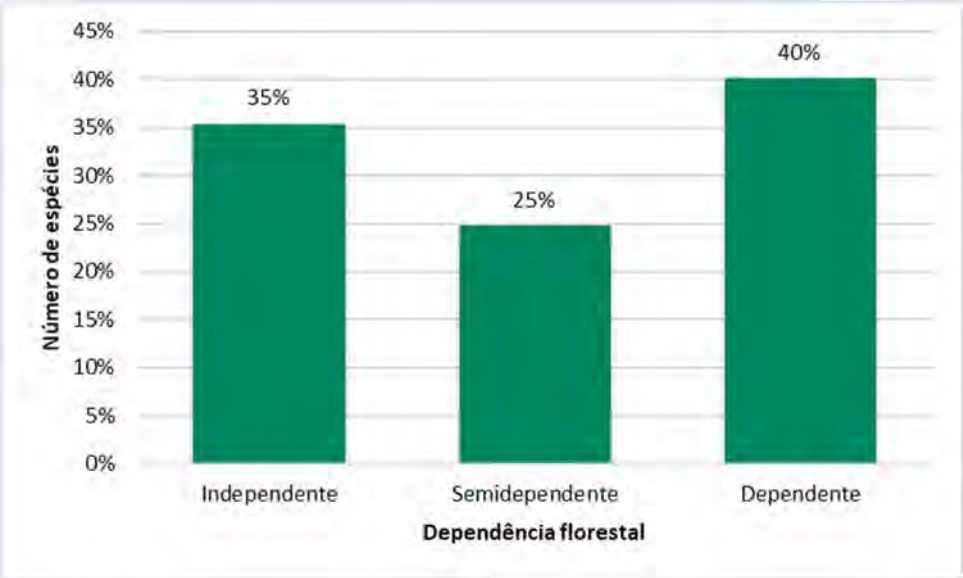


Foto: R. Pessoa

Foto 243 Lavadeirinha-mascaráda (*Fluvicola nengeta*), espécie independente de ambientes florestais registrada ocasinalmente próxima a barregem do Diogo.

Foto: R. Pessoa

Foto 244 Gavião-do-rabo-branco (*Geranoaetus albicaudatus*), espécie independente de ambientes florestais, registrado na área 9.

Foto: R. Pessoa

Foto 245 Filipe (*Myiophobus fasciatus*), espécies independente de ambientes florestais fotografada na área 1.

Foto: R. Pessoa

Foto 246 Bem-te-vizinho-de-topete-vermelho (*Myiozetetes similis*), espécies semidependente de ambientes florestais fotografada na áraa 2.

A sensibilidade das espécies frente a perturbações antrópicas também foi analisada (Figura 218). De acordo com os dados coletados em campo, onze espécies são consideradas como altamente sensíveis a perturbações (STOTZ *et al*., 1996), como por exemplo, a saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*), o arapaçu-de-bico-torto (*Campyloramphus falcularius*), o assanhadinho (*Myiobius barbatus*) e a pomba-amargosa (*Patagioenas plumbea*). Esta classificação foi empregada segundo o conceito geral de que, quanto maior o nível de sensibilidade das espécies, maior a probabilidade de seu desaparecimento de paisagens alteradas em decorrência da perda ou fragmentação de hábitats. A área de estudo, portanto, se mostra descaracterizada uma vez que poucas espécies altamente sensíveis foram encontradas na área de estudo.

A maioria das espécies registradas apresentou baixa sensibilidade a perturbações antrópicas (53%), a exemplo do bacurau-tesoura (*Hydropsalis torquata*) (Foto 247), a risadinha (*Camptostoma obsoletum*) e o tico-tico (*Zonotrichia capensis*) (Foto 248). Este resultado era esperado uma vez que a influência de áreas antropizadas na área de estudo local, como as áreas de mina, favorece a ocorrência de espécies mais generalistas.

Os táxons que apresentaram média sensibilidade a perturbações representaram 43% da avifauna registrada. A trovoada (*Drymophila ferruginea*), o rabo-mole-da-serra (*Embernagra longicauda*) e o joão-porca (*Lochmias nematura*) são exemplos de espécies com média sensibilidade a perturbações antrópicas.

Figura 218 Sensibilidade a perturbações antrópicas das espécies de aves registradas durante a coleta de dados primários e secundários para a AEL do projeto.

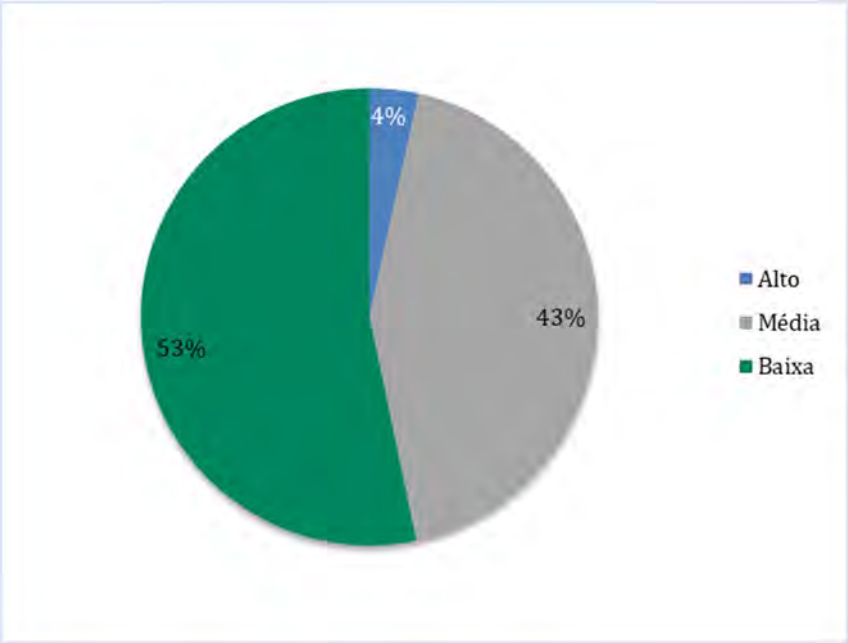


Foto: R. Pessoa

Foto 247 Bacurau-tesoura (*Hydropsalis torquata*), espécies com baixa sensibilidade a perturbações antrópicas fotografada na área 8.

Foto: R. Pessoa

Foto 248 Ninho de tico-tico (*Zonotrichia capensis*), espécie com baixa sensibilidade a perturbações antrópicas. Ninho registrado na área 7.

A abundância e frequência relativas da comunidade de aves na área de estudo foram obtidas, respectivamente, por meio do cálculo dos Índices Pontual de Abundância (IPA) e de Frequência nas Listas (IFL).

Considerando os 32 pontos de escuta realizados durante a coleta de dados primários, em ambas as campanhas, foram obtidos 634 contatos na área de estudo. O IPA obtido, portanto, foi de 18,1 contatos em média, por amostra.

Os dados mostraram que o IPA variou de um máximo de 0,83 (30 contatos) a um mínimo de 0,03 (1 contato), sendo que o periquitão (*Psittacara leucophthalmus*) foi a espécie mais abundante na área, seguido pela papa-taoca-do-sul (*Pyriglena leucoptera*) e o trinca-ferro (*Saltator similis*), ambas com IPA = 0,44 (16 contatos) (Quadro 173).

Quadro 173 Espécies com os maiores índices pontuais de abundância (IPA) obtidos durante a coleta de dados primários da avifauna na AEL.

Táxon	Nome comum	IPA
Psittacara leucophthalmus	Periquitão	0,83
Pyriglena leucoptera	Papa-taoca-do-sul	0,44
Saltator similis	Trinca-ferro	0,44
Elaenia flavogaster	Guaracava-de-barriga-amarela	0,42
Synallaxis spixi	João-teneném	0,39
Basileuterus culicivorus	Pula-pula	0,36
Myiarchus ferox	Maria cavaleira	0,33
Thamnophilus caerulescens	Choca-da-mata	0,31
Turdus albicollis	Sabiá-coleira	0,31
Tyrannus melancholicus	Suiriri	0,31

Analisando-se os IFL's obtidos durante o estudo, foram realizadas ao todo 100 listas e a espécie mais frequente nas listas foi o joão-teneném (*Synallaxis spixi*) presente em 30% das listas compiladas, seguida da guaracava-de-barriga-amarela (*Elaenia flavogaster*) (Quadro 174) e do canário-da-mata (*Myiothlypis flaveola*) ambas com 26% de presença nas listas.

Quadro 174 Espécies com os maiores índices de frequência (IFL) obtidos durante a coleta de dados primários da avifauna na AEL.

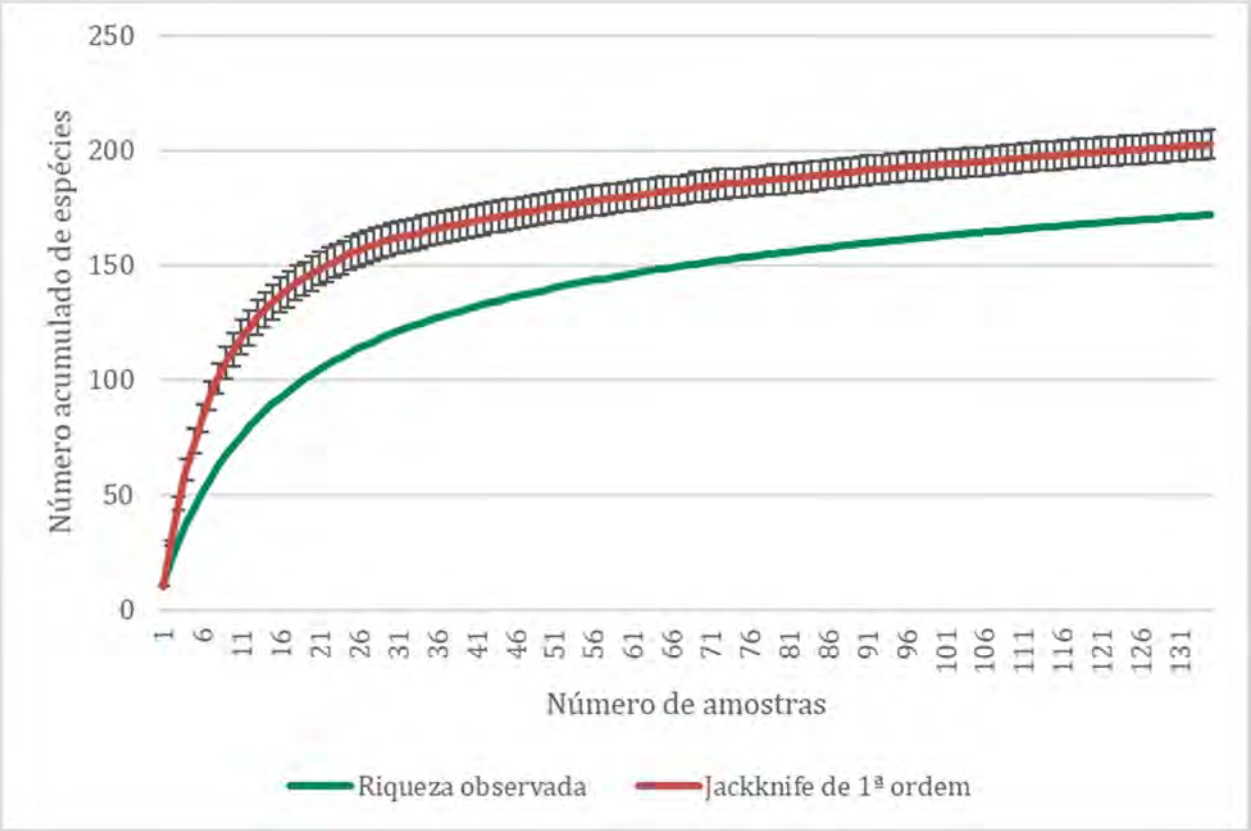
Táxon	Nome comum	IFL
Synallaxis spixi	João-teneném	30%
Elaenia flavogaster	Guaracava-de-barriga-amarela	26%
Myiothlypis flaveola	Canário-da-mata	26%
Saltator similis	Trinca-ferro	24%
Myiarchus ferox	Maria-cavaleira	20%
Pyriglena leucoptera	Papa-taoca-do-sul	20%
Zonotrichia capensis	Tico-tico	19%
Herpsilochmus atricapillus	Chorozinho-de-chapéu-preto	17%
Tyrannus melancholicus	Suiriri	17%
Basileuterus culicivorus	Pula-pula	16%

11.6.2.5.6.2 Suficiência amostral

Foi elaborada a curva do coletor para avaliação da suficiência amostral e mesma levou em consideração todas as metodologias quantitativas, sendo elas os pontos de escuta e as listas de Mackinnon para o conjunto de dados referentes às duas campanhas realizadas na área de estudo (n = 100 listas e 36 pontos). A curva não apresentou uma clara tendência à estabilização (Figura 219). Apesar disto a riqueza efetivamente registrada, considerando todos os métodos (n = 176 spp.) representou 87% da riqueza estimada pelo estimador Jacknnife de 1ª ordem para a área de estudo.

Estes dados demonstram que o desempenho das campanhas foi satisfatório sendo registrada a maior parte da comunidade de aves esperada para a área de estudo, muito embora, um maior esforço amostral poderia aumentar as chances de detecção de ainda uma pequena parcela da comunidade, especialmente de táxons de hábitos conspícuos, migratórios, endêmicos e/ou ameaçados de extinção, os quais naturalmente ocorrem em menores densidades (VASCONCELOS, 2006; STRAUBE *et al.*, 2010). Fato este que pode ser corroborado pela análise feita dos dados secundários onde foram identificadas pelo menos mais 223 espécies com possibilidade de ocorrência para a área de estudo local.

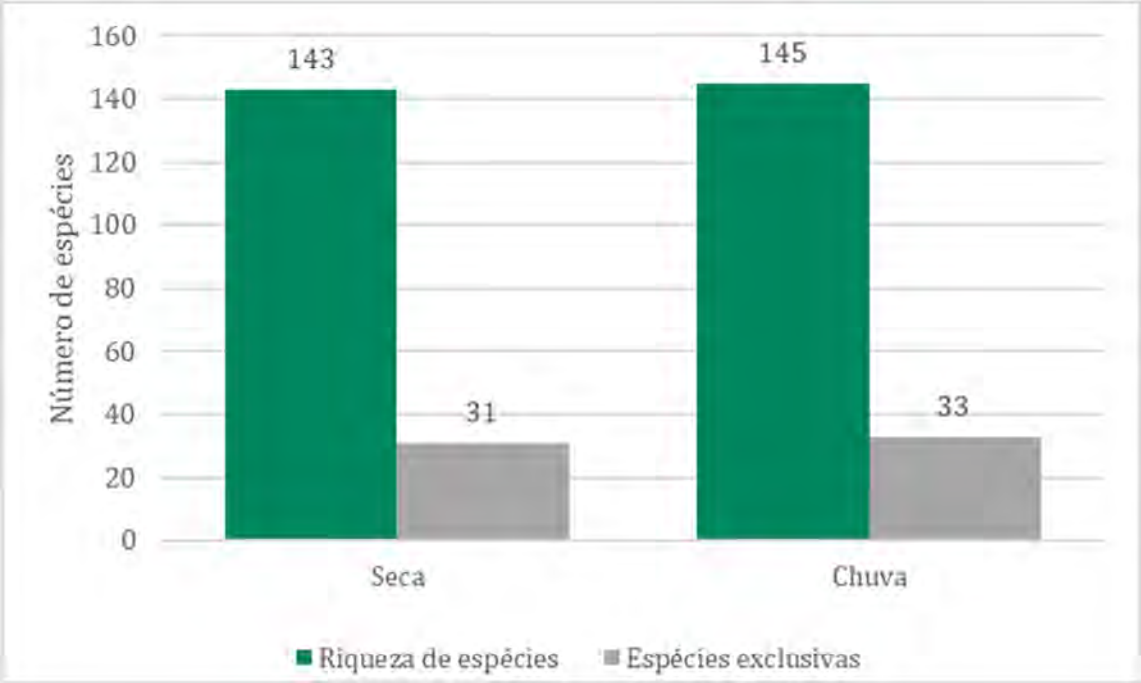
Figura 219 Curva do coletor obtida através do método de listas de Mackinnon para os dados primários da avifauna na AEL.



11.6.2.5.6.3 Sazonalidade

O presente estudo contempla duas campanhas de campo, realizadas nas estações seca e chuvosa. Os resultados encontrados para cada uma das campanhas foram similares quanto à com riqueza de espécies registradas de 143 espécies e 145 espécies respectivamente. Embora o valor total de espécies seja semelhante a comunidade encontrada em cada uma delas pode ser considerada diferente, uma vez que apenas 112 espécies (63%) foram registradas em ambas as campanhas. Do total 31 espécies foram registradas exclusivamente durante a estação seca e 33 espécies exclusivas da estação chuvosa (Figura 220).

Figura 220 Riqueza de espécies e espécies exclusivas por estação (Seca e Chuva) durante coleta de dados primários na AEL.



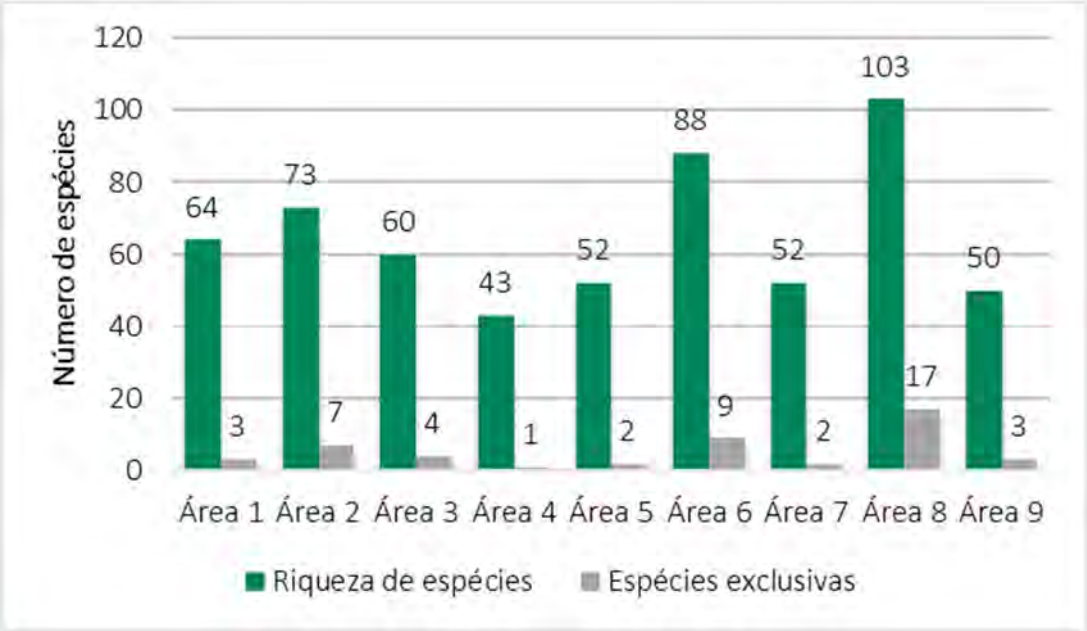
Esta variação entre as campanhas era esperada devido, principalmente, ao caráter migratório que algumas espécies - principalmente da família Tyrannidae, a mais abundante – que se deslocam ao longo do território nacional latitudinalmente ao longo do ano (SICK, 1997). Entretanto era esperado uma riqueza maior durante a estação chuvosa com relação a estação seca, pois trata-se do período reprodutivo da maioria das espécies de aves, o que acarreta numa maior detecção em campo devido a suas atividades de construção de ninhos, alimentação de filhotes e vocalizações para atração de parceiros (ADLER, P. B & W. K. LAUENROTH, 2003). Uma queimada ocorrida dias antes da amostragem da segunda campanha de campo pode ter sido determinante para explicar esta riqueza abaixo do esperado.

11.6.2.5.6.4 Comparação entre áreas amostrais

A Área Amostral 8, classificada como plantio de eucalipto não manejado (PENM), apresentou a maior riqueza de espécies (n= 103), sendo 17 delas registradas exclusivamente nesta área como, por exemplo, o tucanuçu (*Ramphastos toco*), o bico-virado-carijó (*Xenops rutilans*) e o chupim (*Molothrus bonariensis*) (Figura 09). Apesar desta área ser uma plantação de eucalipto abandonada foi possível perceber uma grande recuperação do sub-bosque possivelmente devido à duas drenagens no local, o que mantém o solo permanentemente úmido. Essa vegetação, ainda que em um estágio inicial de restauração, já abriga uma alta riqueza de espécies de aves.

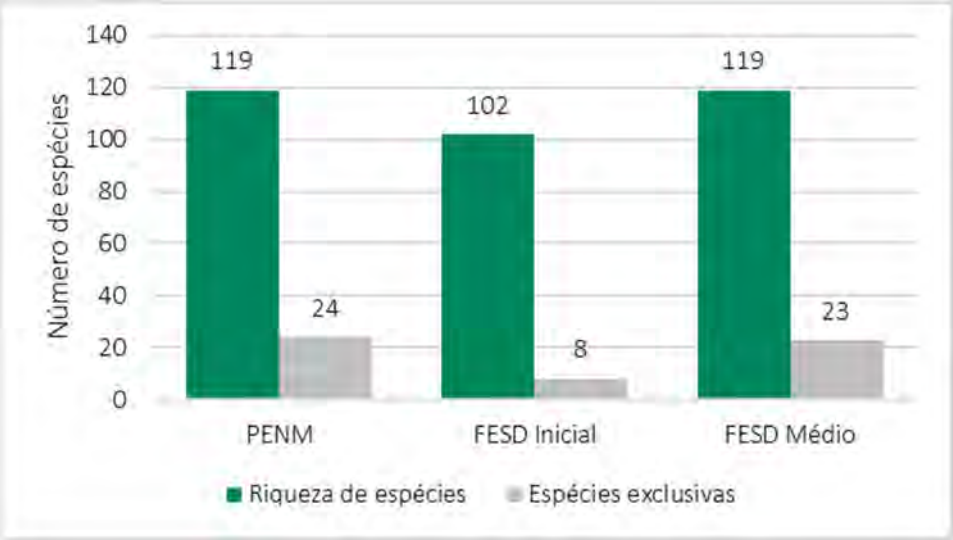
Por sua vez, a unidade que apresentou menor riqueza foi a Área 4 (n= 43), da mesma fitofisionomia citada anteriormente (PENM), com apenas uma espécie exclusiva - o gaturamo-bandeira (*Chlorophonia cyanea*). Esta área se apresentou como a mais degradada tornando-se, após a queimada ocorrida durante a estação chuvosa, em um paliteiro seco de eucaliptos (Figura 221).

Figura 221 Riqueza de espécies de aves por área de amostragem durante coleta de dados primários na AEL.



Analisando a riqueza em função das fitofisionomias classificadas para a AEL, as florestas estacionais semideciduais em estágio médio e avançado de regeneração (FESDm) e as plantações de eucalipto não manejado (PENM) apresentaram a mesma riqueza (n= 119 indivíduos), com 24 e 23 espécies exclusivas respectivamente. A fitofisionomia FESD Inicial foi a que apresentou menor riqueza (n= 102) (Figura 222).

Figura 222 Riqueza de espécies de aves por área de uso e ocupação do solo durante coleta de dados primários na AEL do projeto.



O índice de diversidade de Shannon (H') foi calculado a partir dos dados coletados com a metodologia de pontos de escuta, visando à comparação entre as fitofisionomias. O valor total obtido foi de H' = 4,61. Os índices obtidos em cada área variaram de a H` = 4,11, na FESD Inicial a H' = 4,36, na FESD Médio (Quadro 174). VIELLIARD *et al*. (2010) encontraram valores de diversidade que variaram de 3,31 a 4,43 em diferentes regiões do Brasil. Assim, os índices de diversidade encontrados no presente trabalho podem ser considerados dentro do intervalo esperado.

O cálculo da Equitabilidade (índice de Pielou), por sua vez, permite verificar como os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies encontradas (MARTINS & SANTOS 1999). Este valor varia entre 0 (equitabilidade mínima) e 1 (equitabilidade máxima). O valor total obtido na área de estudo foi de J` = 0,93 variando de J` = 0,93 na área FESD Inicial a 0,96 na área PENM. Estes valores demonstram um padrão de distribuição uniforme do número de indivíduos entre as espécies em todas as áreas amostradas. É sabido que, quanto mais alteradas e impactadas são as áreas de estudo, menor equitabilidade entre as espécies é esperada (MAGURRAN, 1998). Portanto, a equitabilidade encontrada, ao contrário do esperado, demonstra que os fragmentos existentes na AEL do empreendimento ainda mantem uma variedade de hábitats e recursos suficientes para a manutenção de uma diversidade sem a ocorrência de grande dominância de poucas espécies (Quadro 175).

Quadro 175 Parâmetros de riqueza, diversidade, endemismo e ameaça da avifauna obtidos por área de uso e ocupação do solo durante coleta de dados primários na AEL.

Legenda: PENM = Plantio de Eucalipto não manejado; FESD Inicial = Floresta Estacional Semidecidual em fase inicial de regeneração; FESD Médio = Floresta Estacional Semidecidual em fase média e avançada de regeneração. Divers. = Diversidade; Equit. = Equitabilidade.

Área	Local	Nº de espécies	Espécies exclusivas	Divers. (H)	Equit. (J)	Espécies endêmicas	Espécies Ameaçadas de Extinção
Uso e ocupação do solo	PENM	119	24	4,35	0,96	16	2
	FESD Inicial	102	8	4,11	0,93	12	0
	FESD Médio	119	23	4,36	0,95	16	1

Os índices de Similaridade de Sorensen variam de 0 a 1, sendo que os valores mais próximos de 1 indicam uma maior semelhança na composição da avifauna entre os ambientes amostrados (Quadro 176). Estes índices foram apresentados na forma de porcentagem para melhor compreensão. De maneira geral, os índices obtidos foram moderados com uma similaridade máxima de 69% entre a área de FESD inicial e a área PENM.

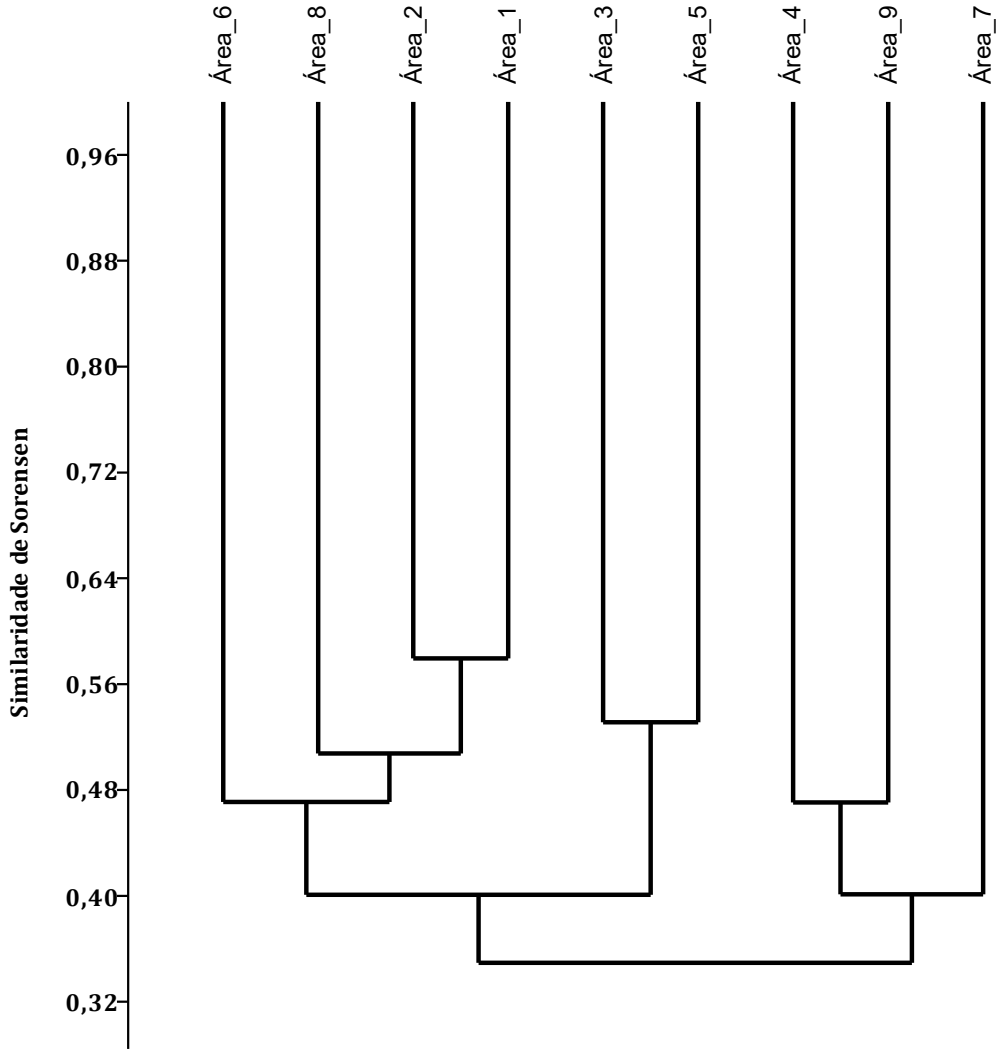
Quadro 176 Similaridade de espécies entre as áreas de uso e ocupação registrada por dados primários na AEL.

Legenda: PENM = Plantio de Eucalipto não manejado; FESD Inicial = Floresta Estacional Semidecidual em fase inicial de regeneração; FESD Médio = Floresta Estacional Semidecidual em fase média e avançada de regeneração.

Uso e ocupação do solo			
	PENM	**FESD Inicial**	**FESD Médio**
PENM		69%	66%
FESD Inicial	69%		67%
FESD Médio	66%	67%	

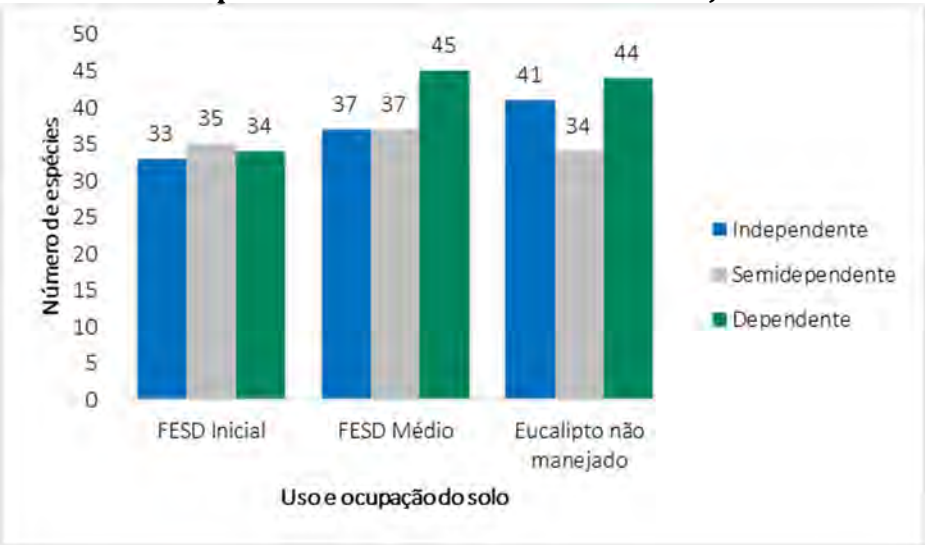
Na tentativa de corroborar a similaridade, foi realizada a análise de *cluster* entre cada uma das nove áreas amostrais. Entretanto, diferentemente do esperado, as áreas foram agrupadas pelas comunidades de aves registradas independente da classificação do uso e ocupação do solo (Figura 223). Esta análise demonstra, por exemplo, uma alta similaridade com a formação de um clado composto pelas áreas amostrais 1 (FESD inicial) e 2 (FESD médio) com um grupo irmão com a área 8 (PENM). Este dado mostra que outros fatores, como a proximidade entre as áreas, e/ou a baixa qualidade ambiental externa, tem influenciado mais na composição da comunidade avifaunística local.

Figura 223 Análise de agrupamento (cluster) gerada pelo índice de Sorensen, nas áreas amostradas, durante coleta de dados primários na AEL do projeto.



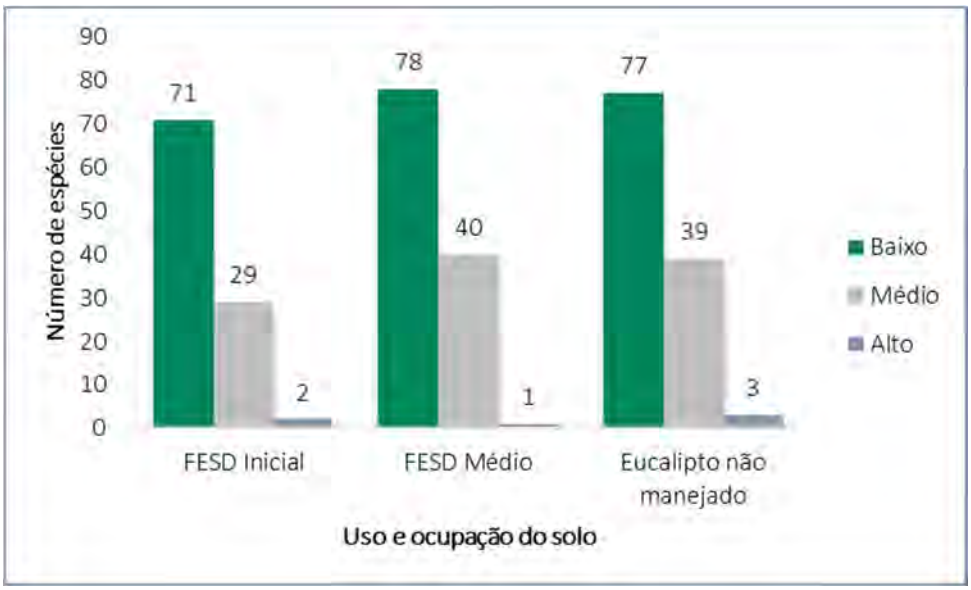
Considerando a distribuição das espécies por estas fitofisionomias e áreas a comunidade de aves foi novamente analisada de acordo com sua dependência florestal. O resultado apresentou uma comunidade de espécies dependentes de ambientes florestais maior na fitofisionomia (FESD Médio), seguida da área localizadas nas plantações de Eucaliptos e, por fim, a fitofisionomia (FESD inicial). Por outro lado, as plantações de eucalipto não manejado também apresentaram o maior número de espécies independentes de ambientes florestais (Figura 224).

Figura 224 Dependência florestal por fitofisionomia amostrada durante coleta de dados primários da avifauna na AEL do Projeto.



Com relação à sensibilidade à perturbação antrópica observada separadamente em cada fitofisionomia amostrada, o resultado se mostrou muito semelhante entre as áreas com uma maioria de espécies com baixa sensibilidade e um máximo de três espécies altamente sensíveis na PENM (Figura 225).

Figura 225 Sensibilidade a perturbações antrópicas por fitofisionomia amostrada durante coleta de dados primários da avifauna na AEL do projeto.



11.6.2.5.6.5 Espécies endêmicas, cinegéticas e xerimbabos

Foram obtidos ao longo das campanhas registros de 24 espécies endêmicas (Quadro 177), ou seja, aquelas que possuem distribuição restrita a um determinado habitat ou área. Adicionando o levantamento de dados secundários para a AEL do projeto, eleva-se este número para 60 espécies endêmicas. Dentre os endemismos, 29 espécies são endêmicas do território nacional. Cinquenta e uma espécies são endêmicas da Mata Atlântica, uma espécie endêmica do Cerrado, uma espécie endêmica da Caatinga e o rabo-mole-da-serra (*Embernagra longicauda*), endêmica dos topos de montanha do leste mineiro (VASCONCELOS, 2008).

Quadro 177 Espécies endêmicas e áreas de registro na AEL do Projeto.

Legenda: Endemismo: R = Residente no território nacional; E = Endêmico do território nacional (PIACENTINI, 2015); ATL = Endêmico da Mata Atlântica (BROOKS *et al*. 1999); CE = Endêmico do Cerrado (SILVA e BATES 2002), CAA = Endêmico da Caatinga (SILVA *et al* 2003) TM = Endêmico do topo de montanhas do leste mineiro (VASCONCELOS, 2008).

Táxon	Nome Comum	Área / Fonte	Endemismo
Aramides saracura	saracura-do-mato	3 / DS	R, ATL
Phaethornis squalidus	rabo-branco-pequeno	DS	R, ATL, E
Thalurania glaucopis	beija-flor-de-fronte-violeta	2, 5, 7 / DS	R, ATL
Jacamaralcyon tridactyla	cuitelão	DS	R, ATL, E
Malacoptila striata	barbudo-rajado	DS	R, ATL, E
Veniliornis maculifrons	picapauzinho-de-testa-pintada	Ro / DS	R, ATL, E
Campephilus robustus	pica-pau-rei	8 / DS	R, ATL
Aratinga auricapillus	jandaia-de-testa-vermelha	DS	R, E
Amazona vinacea	papagaio-de-peito-roxo	DS	R, ATL
Formicivora serrana	formigueiro-da-serra	1, 4, 8 / DS	R, ATL, E
Mackenziaena leachii	borralhara-assobiadora	1 / DS	R, ATL
Mackenziaena severa	borralhara	1, 2, 8 / DS	R, ATL
Biatas nigropectus	papo-branco	DS	R, ATL
Myrmoderus loricatus	formigueiro-assobiador	DS	R, ATL, E
Pyriglena leucoptera	papa-taoca-do-sul	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 / DS	R, ATL
Drymophila ferruginea	trovoada	8 / DS	R, ATL, E
Drymophila ochropyga	choquinha-de-dorso-vermelho	2, 3, 6, 8 / DS	R, ATL, E
Conopophaga lineata	chupa-dente	DS	R, ATL
Eleoscytalopus indigoticus	macuquinho	8, 9 / DS	R, ATL, E
Dendrocincla turdina	arapaçu-liso	DS	R, ATL
Xiphorhynchus fuscus	arapaçu-rajado	DS	R, ATL
Campylorhamphus falcularius	arapaçu-de-bico-torto	8	R, ATL
Lepidocolaptes squamatus	arapaçu-escamoso	DS	R, ATL, E
Xiphocolaptes albicollis	arapaçu-de-garganta-branca	DS	R, ATL
Furnarius figulus	casaca-de-couro-da-lama	DS	R, E
Clibanornis rectirostris	cisqueiro-do-rio	DS	R, CE

Táxon	Nome Comum	Área / Fonte	Endemismo
Automolus leucophthalmus	barranqueiro-de-olho-branco	DS	R, ATL
Anabazenops fuscus	trepador-coleira	DS	R, ATL, E
Phacellodomus erythrophthalmus	joão-botina-da-mata	DS	R, ATL, E
Phacellodomus ferrugineigula	joão-botina-do-brejo	DS	R, ATL
Synallaxis ruficapilla	pichororé	3, 7, 8 / DS	R, ATL
Synallaxis cinerascens	pi-puí	DS	R, ATL
Synallaxis spixi	joão-teneném	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 / DS	R, ATL
Cranioleuca pallida	arredio-pálido	DS	R, ATL, E
Ilicura militaris	tangarazinho	2, 6 / DS	R, ATL, E
Chiroxiphia caudata	tangará	3, 7, 8 / DS	R, ATL
Schiffornis virescens	flautim	DS	R, ATL
Mionectes rufiventris	abre-asa-de-cabeça-cinza	DS	R, ATL
Todirostrum poliocephalum	teque-teque	1, 2, 6, 7, 8 / DS	R, ATL, E
Myiornis auricularis	miudinho	DS	R, ATL
Hemitriccus diops	olho-falso	DS	R, ATL
Hemitriccus nidipendulus	tachuri-campainha	1, 2, 3, 7, 8 / DS	R, ATL, E
Phyllomyias griseocapilla	piolhinho-serrano	DS	R, ATL, E
Knipolegus nigerrimus	maria-preta-de-garganta-vermelha	DS	R, E
Muscipipra vetula	tesoura-cinzenta	DS	R, ATL
Hylophilus amaurocephalus	vite-vite-de-olho-cinza	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 / DS	R, E
Cyanocorax cristatellus	gralha-do-campo	DS	R, CE
Turdus subalaris	sabiá-ferreiro	DS	R, ATL
Arremon semitorquatus	tico-tico-do-mato	1, 2 / DS	R, ATL, E
Icterus jamacaii	corrupião	DS	R, CAA, E
Tangara cyanoventris	saíra-douradinha	2 / DS	R, ATL, E
Tangara ornata	sanhaço-de-encontro-amarelo	DS	R, ATL, E
Compsothraupis loricata	tiê-caburé	DS	R, E
Haplospiza unicolor	cigarra-bambu	DS	R, ATL
Hemithraupis ruficapilla	saíra-ferrugem	2, 3, 4, 5, 6, 8 / DS	R, ATL, E
Tachyphonus coronatus	tiê-preto	3, 6 / DS	R, ATL
Sporophila frontalis	pixoxó	DS	R, ATL
Sporophila falcirostris	cigarra	DS	R, ATL
Sporophila ardesiaca	papa-capim-de-costas-cinzas	DS	R, ATL, E
Embernagra longicauda	rabo-mole-da-serra	6 / DS	R, TM, E

Entendem-se como espécies cinegéticas aquelas procuradas para caça e/ou alimentação; e xerimbabos, aquelas procuradas como animais de estimação (CITES, 2019). Foram registradas, ao todo, 21 espécies cinegéticas, 45 xerimbabos e duas que se enquadram em ambas as categorias (Quadro 178). Dentre as primeiras, destacam-se os inambus, aves muito cobiçadas por caçadores, além de todas as espécies da família Columbidae (as pombas), muito presente na culinária rural brasileira.

Dentre os xerimbabos merecem destaque as espécies da família Psittacidae conhecidas como, papagaios, maritacas, maracanãs, periquitos e afins. Devido principalmente às suas capacidades vocais, figuram entre as espécies mais capturadas e comercializadas ilegalmente.

Quadro 178 Espécies de aves cinegéticas e xerimbabos registradas na AEL.

Táxon	Nome Comum	Cinegético/Xerimbabo
Crypturellus obsoletus	Inambuguaçu	Cinegético
Crypturellus parvirostris	inambu-chororó	Cinegético
Crypturellus tataupa	inambu-chintã	Cinegético
Rhynchotus rufescens	perdiz	Cinegético
Dendrocygna viduata	irerê	Cinegético
Amazonetta brasiliensis	ananaí	Cinegético
Penelope superciliaris	jacupemba	Cinegético / Xerimbabo
Penelope obscura	jacuguaçu	Cinegético / Xerimbabo
Aramides cajaneus	saracura-três-potes	Cinegético
Aramides saracura	saracura-do-mato	Cinegético
Mustelirallus albicollis	sanã-carijó	Cinegético
Pardirallus nigricans	saracura-sanã	Cinegético
Columbina talpacoti	rolinha	Cinegético
Columbina squammata	fogo-apagou	Cinegético
Claravis pretiosa	pararu-azul	Cinegético
Columba livia	pombo-doméstico	Cinegético
Patagioenas picazuro	asa-branca	Cinegético
Patagioenas cayennensis	pomba-galega	Cinegético
Patagioenas plumbea	pomba-amargosa	Cinegético
Zenaida auriculata	avoante	Cinegético
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	Cinegético
Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca	Cinegético
Geotrygon montana	pariri	Cinegético
Ramphastos toco	tucanuçu	Xerimbabo
Pteroglossus aracari	araçari-de-bico-branco	Xerimbabo
Cariama cristata	seriema	Xerimbabo
Primolius maracana	maracanã	Xerimbabo
Psittacara leucophthalmus	periquitão	Xerimbabo
Aratinga auricapillus	jandaia-de-testa-vermelha	Xerimbabo
Eupsittula aurea	periquito-rei	Xerimbabo
Forpus xanthopterygius	tuim	Xerimbabo
Brotogeris chiriri	periquito-de-encontro-amarelo	Xerimbabo
Pionus maximiliani	maitaca	Xerimbabo

Táxon	Nome Comum	Cinegético/Xerimbabo
Amazona vinacea	papagaio-de-peito-roxo	Xerimbabo
Cyanocorax cristatellus	gralha-do-campo	Xerimbabo
Turdus flavipes	sabiá-una	Xerimbabo
Turdus leucomelas	sabiá-branco	Xerimbabo
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	Xerimbabo
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	Xerimbabo
Turdus subalaris	sabiá-ferreiro	Xerimbabo
Turdus albicollis	sabiá-coleira	Xerimbabo
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	Xerimbabo
Psarocolius decumanus	japu	Xerimbabo
Cacicus haemorrhous	guaxe	Xerimbabo
Icterus pyrrhopterus	encontro	Xerimbabo
Icterus jamacaii	corrupião	Xerimbabo
Gnorimopsar chopi	pássaro-preto	Xerimbabo
Molothrus bonariensis	chupim	Xerimbabo
Pipraeidea melanonota	saíra-viúva	Xerimbabo
Cissopis leverianus	tietinga	Xerimbabo
Schistochlamys ruficapillus	bico-de-veludo	Xerimbabo
Tangara sayaca	sanhaço-cinzento	Xerimbabo
Tangara palmarum	sanhaço-do-coqueiro	Xerimbabo
Tangara ornata	sanhaço-de-encontro-amarelo	Xerimbabo
Compsothraupis loricata	tiê-caburé	Xerimbabo
Sicalis citrina	canário-rasteiro	Xerimbabo
Sicalis flaveola	canário-da-terra	Xerimbabo
Lanio cristatus	tiê-galo	Xerimbabo
Tachyphonus coronatus	tiê-preto	Xerimbabo
Sporophila frontalis	pixoxó	Xerimbabo
Sporophila falcirostris	cigarra	Xerimbabo
Sporophila caerulescens	coleirinho	Xerimbabo
Sporophila leucoptera	chorão	Xerimbabo
Sporophila angolensis	curió	Xerimbabo
Saltator similis	trinca-ferro	Xerimbabo
Piranga flava	sanhaço-de-fogo	Xerimbabo
Cyanoloxia brissonii	azulão	Xerimbabo
Spinus magellanicus	pintassilgo	Xerimbabo

O comércio ilegal de animais silvestres movimenta bilhões de dólares anualmente, sendo considerado como a terceira maior atividade ilegal do mundo (GIOVANINI, 2002). O Brasil é um dos principais fornecedores neste mercado, contribuindo com cerca de 4 milhões de animais silvestres anualmente (GIOVANINI, 2002). As aves são o grupo mais procurado, sendo os Passeriformes canoros e os psitacídeos os mais comercializados atualmente. Devido às precárias condições de captura, comercialização e ao grande estresse a que os espécimes são submetidos, cerca de 80% dos animais morrem durante o processo (GIOVANINI, 2002). Para muitas espécies de aves, a captura ilegal é uma ameaça séria para suas populações, podendo causar extinções locais de espécies anteriormente comuns em determinada região (GIOVANINI, 2002).

11.6.2.5.6.6 Status de conservação das espécies

Dentre as espécies registradas por dados primários, apenas duas espécies se enquadram em algum grau de ameaça de acordo com as listas consultadas (COPAM, 2010; MMA, 2014; IUCN, 2021): a águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*), classificada na categoria "Em Perigo" (EP) de extinção para todas as listas consultadas e o curió (*Sporophila angolensis*), considerada "Criticamente Ameaçada" (CR) no estado de Minas Gerais (Quadro 179).

A águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*), conforme tratado no diagnóstico regional (dados secundários), trata-se de um Accipitriforme naturalmente raro, além de ser um predador de grande porte, que necessita de presas grandes e significativas áreas para constituir territórios de alimentação e reprodução (SICK, 1997). Durante levantamento de dados primários um indivíduo imaturo foi ouvido e visualizado na Área Amostral 9, pousado num eucalipto, e visualizado por dois dias consecutivos.

O curió (*Sporophila angolensis*) é considerado criticamente ameaçado de extinção no estado de Minas Gerais. Muito procurado como pássaro de gaiola (SICK, 1997), sendo essa a principal ameaça e causa de seu desaparecimento das regiões mais habitadas do país (MACHADO, 1998). Alimenta-se basicamente de alguns insetos, várias sementes em especial a semente do capim navalha, subindo nos pendões de capim ou catando-as no chão. É comum em capoeiras arbustivas, clareiras com gramíneas, arbustos nas bordas de florestas altas e pântanos, penetrando também nas florestas. Durante a coleta de dados primários a espécies foi registrada nas áreas 2, 6,7 e 8 mostrando-se abundante na AEL do projeto.

Além destas, três espécies (registradas por dados primários) estão na categoria "Quase Ameaçada" (QA) na Lista global de espécies ameaçadas (IUCN, 2021), como a maracanã (*Primolius maracana*) (Quadro 179).

Adicionalmente, e se considerado os dados de estudos pretéritos levantados por dados secundários na AEL do projeto, mais 12 espécies ameaçadas registradas na AEL devem ser consideradas - com destaque para o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*) considerada "vulnerável" em Minas Gerais e nacionalmente, além de ser considerada "em perigo" globalmente, e o pixoxó e a cigarra (*S. frontalis e S. falcirostris*), ambas em "em perigo" estadualmente e "vulnerável" nacionalmente e globalmente. A descrição destas espécies foi apresentada no item referente aos dados secundários. Seis espécies estão na categoria de "Quase ameaçada" pela IUCN (2021) e foram registradas apenas por meio dos dados secundários realizadas na AEL do projeto.

Quadro 179 Listas de espécies ameaçadas ou quase ameaçadas de extinção encontradas por levantamento de dados primários e dados secundário para a AEL.

Legenda: Status de ameaça: CR = criticamente em perigo; EP = em perigo; VU = vulnerável; QA = quase ameaçada; DD= Deficiente de dados; MG = lista oficial da fauna de Minas Gerais ameaçada de extinção (COPAM, 2010), BR = lista oficial da fauna brasileira ameaçada de extinção (MMA, 2014;); IUCN: lista global das espécies ameaçadas de extinção (IUCN, 2021). Área / Fonte: DS = Dados secundários.

Táxon	Nome comum	Área / Fonte	Status de conservação		
			MG	BR	IUCN
Urubitinga coronata	águia-cinzenta	7	EP	EP	EP
Primolius maracanã	maracanã	1, 2, 3, 4, 6, 9	-		QA
Drymophila ochropyga	choquinha-de-dorso-vermelho	2, 3, 6, 8	-	-	QA
Eleoscytalopus indigoticus	macuquinho	8, 9	-	-	QA
Sporophila angolensis	curió	2, 6, 7, 8	CR	-	-
Spyzaetus tyrannulus	gavião-pega-macaco	DS	EP		EP
Spizaetus ornatus	gavião-de-penacho	DS	EP		QA
Jacamaralcyon tridactyla	Cuitelão	DS			VU
Malacoptila striata	barbudo-rajado	DS			QA
Aratinga auricapillus	jandaia-de-testa-vermelha	DS			QA
Amazona vinacea	papagaio-de-peito-roxo	DS	VU	VU	EP
Biatas nigropectus	papo-branco	DS	CR		VU
Euscarthmus rufomarginatus	maria-corruíra	DS	CR		QA
Phyllomyias griseicapillus	piolhinho-serrano	DS			QA
Sporophila frontalis	Pixoxó	DS	EP	VU	VU
Sporophila falcirostris	Cigarra	DS	EP	VU	VU
Amaurospiza moesta	negrinho-do-mato	DS			QA

A lista de espécies levantadas por dados primários também foi avaliada de acordo com a classificação dos apêndices CITES (2019). Sendo assim, merecem destaque as famílias Accipitridae, Strigidae, Falconidae, Trochilidae, Ramphastidae e Psittacidae, cuja maioria das espécies pertencem ao Apêndice II por possuírem um viés de comercialização ilegal, além de serem consideradas bioindicadoras de qualidade ambiental. As três primeiras famílias citadas são representadas por predadores de topo de cadeia alimentar, e as três últimas representadas pelos nectarívoros beija-flores e frugívoros de grande porte que desempenham papel importante na polinização e dispersão de sementes. Merece destaque, ainda, a maracanã (*Primolius maracana*que), que se enquadra no Apêndice I como espécie ameaçada de extinção para o CITES (2019).

As espécies de aves também foram avaliadas de acordo com os PANs, instrumento de gestão e de políticas públicas construído de forma participativa, a ser utilizado para o ordenamento e a priorização de ações para a conservação de espécies e ambientes naturais, com um objetivo estabelecido em um horizonte temporal definido (ICMBio). Os PANs têm como visão de futuro “Assegurar a conservação das espécies em seus habitats, com populações viáveis do ponto de vista genético e demográfico, em até 50 anos”.

Com relação a avifauna, são ao todo 12 PANs relacionados à conservação de uma ou várias espécies. Entretanto, dentre as espécies registradas por dados primários, apenas uma é considerada alvo para o PAN de espécies de aves ameaçadas da mata atlântica: a águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*). Vale destacar que a mesma espécie também se enquadra em outro PAN, o de espécies de aves ameaçadas do cerrado e pantanal. A águia cinzenta foi registrada na área de estudo local por observação visual e auditiva na área 9. O único indivíduo registrado possuía plumagem típica de um jovem ou sub-adulto. Acredita-se que o indivíduo poderia estar de passagem em busca de maiores fragmentos florestais. Importante ressaltar a possibilidade de haver um sítio reprodutivo nas proximidades, uma vez que o jovem da águia-cinzenta permanece sobre cuidados parentais por até 1 ano após eclosão (COLLAR, N. J. *et al.* 1992). Entretanto, não é esperado que este sítio reprodutivo seja na AEL uma vez que a mesma depende de extensas áreas abertas com relativo número de presas (pequenos e médio mamíferos) para alimentação de seus filhotes (SICK, 1997).

11.6.2.5.6.7 Espécies indicadoras de qualidade ambiental

As aves, por estarem presentes em todos os biomas e ocuparem uma grande diversidade de nichos ecológicos, são consideradas excelentes indicadores da diversidade dos ecossistemas (VIELLIARD *et al*, 2010). Reforçando este conceito, oferecem ainda as vantagens de ter uma taxonomia bem estabelecida e um comportamento relativamente conspícuo, o que permite a identificação em campo sem necessidade de captura. De acordo ainda com VIELLIARD (2000), uma efetiva análise da comunidade de aves como um todo é a melhor forma de obter respostas sobre a qualidade ambiental de determinado local ou fragmento.

Neste sentido, já foi demonstrado por este estudo alguns fatores sobre a comunidade de aves presente na AEL, que nos permitem considerar sobre a qualidade do ambiente – como, por exemplo, um alto número de espécies dependente de ambientes florestais (n = 128). O fato de 40% das espécies de aves da comunidade ser dependente de habitats florestais não só reflete uma característica natural da região, mas também indica que os fragmentos florestais restantes na AEL ainda possuem a capacidade de abrigar espécies de hábitos mais exigentes e específicos para uma vegetação de porte arbóreo com grande sombreamento, como é o caso da choquinha-de-dorso-vermelho (*Drymophila ochropyga*), o macuquinho (*Eleoscytalopus indigoticus*) e a borralhara (*Mackenziaena severa*).

Soma-se a estas espécies outras onze espécies altamente sensíveis a perturbações antrópicas (STOTZ *et al.*, 1996).

Explorando o conceito de espécies bioindicadoras de qualidade ambiental podemos dar destaque a dois grupos muito importantes na classificação destas áreas. O primeiro grupo está relacionado a três famílias (Accipitridae, Falconidae e Strigidae); uma vez que atuam como predadores de topo de cadeia, os "rapinantes" são apontados como indicadores da qualidade ambiental dos ecossistemas. De uma maneira geral um alto número de espécies e uma alta abundância significa que o ambiente está saudável, uma vez que sua presença indica que os recursos necessários para sua sobrevivência também são encontrados no local (FERGUSON-LEES & CHRISTIE, 2001).

Ainda que o número de 12 espécies rapinantes registradas na área de estudo possa ser considerado alto, o dado se mostra muito aquém das 36 espécies registradas por meio de dados secundários para a região de estudo. Além disto, a abundância destas 12 espécies pode ser considerada baixa, sendo a maioria registrada com indivíduo uma única vez. Deste modo, podemos considerar que a qualidade dos fragmentos florestais na AEL já não suporta uma grande abundância de rapinantes. Merece destaque, no entanto, a presença da águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*), uma espécie ameaçada de extinção sendo o indivíduo registrado ainda imaturo e o jacurutu (*Bubo virginianus*) a coruja de maior porte da América Latina (SICK, 1997).

O segundo grupo que precisa ser destacado são os frugívoros de grande porte, normalmente relacionado as famílias (Psittacidade, Cracidae e Ramphatidae). Desempenhando importante papel na manutenção das comunidades vegetais, e proporcionando a dispersão de suas sementes, os frugívoros de grande porte vão depender da disponibilidade de frutos para persistirem em determinada área, sendo a disponibilidade deste recurso alimentar um dos principais fatores que influenciam tanto na movimentação e na abundância local destas espécies (ANGGRAINI *et al*., 2000).

Para o presente estudo, portanto, apenas quatro espécies de grande porte podem ser consideradas dispersores de semente; a maitaca (*Pionus maximiliani*), a jacupemba (*Penelope superciliaris*), o jacuguaçu (*Penelope obscura*) e o tucanuçu (*Ramphastos toco*). Além disso, todas elas foram registradas em baixa abundância relativa, corroborando a análise de que, apesar de ainda estarem presentes na área de estudo local, esta já se apresenta com um grau de alteração suficiente para diminuir a população destes táxons. Considerando os dados secundários, outras duas espécies de psitacídeos poderiam ocorrer na área de estudo, mas não foram registradas, como é o caso da *Diopsittaca nobilis* e da *Amazona vinacea*.

Por fim, durante a coleta de dados primários nas duas campanhas de campo, não foram registradas espécies de particular interesse científico, ou até mesmo que implicassem em ampliação de distribuição geográfica ou táxons não ainda descritos pela literatura.

11.6.2.5.6.8 Diagnóstico conclusivo das Áreas de Estudo Local e do Projeto com foco na avifauna

A comunidade de aves registrada para as Áreas de Estudo Regional (AER) e Local (AEL) do Projeto se mostrou com grande riqueza e diversidade, considerada predominantemente florestal, com alto grau dependência a este ambiente e com algumas espécies com alta sensibilidade a perturbações antrópicas. Considerando a riqueza observada por dados secundários foram consideradas para a área de estudo um total de 399 espécies – um dado elevado, mesmo considerando o entorno do empreendimento com ambientes de serras no extremo do espinhaço sul. Cabe ressaltar que este resultado foi consultado mesmo após filtragem de todo o banco de dados secundários levantados, o qual considerou as características dos ambientes encontrados para a AEL do empreendimento. Considerando a análise de dados secundários levantados apenas na AEL do projeto a riqueza foi de 319 espécies e por meio do levantamento de dados primários o total de 176 espécies. Este valor representa apenas 44% do número de espécies levantadas por meio de dados secundários. Entretanto, esta riqueza verificada durante as campanhas representa 85% de toda a comunidade prevista pelo estimador de riqueza Jackknife de 1ª ordem. Por este motivo acredita-se que o número efetivamente registrado representou bem a comunidade presente na região. Além disto de acordo com VIELLIARD *et al.* (2010) a diversidade da comunidade registrada (H` = 4,61) pode ser considerada dentro do padrão esperado para regiões tropicais sendo que os indivíduos estão distribuídos de forma uniforme entre as espécies da comunidade.

Dentre as espécies registradas por dados primários dá-se destaque para o alto número de táxons endêmicos (n = 24). Este dado mostra o quão importante é a manutenção das florestas como locais fontes de populações das espécies que ainda residem na região. Além disso, o registro de duas espécies ameaçadas no local indica a necessidade de atenção com relação aos locais não impactados no entorno que possam comportar estas espécies.

Por toda a área amostrada encontra-se um alto número de espécies cinegéticas e xerimbabos, o que é refletido na presença de consideráveis populações de psitacídeos como o periquito-maracanã (*Psittacara leucophtalmus*) e de aves canoras, como o curió (*Sporopihla angolensis*), espécie criticamente ameaçada de extinção em Minas Gerais.

A concentração de espécies com alto valor comercial e/ou de caça chama atenção, visto que a Mina passará por alterações em sua operação e, por consequência, poderá haver um aumento de circulação de pessoas no local.

Deve ser levado em consideração, ainda, o fato da área de estudo local (AEL) do empreendimento se encontrar dentro da área prioritária para conservação das aves no estado de Minas Gerais de número "64", denominada Espinhaço Sul, categorizada de importância biológica extrema para o grupo das aves. Isto ocorre devido a existência de um grande número de espécies endêmicas e ameaçadas na região (BIODIVERSITAS, 2005).

Com relação à comparação entre as fitofisionomias, a diversidade de ambientes presentes na AEL não se mostrou muito grande, variando apenas o grau de recuperação dos fragmentos de florestas estacionais semideciduais dispersas pela matriz de plantações de eucaliptos não manejadas e o tempo de abandono das mesmas. Apesar da descaracterização destes ambientes a área de entorno, de acordo com os dados secundários, pode abrigar a uma parcela da comunidade sensível a perturbações antrópicas e servir como fragmentos fontes para as fitofisionomias encontradas na AEL. De qualquer forma já foi possível observar forte influência da presença de água e umidade nas áreas 6 e 8 elevando o número de espécies nestes locais.

Com relação à sazonalidade, a dinâmica da comunidade não se alterou muito entre seca e chuva, ficando nítido que outros fatores externos, como queimadas contribuíram mais para alterar em parte a comunidade registrada.

Por fim, este relatório considera que a comunidade de aves existente no local do empreendimento foi bem representada e caracterizada por este estudo.

11.6.2.6 Entomofauna

11.6.2.6.1 Introdução

Os insetos formam o grupo de animais mais abundantes e diversos do mundo, podendo ser encontrados em todos os tipos de hábitats existentes (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005). Como insetos vetores, destacam-se as espécies de dípteros pertencentes às famílias Culicidae e Psychodidae (FORATTINI, 2002; GALATI, 2003). Essas famílias possuem distribuição cosmopolita e podem ser encontradas em todo território nacional. Por isso, é possível encontrar na área de estudo os principais insetos de importância médico-veterinária para o Brasil, tais como os pertencentes aos gêneros Lutzomyia, Nyssomyia e Psychodopygus (vetores das leishmanioses visceral e/ou tegumentar), Anopheles (vetores da malária no Brasil), Sabethes e Haemagogus (vetores da febre amarela silvestre) e as espécies Aedes aegypti e Aedes albopictus (vetores da dengue, zika vírus e febre chikungunya).

Dentre os insetos vetores podemos encontrar grupos com habitats distintos, sendo vários destes sinantrópicos, que atuam como vetores primários de diversas doenças que acometem tanto homens quanto animais domésticos (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; GALATI, 2003). Outros possuem hábitos exclusivamente silvestres, embora alguns grupos possam apresentar alta plasticidade em se adaptar a alterações antropogênicas (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; GALATI, 2003). Desta maneira, muitos destes insetos são de grande relevância médico-veterinária, pois podem configurar reservatórios naturais ou podem atuar como agentes dispersores de doenças.

Os indivíduos pertencentes à família Culicidae caracterizam-se como insetos holometábolos, ou seja, possuem metamorfose completa, cujas fêmeas adultas apresentam hábito alimentar hematófago e locomoção aéreo-terrestre. Durante a fase imatura são aquáticos e ocupam corpos de água de diversas dimensões, níveis de matéria orgânica e eutrofização. Existem mais de 3.200 espécies de Culicidae descritas em todo o mundo, com várias espécies presentes na região Neotropical (FORATTINI, 2002).

Os culicídeos são os mais comumente relatados como vetores de patógenos a seres humanos e outros animais, tais como os agentes etiológicos da malária, dengue, febre amarela, filariose bancroftiana, encefalite do Nilo Ocidental, entre outros agravos (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; GUEDES, 2012). Alterações na fauna de culicídeos são reforçadas, dentre outros motivos, pelas alterações ambientais ocorridas em decorrência dos processos de urbanização (GUIMARÃES *et al*., 1997). O surgimento de criadouros artificiais como poças temporárias, características de locais onde o acúmulo de rejeitos humanos é acentuado, favorece a instalação destes organismos (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994). Além destes agravos, algumas espécies, como as pertencentes aos gêneros Culex e Mansonia, atuam como fator de incômodo à população, quando registrados em alta abundância (SEGURA & CASTRO, 2007).

Já os flebotomíneos (mosquitos-palha), pertencentes a família Psychodidae, são os principais vetores das leishmanioses (cutânea e visceral), doença que adquire cada vez mais significância epidemiológica no Brasil (FORATTINI, 2002; CONSOLI & OLIVEIRA, 1994) e pode vir a ser fatal, se não tratada. A urbanização da leishmaniose visceral (forma mais grave da doença), por exemplo, se deve possivelmente a uma mudança de comportamento dos vetores, embasada em modificações socioambientais, que reduzem a disponibilidade de animais silvestres que podem servir de fonte alimentar para os flebotomíneos, colocando animais domésticos e o homem como alternativas mais acessíveis, favorecendo o processo migratório dos flebótomos para áreas antropizadas (BARATA *et al*., 2005).

Os flebotomíneos são dípteros de fêmeas hematófagas, com fase imatura terrestre que se desenvolve sob a serrapilheira ou pedras. Até 2003, o número de espécies descritas no mundo era de 464, e destas, pelo menos 229 eram encontradas no Brasil (GALATI, 2003). Os flebótomos são os principais vetores das leishmanioses (cutânea e visceral), agravo que adquire cada vez mais significância epidemiológica no Brasil (FORATTINI, 2002; CONSOLI; OLIVEIRA, 1994) e pode ser fatal, quando não tratada.

A urbanização da leishmaniose visceral (forma mais grave da doença), por exemplo, se deve possivelmente a uma mudança de comportamento dos vetores, embasada em modificações socioambientais, que reduzem a disponibilidade de animais silvestres que podem servir de fonte alimentar para os flebotomíneos e inserem os animais domésticos e o homem como alternativa mais acessível favorecendo o processo migratório dos flebótomos para áreas antropizadas (BARATA *et al*., 2005).

No Brasil, a leishmaniose tegumentar americana (LTA) é uma doença com diversidade de agentes, de reservatórios e de vetores que apresenta diferentes padrões de transmissão e um conhecimento ainda limitado sobre alguns aspectos, o que a torna de difícil controle (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

A leishmaniose visceral (LV) é uma infecção zoonótica que afeta tanto os animais quanto o ser humano, causada por protozoário do gênero *Leishmania* sp. Estudos realizados verificaram um processo de expansão da doença, à medida que se verifica a adaptação do vetor em zonas urbanas (CAMARGO-NEVES & KATZ 1999; CAMARGO-NEVES *et al*. 2005).

Não obstante a importância do grupo, a pesquisa ecológica com insetos vetores ainda é incipiente no país e os levantamentos existentes, geralmente, são restritos a regiões endêmicas de algum tipo de agravo à saúde. Tais trabalhos, na sua maioria, são direcionados para espécies com potencial vetor já descrito pela entomologia médica e realizados por instituições vinculadas à Saúde Pública como Secretarias Municipais e Estaduais de Saúde.

Por isso, levantamentos e monitoramentos faunísticos dos grupos de insetos de importância médico-veterinária são considerados de extrema importância para o melhor conhecimento da dinâmica ecológica desses insetos. Além disso, em virtude de sua íntima relação com os recursos hídricos, com o solo e a vegetação, algumas espécies são descritas na literatura como potenciais indicadores da qualidade ambiental (DORVILLÉ, 1996; FORATTINI, 2002; FREITAS *et al.*, 2006).

11.6.2.6.2 Metodologia

Para a contextualização das espécies com potencial de ocorrência na Área de Estudo Regional (AER) do Projeto em estudo foram consultados os dados do Banco de Dados da Biodiversidade da Vale (BDBio), que compila diversos estudos realizados na região de inserção do projeto.

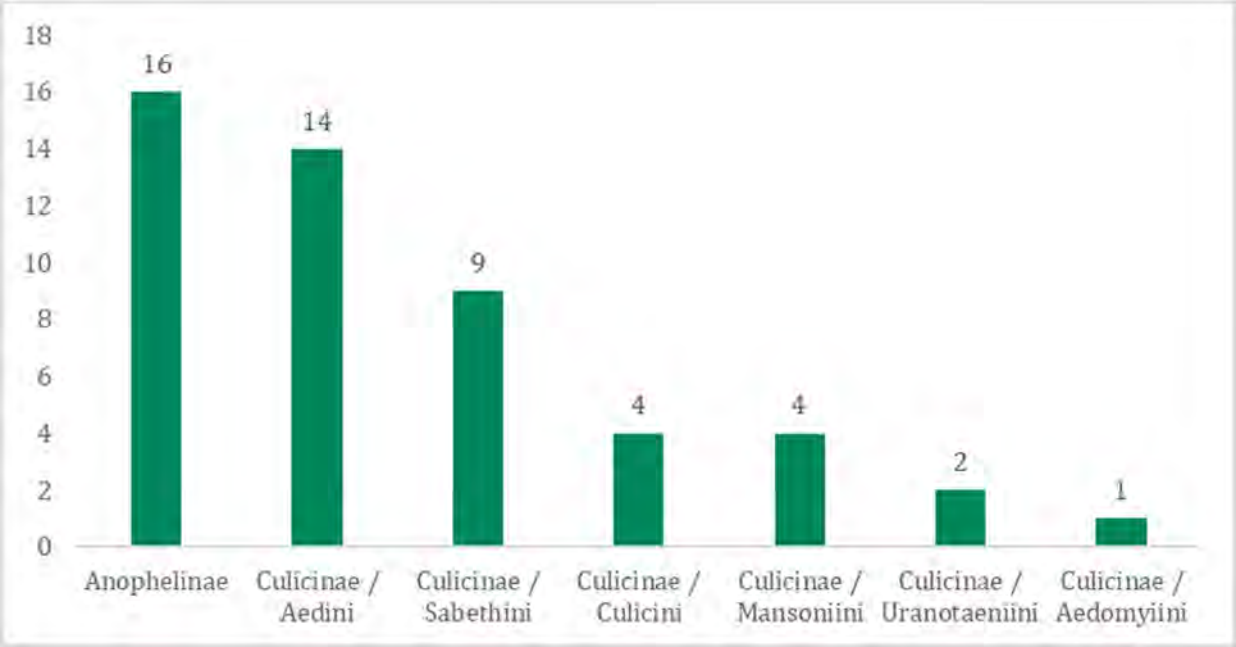
Os estudos constantes no banco de dados são apresentados a seguir:

- Estudos ambientais para Ampliação da Mina de Alegria (AMPLO ENGENHARIA, 2018).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2010; 2014; 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Alegria (BIOMA, 2011; 2012; 2014; 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina Fazendão (BIOMA, 2010; 2012; 2013; 2014; 2015).
- Programa de Monitoramento de Fauna do Complexo Itabira (BIOMA, 2013).

11.6.2.6.3 Contextualização da Entomofauna na Área de Estudo Regional (AER)

Foram compiladas 53 espécies da entomofauna vetora com ocorrência na AER do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, sendo 50 pertencentes a família Culicidae e três à família Psychodidae. A Figura 226, a seguir, evidencia a representatividade das famílias e subfamílias do grupo. A lista dos táxons regionais, fonte de cada registro e demais informações são apresentadas na "Lista Digital da Fauna de Potencial Ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa (**Anexo 14)**.

Figura 226 Representatividade das subfamílias e tribos de Culicidae, entomofauna, registradas para a Área de Estudo Regional do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Vale pontuar que a riqueza de espécies pode estar sub ou superestimada visto que os estudos consultados apresentaram alguns espécimes sem identificação até o nível específico. Para este grupo esse resultado é comum, uma vez que a taxonomia de determinadas espécies é muito complexa, sendo possível identificar apenas o indivíduo macho.

Dentre as espécies registradas, destacam-se por sua relevância epidemiológica as espécies pertencentes ao gênero *Anopheles*, acusadas como vetores da malária no Brasil, primários (*A. darlingi*) e secundários (*A. albitarsis* e *A. triannulatus*) (GUEDES, 2012; SEGURA & CASTRO, 2007); espécies dos gêneros *Sabethes* e *Haemagogus*, com destaque para *H. leucocelaenus* (vetor primário), por serem apontadas como vetores da febre amarela em seu ciclo silvestre (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994).

Além destas, as espécies pertencentes à subfamília Phlebotominae, também merecem destaque em função do seu potencial vetor de leishmanioses no Brasil, principalmente *Lutzomyia longipalpis*, acusada como vetora primária da leishmaniose visceral no país, e *Psychodopygus hirsutus* (vetor secundário da leishmaniose tegumentar) (GALATI, 2003).

Como espécies bioindicadoras, DORVILLÉ (1996) destaca *Aedes scapularis* e aquelas pertencentes à tribo Mansonini, como comuns em ambientes alterados, enquanto as contempladas pelo gênero *Haemagogus* estão presentes em ambientes intermediários. A tribo Sabethini é citada neste estudo como sendo mais sensível a alterações ambientais, estando presente em ambientes com características florestais.

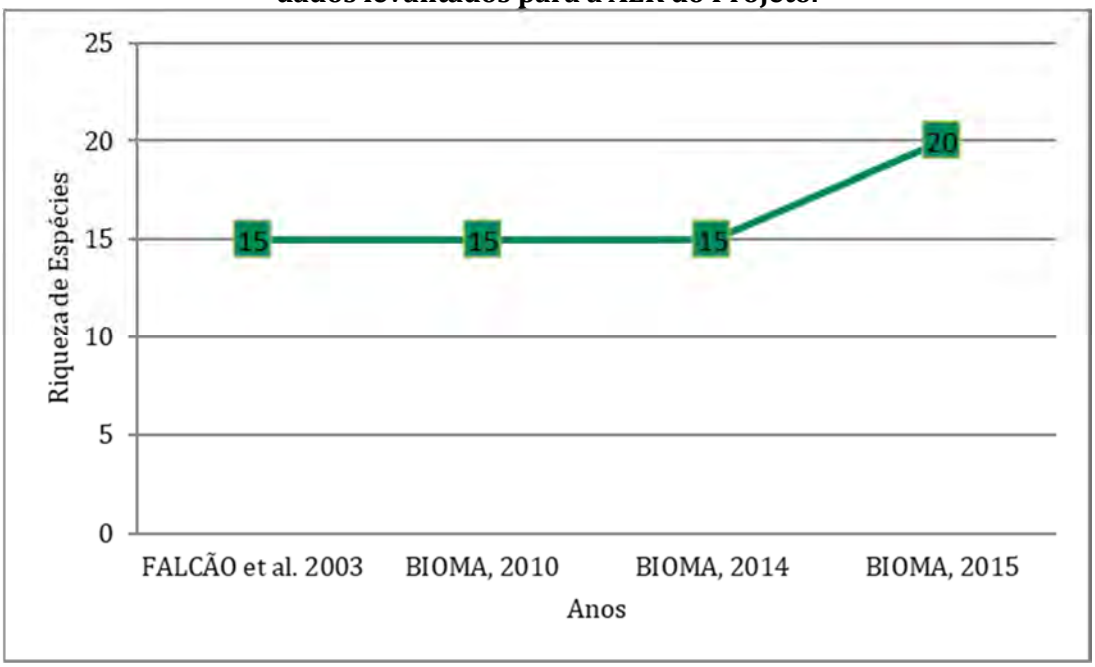
Ao se analisar a distribuição dos ambientes na Área de Estudo Local, de acordo com o mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal, é possível inferir que todas as espécies confirmadas para a AER podem também estar presentes no interior da AEL do empreendimento. Isso se dá não somente devido à grande variedade de habitats (que variam de áreas em estágios sucessionais avançados a locais totalmente alterados), mas também à característica cosmopolita de grande parte das espécies de dípteras vetores.

Entretanto, também é possível inferir que estas espécies não estão distribuídas de forma uniforme, uma vez que cada uma possui preferências de criadouros e plasticidade ambiental diferentes. Um exemplo disto seria a maior presença de espécies da tribo Mansonini e do gênero *Anopheles* em áreas próximas às barragens ou diques de contenção, uma vez que utilizam área de acúmulo de água permanentes como sítios de oviposição.

Espécies das tribos Culicini podem estar presentes em todas as fitofisionomias; as da tribo Aedini devem ocorrer nas áreas em estágios iniciais a avançados de regeneração; e os sabetíneos devem estar concentrados apenas em locais com melhor qualidade ambiental.

A curva de conhecimento (Figura 227) apresentada a seguir, é possível observar que existe uma tendência de aumento no número de espécies registradas para a área ao longo dos anos, este resultado já era esperado, uma vez que à medida que novos estudos vão sendo realizados, maior é o esforço amostral e diferentes métodos de coleta são aplicados. Esta tendência tende a ser mantida nos próximos estudos principalmente em função dos microhabitats existentes em cada área amostral e a grande diversidade registrada para o grupo.

Figura 227 Curva do conhecimento (riqueza acumulada) da entomofauna de acordo com dados levantados para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.6.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto

O diagnóstico da entomofauna foi realizado mediante realização de duas campanhas de campo, quando foram visitadas nove áreas de amostragem situadas na Área de Estudo Local e do Projeto. O Quadro a seguir evidencia a data das amostragens realizadas.

Quadro 180 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Entomofauna.

Fonte: Sete, 2021.

Grupo da Fauna	Estação do ano	Mês da Campanha
Entomofauna	Seca	Setembro de 2020
	Chuva	Dezembro de 2020

Foram consideradas nove estações amostrais, selecionadas de forma a amostrar a maior diversidade de pontos na Área de Estudo Local e Área do Projeto com potencial ocorrência de vetores, além de atender à tréplica amostral com amostragem das fitofisionomias de maior relevância para a área (Foto 249 a Foto 257). As coordenadas geográficas são apresentadas a seguir (Quadro 1810, Figura 228).

Em cada uma destas áreas foram aplicadas duas metodologias – armadilhas HP e Busca ativa. O detalhamento destes métodos é apresentado a seguir.

Quadro 181 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Entomofauna na AEL.

Área Amostral	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso 23K)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
	X (mE)	Y (mN)			
ENT1	689284	7795157	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Fragmento florestal próximo a uma barragem	AEL
ENT2	689198	7795453	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Fragmento florestal próximo a um córrego/drenagem permanente	AEL
ENT3	687387	7794825	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	Fragmento florestal próximo a uma barragem	AEL
ENT4	687729	7796736	Reflorestamento com Eucalipto	Eucaliptal com subosque de gramíneas	Área do Projeto
ENT5	685823	7795718	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Fragmento florestal próximo a um brejo	AEL
ENT6	685079	7795425	Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	Mata ciliar próximo a um pequeno curso d'água	Área do Projeto
ENT7	684689	7795196	Reflorestamento com Eucalipto	Eucaliptal com subosque de gramíneas	AEL

Área Amostral	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso 23K)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
	X (mE)	Y (mN)			
ENT8	687933	7795947	Reflorestamento com Eucalipto	Pequeno fragmento florestal em matriz de eucalipto	AEL
ENT9	689897	7797770	Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	Matriz de campo com indivíduos arbóreos e arbustivos esparsos	AEL

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 249 Visão parcial do ponto ENT1.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 250 Visão parcial do ponto ENT2.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 251 Visão parcial do ponto ENT3.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 252 Visão parcial do ponto ENT4.

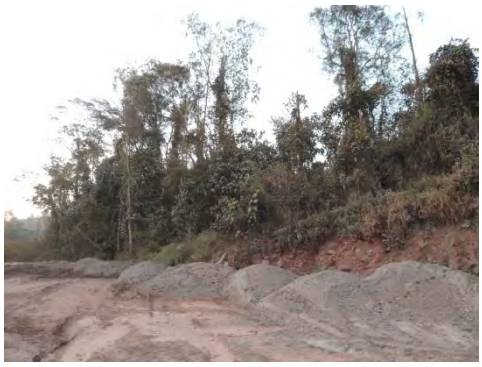


Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 253 Visão parcial do ponto ENT5.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 254 Visão parcial do ponto ENT6.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 255 Visão parcial do ponto ENT07.

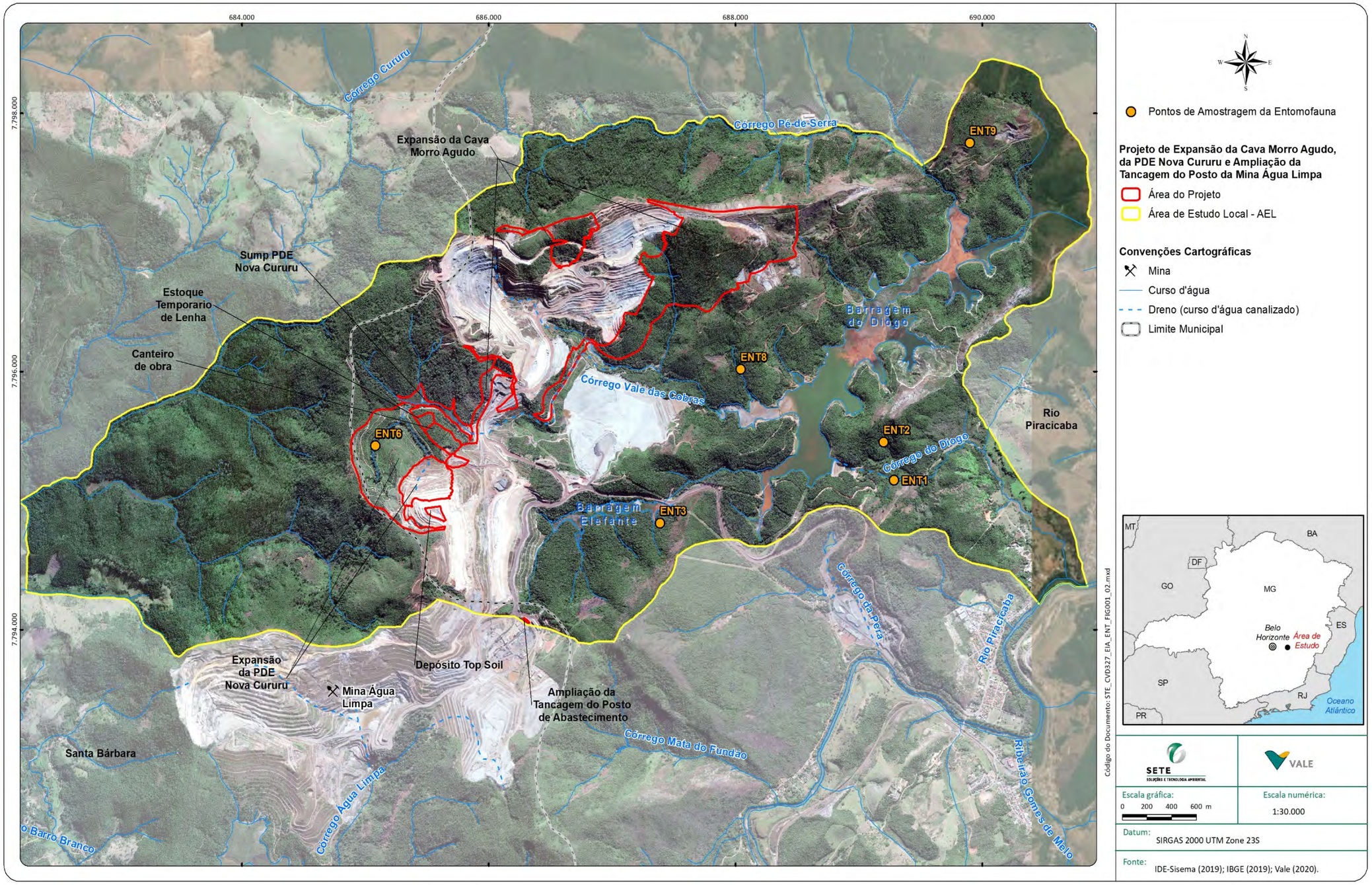
Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 256 Visão parcial do ponto ENT8.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 257 Visão parcial do ponto ENT9.

Figura 228 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da entomofauna, situadas na Área de Estudo Local do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

11.6.2.6.4.1 Armadilhas HP

Foi realizada a coleta noturna do grupo utilizando armadilhas luminosas HP. Em cada ponto foi instalado um conjunto com duas armadilhas HP por duas noites alternadas. Cada conjunto foi instalado até às 18:00h e removidas às 8:00h do dia seguinte, permanecendo ativas em campo por 14 horas por ponto/noite.

O esforço amostral aplicado para este método foi de 56 horas por ponto e, considerando os nove pontos e a duas campanhas realizadas, foi de 504 horas (2 armadilhas por ponto x 2 noites x 14 horas x 9 pontos x 2 campanhas). O Quadro a seguir evidencia o esforço para cada uma das fitofisionomias amostradas.

Quadro 182 Esforço amostral aplicado para a metodologia HP da Entomofauna.

Legenda: Fitofisionomia: FESD = Floresta Estacional Semidecidual.

Fitofisionomia	Área amostral	Quantidade de Armadilhas	Horas de exposição por armadilha	Quantidade de noites amostradas	Campanhas	Esforço Amostral Total
FESD em estádio inicial de regeneração	ENT1, ENT3, ENT6	2	14 horas	2	2	168 horas
FESD em estádio médio de regeneração	ENT2, ENT5, ENT9	2	14 horas	2	2	168 horas
Reflorestamento com Eucalipto	ENT8, ENT4, ENT7	2	14 horas	2	2	168 horas
Esforço Total do método						**504 horas**

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 258 Armadilha HP instalada no ponto ENT1.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 259 Armadilha HP instalada no ponto ENT2.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 260 Armadilha HP instalada no ponto ENT3.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 261 Armadilha HP instalada no ponto ENT4.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 262 Armadilha HP em funcionamento no ponto ENT5.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 263 Armadilha HP instalada no ponto ENT6.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 264 Instalação de armadilha HP instalada no ponto ENT7.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 265 Armadilha HP instalada no ponto ENT8.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 266 Armadilha HP instalada no ponto ENT9.

11.6.2.6.4.2 Buscas ativas

De forma complementar foram realizadas buscas ativas diurnas (entre 09:00 e 15:00 horas) com duração de 1 hora com auxílio de puçás para a amostragem de espécies de hábitos diurnos, como os das tribos Sabetini e Aedini.

A escolha do período para a realização das buscas foi feita de forma a evitar a sobreposição dos horários de coleta com o método das armadilhas HP (amostragens crepusculares/noturnas), aumentando assim a amplitude temporal das amostras obtidas.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 267 Busca ativa realizada no ponto ENT1.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 268 Busca ativa realizada no ponto ENT2.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 269 Busca ativa realizada no ponto ENT3.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 270 Busca ativa realizada no ponto ENT4.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 271 Busca ativa realizada no ponto ENT5.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 272 Busca ativa realizada no ponto ENT8.

O esforço amostral total metodologia foi de 36 horas, sendo 18horas aplicado em cada campanha (1 hora por ponto x 2 coletores).

Quadro 183Esforço amostral aplicado para a metodologia de Busca Ativa da Entomofauna.

Legenda: Fitofisionomia: FESD = Floresta Estacional Semidecidual.

Fitofisionomia	Área amostral	Quantidade de Coletores	Esforço Amostral – por ponto	Campanhas	Esforço Amostral Total
FESD em estádio inicial de regeneração	ENT1, ENT3, ENT6	2	1 hora	2	12
FESD em estádio médio de regeneração	ENT2, ENT5, ENT9	2	1 hora	2	12
Reflorestamento com Eucalipto	ENT8 , ENT4, ENT7	2	1 hora	2	12
Esforço Total do método					**36**

Após a amostragem em campo os espécimes capturados foram eutanasiados por congelamento, acondicionados adequadamente em tubos *eppendorfs,* etiquetados com a data e método de coleta e levados para o laboratório, onde foram identificados até o menor nível taxonômico possível utilizando-se as técnicas e literatura pertinentes (GALATI, 2016; FORATTINI, 2002; CONSOLI e OLIVEIRA, 1994, LANE, 1953).

11.6.2.6.5 Análise dos dados

Foram calculados os valores totais de riqueza e abundância, para se verificar eventuais variações na comunidade de insetos vetores que estejam relacionadas às fortes sazonalidades e às condições ambientais de cada área amostral. Para cada táxon amostrado também foram levantadas informações sobre sua ecologia e sua importância epidemiológica. Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o índice de Shannon, para avaliar a diversidade e o índice de Dominance_D para prever a dominância em cada sítio amostral. Essas análises foram realizadas com o auxílio do programa PAST.

Com o auxílio do programa EstimateS 8.0, uma curva de rarefação de espécies com 1000 permutações foi utilizada para estimar a eficiência amostral do levantamento. Utilizou-se Jack1 como estimador para diversidade local.

Para a definição da presença de espécies raras foram consultadas publicações científicas de referência para o grupo (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; GALATI, 2003; SEGURA & CASTRO, 2007 e GUEDES, 2012) dentre outras e da presença de espécies ameaçadas foram consultadas as listas de espécies ameaçadas de extinção em âmbito estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2014) e global (IUCN, 2021).

Para a definição da presença de espécies bioindicadoras foram consultadas publicações científicas de referência para o grupo (CONSOLI & LOURENÇO, 1994; DORVILLÉ, 1996; FORATTINI, 2002; GALATI, 2003; SEGURA & CASTRO, 2007 e GUEDES, 2012) dentre outras. A definição da presença de espécies interesse epidemiológico foram consultadas publicações científicas de referência para o grupo (CONSOLI & LOURENÇO, 1994; FORATTINI, 2002; GALATI, 2003; SEGURA & CASTRO, 2007 e GUEDES, 2012) dentre outras.

As atividades de fauna foram realizadas mediante Autorização de Manejo de Fauna emitida pela SEMAD, apresentada no **Anexo 13** do presente estudo.

11.6.2.6.6 Caracterização da entomofauna das Áreas de Estudo Local e do Projeto

11.6.2.6.6.1 Composição e distribuição das espécies

No presente estudo foi registrado um total de 46 espécies de dípteras com potencial vetor na área local de estudo, sendo 35 delas amostradas apenas durante as duas campanhas realizadas para o levantamento, seis registradas apenas no estudo consultado para os dados secundários (BDBio) e cinco compartilhadas entre ambos os projetos, conforme apresentado no Quadro 184 a seguir.

Quadro 184 Espécies da entomofauna registradas na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.

Legenda: Distribuição: AD = ampla distribuição. Tipo de Dado: P = primário; S = secundário.

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Distribuição	Tipo de dado	Interesse epidemiológico	CITES
Diptera	Culicidae	*Aedes albopictus*	Mosquito	AD	P	vetor da dengue, febre chikungunya e zika vírus	-
		Aedes fulvithorax	Mosquito	AD	S	-	-
		Aedes scapularis	Mosquito	AD	P, S	-	-
		Anopheles (Nys) sp.	Mosquito-Prego	AD	P	-	-
		Anopheles albitarsis	Mosquito-Prego	AD	P	vetor secundário da malária	-
		Anopheles lutzii	Mosquito-Prego	AD	P	-	-
		Anopheles oswaldoi	Mosquito-Prego	AD	P	vetor secundário da malária	-
		Anopheles sp.	Mosquito-Prego	AD	P, S	-	-
		Anopheles triannulatus	Mosquito-Prego	AD	P, S	vetor secundário da malária	-
		Coquillettidia albicosta	Mosquito	AD	P	-	-
		Coquillettidia sp.	Mosquito	AD	S	-	-
		Coquillettidia venezuelensis	Mosquito	AD	S	-	-
		Culex (Cux) sp.	Mosquito	AD	P, S	-	-
		Culex brethesi	Mosquito	AD	P	-	-
		Culex Complexo Coronator	Mosquito	AD	P	-	-
		Culex Complexo Pipiens	Mosquito	AD	P	-	-
		Culex habilitator	Mosquito	AD	P	-	-
		Culex restuans	Mosquito	AD	P	-	-
		Culex salinarius	Mosquito	AD	P	-	-
		Culex sp.	Mosquito	AD	S	-	-
		Culex scimitar	Mosquito	AD	P	-	-
		Haemagogus baresi	Mosquito	AD	P	-	-

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Distribuição	Tipo de dado	Interesse epidemiológico	CITES
		Haemagogus celeste	Mosquito	AD	P	-	-
		Haemagogus leucocelaenus	Mosquito	AD	P, S	vetor primário da febre amarela	-
		Haemagogus sp.	Mosquito	AD	S	-	-
		Psorophora cingulata	Mosquito	AD	P	-	-
		Sabethes purpureus	Mosquito	AD	P	vetor primário da febre amarela	-
		Sabethes sp.	Mosquito	AD	P	vetor primário da febre amarela	-
		Trichoprosopon brevipes	Mosquito	AD	P	-	-
		Trichoprosopon sp.	Mosquito	AD	S	-	-
		Uranotaenia apicalis	Mosquito	AD	P	-	-
		Uranotaenia ditaenionota	Mosquito	AD	P	-	-
		Wyeomyia bahama	Mosquito	AD	P	-	-
		Wyeomyia sabethea	Mosquito	AD	P	-	-
		Wyeomyia sp.	Mosquito	AD	P	-	-
		Wyeomyia vanduzzei	Mosquito	AD	P	-	-
	Psychodidae	*Brumptomyia cardosoi*	Mosquito-palha	AD	P	-	-
		Evandromyia termitophila	Mosquito-palha	AD	P	-	-
		Nyssomyia whitmani	Mosquito-palha	AD	P	veiculação da leishmaniose tegumentar e visceral	-
		Pintomyia monticola	Mosquito-palha	AD	P	-	-
		Psathyromyia bigeniculata	Mosquito-palha	AD	P	-	-
		Psathyromyia pascalei	Mosquito-palha	AD	P	-	-
		Psychodopygus ayrozai	Mosquito-palha	AD	P	veiculação da leishmaniose tegumentar e visceral	-
		Psychodopygus davisi	Mosquito-palha	AD	P	veiculação d leishmaniose tegumentar e visceral	-
		Psychodopygus lloydi	Mosquito-palha	AD	P	veiculação d leishmaniose tegumentar e visceral	-
		Trichopygomyia longispina	Mosquito-palha	AD	P	-	-

Dentre as espécies as espécies registradas exclusivamente por dados secundários e que foram identificadas até o nível específico se encontram *Aedes fulvithorax* e *Coquillettidia venezuelensis.* Pouco se sabe sobre a ecologia de *Aedes fulvithorax*, entretando esta espécie pertence a um subgênero (Howardina) associado ao uso de bromélias e ocos de árvores como sítios de oviposição (NAVARRO *et al.* 2016). Estudos indicam que embora esta espécie possa ser encontrada naturalmente contaminada pelo vírus da febre amarela, ela não tem capacidade de transmiti-lo através da mordida (DAVIS e SHANNON. 1931; WHITMAN e ANTUNES. 1937).

Cq, venezuelensis pertence a tribo Mansonini, se caracteriza por utilizar acúmulos de água médios a largos, com presença de plantas aquáticas, como lagos, brejos e remansos de rios (ALENCAR *et al*. 2011). A relevância epidemiológica do gênero *Coquillettidia* vem do fato de espécies terem sidos encontradas naturalmente infectadas com diversas arboviroses, como o vírus Oropouche (FORATTINI, 1965). *Cq. venezuelensis* é apontado como vetor da febre do Oeste do Nilo (ALENCAR *et al.* 2011). Espécies deste gênero de mosquito representam sério problema para os moradores das áreas próximas aos seus criadouros, pois são geralmente numerosas e muito agressivas (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

Considerando apenas as duas campanhas realizadas, 1009 espécimes da entomofauna foram registrados, contemplando 40 espécies de dípteros das três principais subfamílias de interesse epidemiológico - Culicinae, Anophelinae e Phlebotominae

Dentre as subfamílias amostradas ao longo do estudo, a mais representativa em termos de abundância nas áreas foi Phlebotominae com cerca de 79,66% do total de espécimes coletados, seguida de Culicinae com 17,55% e Anophelinae com 0,28%.

A maior diversidade da família Culicinae, registrada em todos os pontos de amostragem, está relacionada ao fato desta ser a maior subfamília de mosquitos, compreendendo cerca de 3.000 espécies (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994). Outro fator relevante é a sua ampla distribuição no território brasileiro e sua maior plasticidade no que tange ao uso de criadouros para oviposição e hábitos de alimentação (FORATTINI, 2002).

A menor riqueza da subfamília Phlebotominae pode ser explicada pela homogeneidade florística observada na maioria das áreas amostradas, como nos pontos ENT4, ENT7 (eucaliptais) e ENT9 (área recoberta por gramíneas). Isto pode afetar negativamente a riqueza de flebótomos uma vez que estes locais apresentam uma menor quantidade e/ou qualidade de material orgânico em decomposição disponível no solo o que limita a quantidade de espécies capazes de colonizar estes locais.

As fotos abaixo mostram alguns dos registros realizados durante as campanhas de amostragem.

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 273 ***Aedes albopictus*** **registrado ponto ENT5.**

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 274 ***Wyeomyia bahama*** **registrada no ponto ENT7.**

Foto: L.G.Z.Alipio

Foto 275 ***Sabethes purpureus*** **registrado ponto ENT8.**

Espécies do gênero *Psychodopygus* são restritas a áreas de florestadas e, com poucas exceções, são raramente associadas a humanos (CARVALHO *et al.* 2006). Este gênero inclui espécies envolvidas na transmissão de *Leishmania braziliensis* (*Ps. davisi* e *Ps. lloydi*) *e Leishmania naiffi* (*Ps. davisi* e *Ps. ayrozai*) (GILL *et al*. 2003; QUARESMA *et al*. 2014).

Ps. davisi foi registrada em todos os pontos, com exceção do ponto ENT9. Apesar de seu hábito essencialmente silvestre, também pode ser encontrado em maiores abundâncias nas áreas de peridomicílio urbanizada e bordas de fragmentos florestais o que pode explicar sua ampla distribuição na área de estudo e elevada abundância nos pontos ENT2 e ENT6. Esta espécie é considerada terrestre, realizando suas atividades apenas a nível do solo e é, dentre as espécies do gênero, a que apresenta a maior tendência à antropofilia, o que pode ser comprovado por sua amostragem através do método de busca ativa no ponto ENT2 (RODRIGUES *et al.* 2011; CASTELLÓN *et al.* 1994).

Ps. ayrozai, registrada nos pontos ENT1, ENT2, ENT3, ENT5, ENT6, ENT7, ENT8, assim como *Ps. davisi,* é registrada mais comumente em áreas florestadas, mas podem ser registradas ocasionalmente em peridomicílios próximos em menor abundância. Este hábito essencialmente florestal da espécie pode explicar sua maior abundância apenas no ponto ENT6 e sua ausência no ponto ENT4 (caracterizado por ser um eucaliptal não manejado). *Ps. ayrozai* é considerada antropofílica e possui hábito acrodendrófilo, apesar de exercer a maior parte das suas atividades a nível do solo (MARCONDES *et al.,* 2001; GOMES *et al*., 1989).

Psathromyia pascalaei foi registrada nos pontos ENT1, ENT2, ENT3, ENT5, ENT6, ENT7, ENT8. Esta espécie não apresenta comportamento antropofílico e é comumente associada apenas a ambientes preservados, o que explica sua elevada abundância apenas no ponto ENT6. *Ps. pascalei* é predominante em tocas de tatu e possui uma forte relação com espécies deste mamífero o que pode explicar sua ampla distribuição na área, mesmo em locais menos com menor grau de regeneração ambiental (GODOY, *et al.* 2018; GALATI *et al.,* 2010).

Pintomiya monitcola, registrada em todos os pontos com exceção do ENT9, é uma espécie comum na Mata Atlântica e Cerrado brasileiros e pode ser encontrada em áreas de florestas, bordas de fragmentos florestais, áreas antropizadas e no interior de cavidades, o que explica sua ampla distribuição na área de estudo (DE ANDRADE e GURGEL-GONÇALVES, 2015).

Wyeomyia bahama foi encontrada nos pontos ENT1, ENT2, ENT3, ENT6, ENT7 e ENT8. Espécies deste gênero criam-se em recipientes naturais, como bromélias, internódios de bambu, casca de frutos e axila de folhas de aráceas e de outras plantas. São ecléticos quanto aos hospedeiros e podem atacar o homem em grande número. Poussem hábitos silvestres podendo colonizar áreas com um menor grau de alteração ambiental, o que pode explicar sua distribuição na área de estudo bem como suas maiores abundâncias nos pontos ENT2 e ENT6. (GUIMARÃES *et al.*, 2003; GUIMARÃES *et al.* 2000*;* CONSOLI e OLIVEIRA, 1994;

Anopheles lutzii, foi coletada apenas nos pontos ENT5 e ENT6. Essa espécie pode ser encontrada em áreas de mata primárias, secundárias, bordas de fragmentos e, raramente, em ambientes intradomiciliares, sendo considerada como de hábitos essencialmente silvestres e zoofílicos, não apresentando, portanto, elevada relevância na transmissão de malária no Brasil (PINTO, 1932; NAGAKI, 2009).

Sabethes purpureus, foi encontrada em todos os pontos com exceção do ponto ENT9. Mosquitos desta espécie utilizam-se de cavidades em árvores como sítio de oviposição, possuem hábitos diurnos e são associados tanto a áreas florestais primitivas (GUIMARÃES *et al.* 2003) quanto a fragmentos florestais com baixa grau de antropização (REIS *et al*. 2010). Entretanto, MANGUDO *et al.* (2014), em um estudo realizado na Argentina, registrou larvas desta espécie também em cavidades de indivíduos arbóreos localizados em áreas urbanas próximas a um fragmento florestal, o que pode indicar uma maior valência ambiental da espécie, explicando assim sua distribuição na área de estudo.

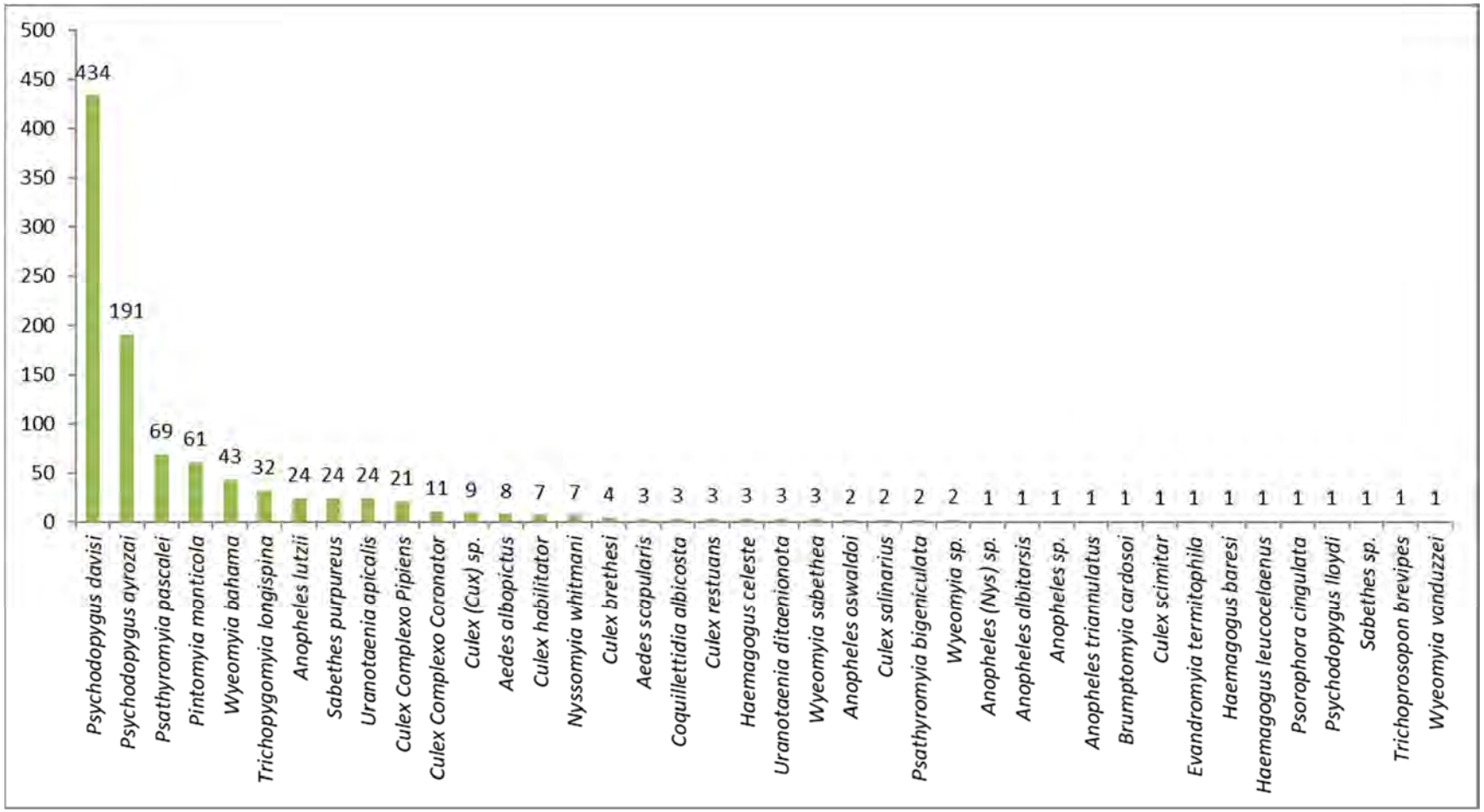
Uranotaenia apicalis foi registrada nos pontos ENT5 e ENT6. Espécies deste gênero possuem preferência por se alimentar de animais de sangue frio, especialmente os anfíbios. São mosquitos muito atraídos pela luz, sendo por isso, frequentemente são capturados em armadilhas luminosas e algumas vezes encontrados dentro do domicílio, porém não apresentam hábito de se alimentar de sangue humano (CONSOLI e LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994).

É possível observar que dentre as espécies registradas, as mais representativas na área são aquelas associadas a ambientes florestais e/ou a áreas com um menor grau de alteração ambiental. Isto pode indicar que de uma forma geral, a área de estudo contempla locais com uma condição ambiental favorável ao estabelecimento deste grupo, sendo capaz de manter populações viáveis até de espécies mais sensíveis.

Ao se analisar a abundância de cada táxon registrado, percebe-se que o grupo dos flebotomíneos foi o mais representativo nas amostragens, contemplando as quatro espécies mais abundantes no estudo. *Psychodopygus davisi* contemplou 434 espécimes, *Ps. ayrozai* 191, *Psathyromyia pascalei* 69 e *Pintomyia monticola* 61.

Dentre os culicíneos, a espécie mais abundante foi *Wyeomyia bahama* com 43 espécimes registrados, seguida de *Anopheles lutzii, Sabethes purpureus* e *Uranotaenia apicalis* com 24 espécimes coletados cada uma conforme apresentado no gráfico a seguir.

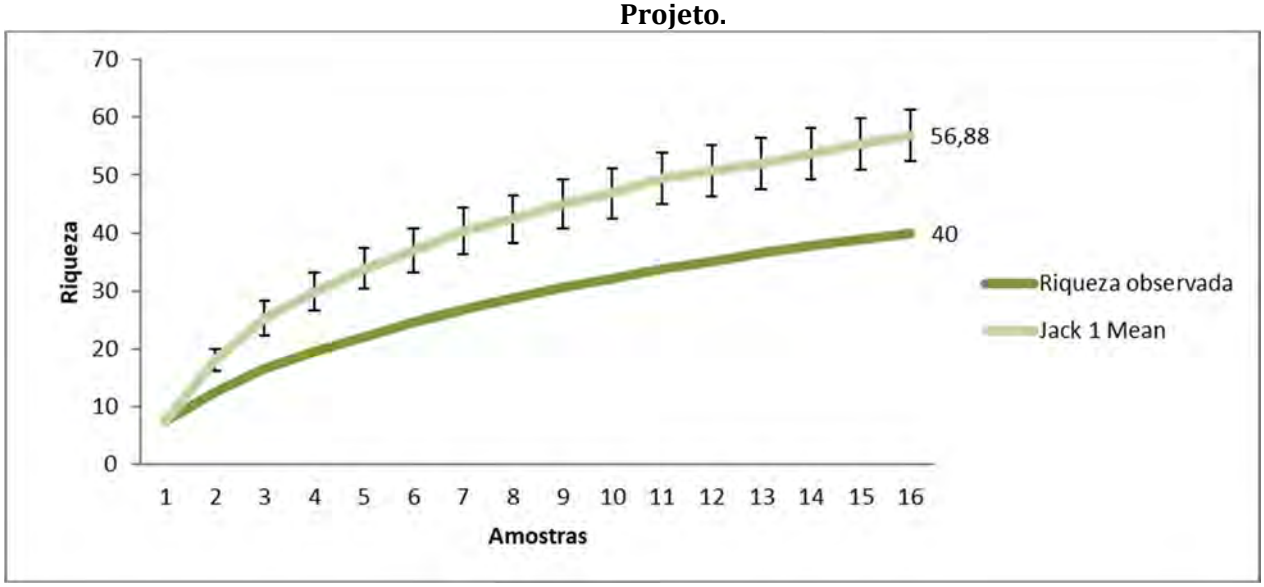
Figura 229 Distribuição da abundância de espécies registradas para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.



11.6.2.6.6.2 Suficiência Amostral

Como pode ser observado na curva de acumulação de espécies (IC: +/- 4,52) calculada para estimar as espécies da área, a assíntota plena não foi atingida, resultando em uma linha ascendente com baixa inclinação. Este resultado já é esperado em função da grande diversidade de espécies de dípteros vetores registrados para regiões neotropicais, bem como pela diversidade de espécies de taxonomia complexa e/ou não resolvida.

Figura 230 Curva de rarefação de espécies registrada para os dados das campanhas consideradas para o diagnóstico da entomofauna para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.



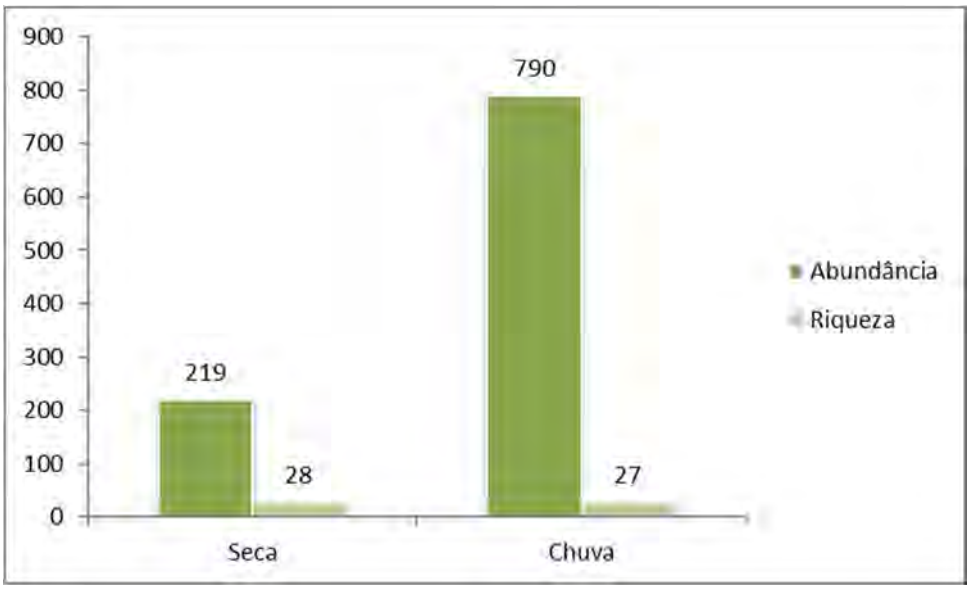
Apesar da curva de rarefação demonstrar que a dipterofauna vetora não foi totalmente amostrada, ao se analisar a riqueza obtida pelo estimador Jack1 (56,88), percebe-se que os estudos apresentaram elevada eficiência, uma vez que a partir deles foi possível registrar 67,93% das espécies estimadas para a área e 27 espécies que não haviam sido registradas nos estudos consultados para caracterização da área regional de estudo, inclusive algumas de elevada relevância epidemiológica, como *Aedes albopictus, Nyssomyia whitmani* e *Psychodopygus davisi.*

Também é possível inferir que as amostragens foram eficientes quando se analisa os hábitos das espécies registradas, uma vez que o estudo foi capaz de registrar tanto espécies de hábitos silvestres quanto dominantes em ambientes alterados e diurnas/crepusculares (*Sabethes, Haemagogus, Wyeomyia, Aedes*), quanto noturnas (*Anophele, Culex* e espécies de flebotomíneos), além de possibilitarem o registro dos principais gêneros acusados como vetores de agravos a saúde no Brasil (*Anopheles, Aedes, Haemagogus, Sabethes, Psychodopygus* e *Nyssomyia*).

11.6.2.6.6.3 Sazonalidade

Na primeira campanha, referente ao período seco foram registrados 219 espécimes distribuídos em 28 espécies, enquanto na segunda (período chuvoso), 784 dípteras que contemplaram 27 táxons.

Figura 231 Distribuição sazonal da abundância e riqueza totais registradas para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.

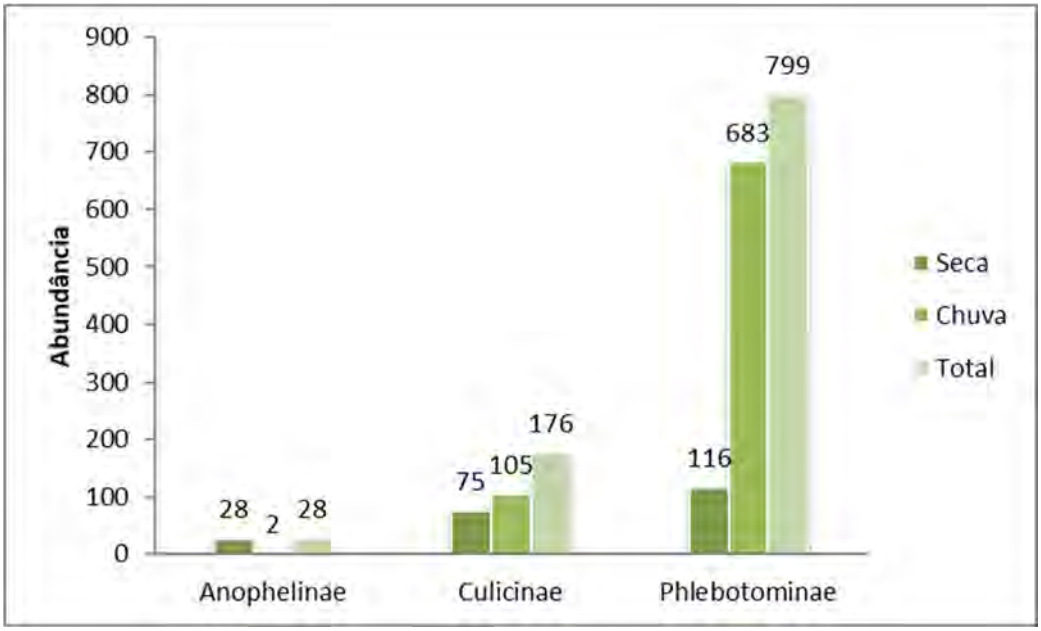


A sazonalidade para o grupo de culicídeos e flebotomíneos é amplamente estudada e pode ser influenciada por vários fatores, sendo os mais relevantes àqueles relativos a precipitações (umidade) e temperatura (SILVA e NEVES, 1989; CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; GOMES *et al.,* 2010*;* DIBO *et al.,* 2011; ABELLA-MEDRANO *et al.,* 2015; GALATI, 2016).

É sabido que baixas temperaturas afetam negativamente os valores de riqueza e abundância por reduzirem a atividade de hematofagia e oviposição das espécies de culicídeos e flebotomíneos (GALATI *et al.,* 2009; ABELLA-MEDRANO *et al.,* 2015).

Portanto, o maior valor de abundância de dípteras durante o período mais quente e úmido (segunda campanha) já era esperado. Já a maior riqueza observada durante o período seco está diretamente relacionada com o maior registro de espécies de anofelinos (seis espécies) durante esta estação.

Figura 232 Distribuição sazonal da abundância de subfamílias registradas para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.



Os flebotomíneos foram registrados em todas as áreas com exceção do ponto ENT9. Espécimes deste grupo não apresentam relação direta com a água e, ao contrário dos culicídeos, constituem-se como insetos essencialmente terrestres, incluindo as formas imaturas (ovo, larva e pupa), que se desenvolvem em locais ricos em matéria orgânica em decomposição, com temperaturas constantes e úmidos (GALATI, 2003). Esse ciclo de vida terrestre associado as características ambientais dos pontos (áreas florestais e locais as margens de pequenos córregos) que propiciam uma grande quantidade de microhabitats para o desenvolvimento de espécies desta subfamília podem explicar a elevada abundância de flebótomos tanto na amostragem referente ao período seco quanto chuvoso.

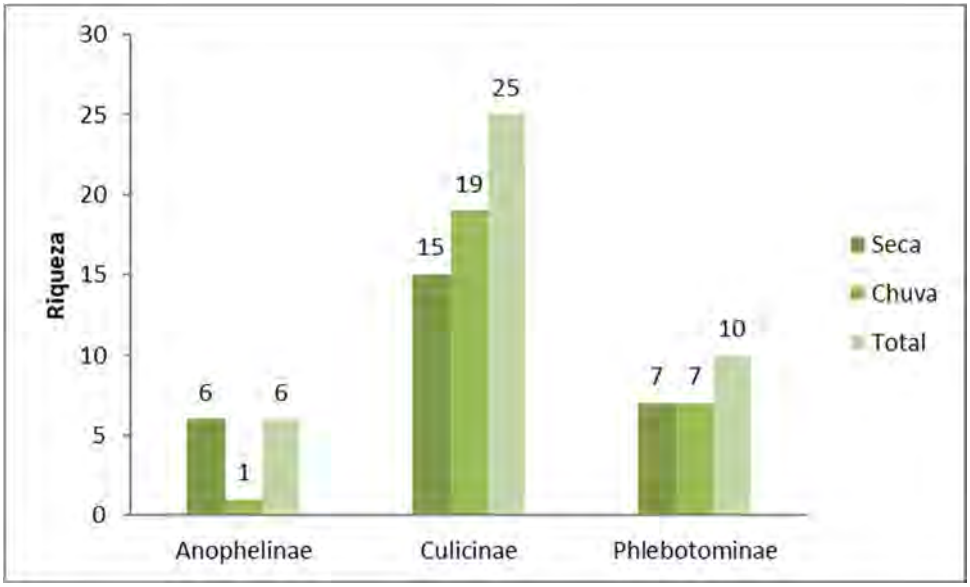
Outro fator relevante para a maior abundância de flebotomíneos durante as amostragens foi o uso de armadilhas HP que apresentam alta eficiência na coleta destes espécimes desta subfamília.

A subfamília Culicinae foi registrada em ambas as campanhas, apresentando maior abundância durante a campanha de chuva. Este resultado já era esperado em função da elevada plasticidade ambiental das espécies desta subfamília, que podem utilizar diversos tipos de sítios de oviposição (permanentes ou temporários) e da forte sazonalidade descrita para este grupo (FORATINI 2002; CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

A maior abundância de Anofelinae foi registrada na campanha seca. Espécies deste grupo possuem preferência por realizar a oviposição em coleções de água permanentes, como lagos, brejos e remansos de rio (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994), Esta predileção associada a presença de acúmulos permanentes de água próximo aos pontos ENT5 (área brejosa) e ENT6 (área de nascente) e a estação seca (que reduz a competição com larvas de outras espécies de mosquitos) podem explicar a maior abundância de espécies de anofelinos durante a primeira campanha realizada.

Entretanto, foi possível observar que a riqueza seguiu um padrão diferente de distribuição em relação a abundância, uma vez que Culicinae apresentou um maior valor de riqueza seguindo de Phlebotominae e Anophelinae.

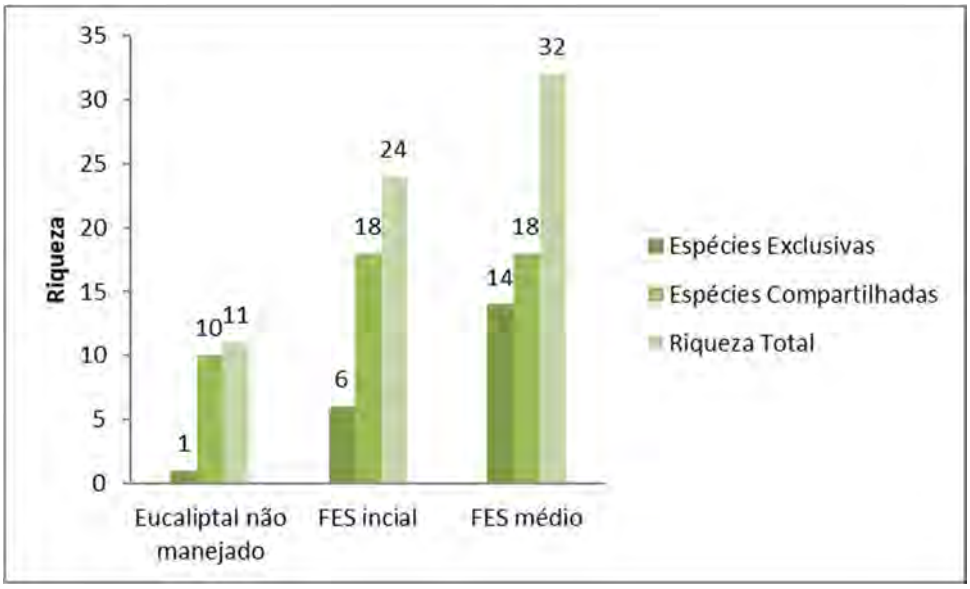
Figura 233 Distribuição sazonal da riqueza de subfamílias registradas para a Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.



11.6.2.6.6.4 Comparação das áreas amostrais

Ao se analisar a riqueza obtida em cada fitofisionomia amostrada percebe-se que esta seguiu o padrão esperado, com as áreas em estágios mais avançados de regeneração apresentando tanto uma riqueza total quanto de espécies exclusivas maiores, seguido daquelas em estágio inicial e, por fim, de áreas de eucaliptal.

Figura 234 Distribuição das riquezas total, exclusiva e compartilhada registradas para cada fitofisionomia do Projeto.



A maior riqueza de espécies obtida em estágios mais avançados de regeneração está relacionada com o fato destas áreas apresentarem uma maior variabilidade de nichos a serem colonizados por diversas espécies. Este resultado observado para as fitofisionomias também foi registrado, de uma maneira geral, ao se analisar cada ponto separadamente.

Ressalta-se que as pequenas variações na riqueza, abundância e diversidade observada em cada ponto em detrimento da fitofisionomia no qual se encontra, estão relacionadas a presença de microhabitats existente em cada um deles o que pode facilitar estabelecimento de uma determinada espécie.

Os valores de diversidade, dominância e equitabilidade associados a cada ponto de amostragem, considerando o resultado de todas as amostragens estão apresentados no quadro abaixo.

Quadro 185 Comparação entre os pontos amostrais da entomofauna na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.

Ponto	Riqueza	Abundância	Dominância_D	Diversidade - Shannon	Equitabilidade
ENT1	16	75	0.2935	1.878	0.6772
ENT2	11	264	0.7564	0.6356	0.2651
ENT3	14	78	0.2028	2.008	0.7609
ENT4	6	8	0.1875	1.733	0.9671
ENT5	11	58	0.1766	1.96	0.8173
ENT6	21	452	0.2469	1.802	0.5919
ENT7	8	24	0.2292	1.771	0.8515
ENT8	13	42	0.1066	2.372	0.9248
ENT9	4	8	0.4375	1.074	0.7744
Média	**11.56**	**112.11**	**0.29**	**1.69**	**0.737**

Fonte: Sete, 2021.

Ao se analisar os pontos amostrados, percebe-se que os valores de riqueza e abundância apresentaram uma grande variação entre os pontos amostrais. Este resultado pode estar relacionado tanto com o melhor estado de conservação de determinadas áreas como um todo quanto com a presença de diferentes microhabitats em cada um dos locais, como a presença de acúmulos de água permanentes como barragens (ENT01, ENT8 e ENT3), brejos (ENT5) e nascentes (ENT6), o que propicia o estabelecimento de uma maior diversidade de espécies,

Dentre os pontos amostrados ENT6 e ENT1 foram os que apresentaram as maiores riquezas observadas, contemplando 21 e 16 espécies respectivamente. Entretanto, a diversidade nestes pontos foi fortemente influenciada pela elevada dominância de flebotomíneos, associados associadas a ambientes preservados a intermediário, a saber: *Pintomyia monticola, Psathyromyia pascalei, Psychodopygus davisi, Ps. ayrozai* no primeiro e *Ps. davisi* no segundo. Por isso apesar desta maior dominância, que é característico de um ambiente mais alterado, é possível inferir a partir das elevadas riquezas somadas as características ambientais das espécies dominantes e a presença de outras espécies associadas a ambientes silvesters/intermediários (*Haemagogus celeste, Anopheles lutzii, Sabethes purpureus, Sa. sp., Wyeomyia bahama, Wy. vanduzei* no primeiro e *Hg. celeste, Hg. leucocelaenus, Sa. purpureus, Wy. bahama, Wy. sabathea* e Wy. sp. no segundo) que ambos os locais ainda se encontram preservados ou em estágio mais avançado de regeneração.

O ponto amostral ENT8 foi o que apresentou maior diversidade. Este resultado está relacionado com a riqueza acima da média e menor dominância registradas no local e é característico de uma área mais preservada e é corroborado pelas características ambientais observadas para o local (grande fragmento florestal em regeneração com matas de galeria em estágio médio de regeneração). Ressalta-se que anteriormente a segunda campanha, a área na qual se localiza o ponto foi assolado por um grande incêndio, porém foi observada a manutenção de diversos fragmentos florestais no local o que possibilitou sua amostragem efetiva, além de poder ter potencializado a sua eficiência, uma vez que estes remanescentes podem ter funcionado como um refúgio para diversas espécies.

O ponto amostral ENT3 foi o segundo ponto mais diverso e apresentou resultados semelhantes ao ponto ENT8, entretanto seu índice de diversidade foi influenciado pela dominância das espécies *Pintomyia monticola* e *Trychopygomyia longispina*. Este resultado já era esperado uma vez que além dos resultados, é possível observar que este ponto também compartilha as características ambientais com o ENT8, sendo um fragmento florestal de maiores dimensões que contempla áreas em diferentes estágios de regeneração e próximo a uma barragem. A partir da elevada diversidade no local, apesar da maior dominância de algumas espécies, pode ser considerada característica de ambientes mais preservados.

Os pontos ENT5 foi o terceiro mais diverso, principalmente em função do valor médio de riqueza observada e de uma menor dominância das espécies *Ps. ayrozai* e *Ps. davisi*. Este quadro pode ser caracterizado como de uma área com uma qualidade ambiental inferior e é corroborado pela menor riqueza e abundância de poucas espécies com maior sensibilidade ambiental.

Os pontos ENT4 e ENT7, apesar da diversidade acima da média apresentaram valores de riqueza e abundância inferiores. Este quadro pode ser explicado pela ausência de uma espécie dominante em ambos os pontos, o que eleva a equitabilidade dos locais e consequentemente sua diversidade. Além disto, estas áreas também sofreram com o incêndio anteriormente a realização da segunda campanha, o que possibilitou a amostragem em fragmentos remanescentes e, assim como no ponto ENT8, potencializado a eficiência da coleta aumentando a riqueza total nestes locais.

Portanto, apesar da diversidade acima da média, não é possível inferir que estes pontos apresentem uma boa qualidade ambiental e sim, o oposto, tendo em vistas as baixas riquezas e abundâncias totais (mesmo com um eventual aumento da eficiência das amostragens) e/ou de espécies com maior sensibilidade ambiental registradas nestes locais.

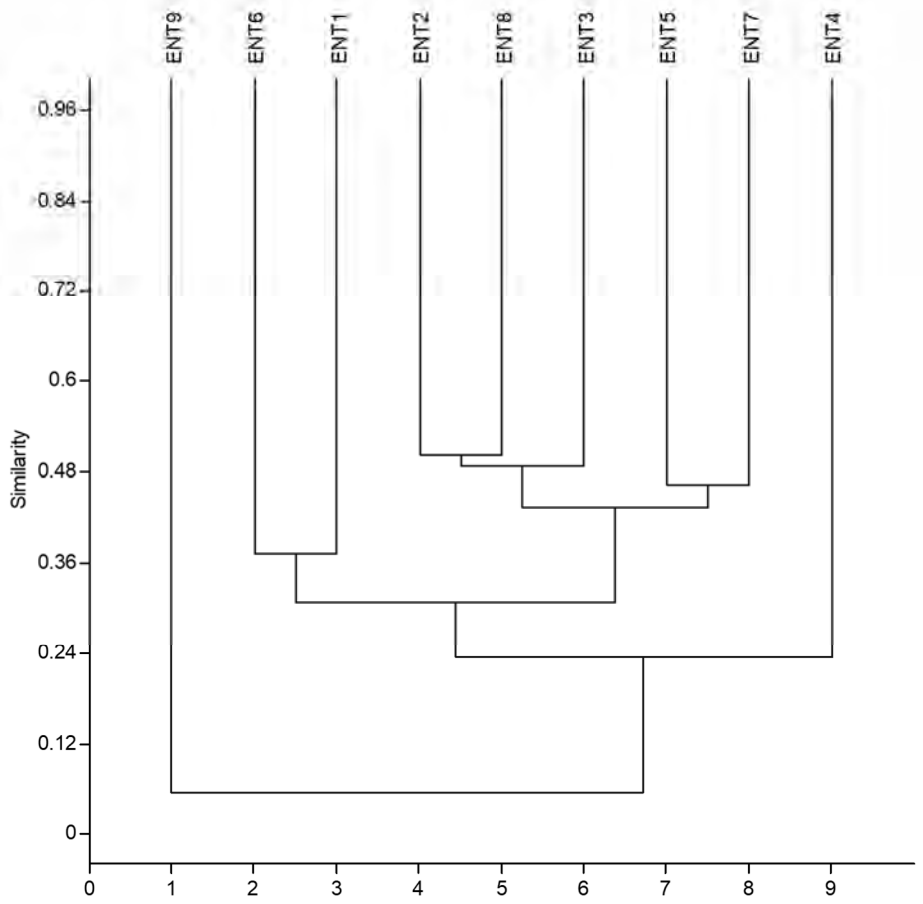
Os pontos ENT9 e ENT2 apresentaram valores de diversidade abaixo da média por motivos diferentes. O primeiro obteve este resultado em função de suas características ambientais, área de campo aberto com vegetação arbustiva, em declive acentuado e com ventos, que não propiciam um habitat ideal para o desenvolvimento de dípteras com potencial vetor.

Já o segundo, obteve este valor em função da elevada dominância de uma única espécie *Psychodopygus davisi* que foi responsável por 86,74% dos espécimes registrados no ponto. Apesar desta elevada abundância, este ponto apresenta características de um ambiente com condições ambientais intermediárias, uma vez que apresentou um valor de riqueza mediano e a presença de espécies com maior sensibilidade, mesmo que em menores abundâncias.

Assim como foi possível observar para a diversidade entre os pontos, a partir da análise de similaridade é possível inferir que a localização geográfica dos pontos não é o fator mais relevante para distribuição da fauna de dípteras vetores, uma vez que pontos próximos geograficamente não apresentaram maior similaridade. Além disto, a maior similaridade obtida foi entre os pontos ENT2, ENT3 e ENT8 que estão todos localizados em fitofisionomias diferentes. Isto pode indicar que as características específicas de cada ponto são os principais fatores para determinação da composição de espécies de uma determinada área.

Para as espécies da família Culicidae, a presença de diferentes tipos coleções de água (temporárias e permanentes) naturais ou artificiais e com características distintas pode ser um fator determinante na estrutura da comunidade em cada área. De acordo com CONSOLI & OLIVEIRA (1994) fatores como temperatura, luminosidade, salinidade, presença de poluentes, relações plantas aquáticas ou terrestres, movimento da água e a comunidade biológica presente no acúmulo podem influenciar de diversas maneiras o desenvolvimento larval das diversas espécies de mosquitos. Já para o grupo dos flebotomíneos o fator determinante pode ser a composição dos substratos orgânicos presentes em cada ponto.

Figura 235 Dendograma de similaridade realizado para os pontos amostrados na Área de Estudo Local (AEL) do Projeto.



Este resultado corrobora com a análise realizada para a caracterização da área de estudo regional, na qual se afirmou que a maioria das espécies poderiam ocorrer em toda região de estudo, mas que estariam distribuídas de formas diferentes no interior da área local do estudo, tendo os microhabitats inseridos em cada local de amostragem, o fator mais relevante para determinar as espécies de ocorrência, uma vez que áreas com diferentes fitofisionomias apresentaram uma elevada similaridade.

11.6.2.6.6.5 Espécies raras, endêmicas e/ou ameaçadas de extinção

A legislação federal ou estadual não coloca nenhuma das espécies amostradas entre as ameaçadas ou protegidas. Nenhuma lista de animais em extinção (IUCN, 2021; MMA, 2014 ou COPAM, 2010) cita qualquer espécie das famílias Culicidae e Psychodidae.

Não foram encontradas espécies acusadas como raras ou constantes em Planos Nacionais de Conservação ou que apresentem relevância na caracterização de Áreas Prioritárias para Conservação tanto nas listas obtidas para o contexto regional quanto para o local do empreendimento.

11.6.2.6.6.6 Espécies indicadoras de qualidade ambiental

Como espécies de culicídeos bioindicadoras de provável ocorrência na área do empreendimento destacam-se: *Aedes scapularis, Anopheles lutzii* e espécies das tribos e Sabethini (gêneros *Sabethes, Trichoprosopon* e *Wyeomyia)* e do gênero *Haemagogus*.

Ae. scapularis, registrada em baixa abundância nos pontos ENT3, ENT5 e ENT8, é apontada como dominante em ambientes alterados (DORVILLE, 1996; FORATTINI, 1995 e TEODORO *et al*., 1994).

Anopheles lutzii, registrada nos pontos ENT5 e ENT6, é considerada como de hábitos essencialmente silvestre.

Espécies do gênero *Haemagogus* (coletadas nos pontos ENT1, ENT6 e ENT7) são associadas a ambientes com graus de alteração intermediários e as da tribo Sabethini (registrada em todos os pontos com exceção do ENT9) apresentam maiores abundâncias em ambientes florestais com melhores condições ambientais, sendo citadas como pouco assinaladas em estudos mais recentes, devido a sua baixa capacidade adaptativa nas áreas com elevada devastação (DORVILLÉ, 1996; CAMARGOS-NEVES *et al*., 2005; GOMES *et al*., 2010).

Para os flebotomíneos podem ser apontadas como bioindicadoras as espécies *Nyssomyia whitmani, Evandromyia termitophila, Psathyromyia pascalei, e Psychodopygus ayrozai e Ps. davisi*.

Ny. whitmani e *Ev. termitophila* são encontradas em proporção mais elevada que os demais flebotomíneos tanto em áreas peridomiciliares quanto urbanas (ANDRADE FILHO *et al.,* 1997; BARATA *et al*., 2011; SILVA *et al.,* 2012 e GONÇALVES *et al.,* 2016).

Ps. davisi, apesar de seu hábito silvestre, também pode ser encontrado em maiores abundâncias nas áreas de peridomicílio urbanizada e bordas de fragmentos florestais (RODRIGUES *et al.* 2011).

Já a presença de *Pa. pascalei* e *Ps. ayrozai*, por apresentarem comportamento silvestre e maior abundância nestes ambientes, pode indicar a presença de áreas mais conservadas e fragmentos de mata primária.

11.6.2.6.6.7 Espécies de interesse epidemiológico

Durante o levantamento de dados foi possível registrar espécies acusadas como principais vetoras dos agravos de saúde relacionados a insetos na área do empreendimento.

Estudos realizados (GUEDES, 2012, TADEI e DUTARY-THATCHER, 2000 e CONSOLI e OLIVEIRA, 1994) apontam as espécies *Anopheles albitarsis, An. owaldoi* e *An. triannulatus* como vetores secundários da malária no Brasil.

Aedes albopictus, registrada nos pontos ENT5, ENT6, ENT7 e ENT8, assim como *Ae. aegypti,* também é apontada como vetor da Dengue, Febre Chikungunya (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; SEGURA e CASTRO, 2007) e Zika Vírus no Brasil (PINTO JUNIOR *et al.,* 2015). MONATH (1987) e FNS (1999) indicam esta espécie como uma ponte entre os ciclos silvestres e urbanos da febre-amarela por sua ampla valência ecológica e capacidade de adaptação a ambientes rural, urbano e periurbano.

Haemagogus leucocelaenus (ENT1) é considerada vetora primária e espécies do gênero *Sabethes* secundárias do vírus da febre amarela em seu ciclo silvestre em localidades brasileiras e na América (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; GOMES *et al.,* 2010; GUEDES, 2012). Apesar do papel como vetor de *Sa. purpureus* (ENT1, ENT2, ENT3, ENT4, ENT5, ENT6, ENT7 e ENT8) ainda ser desconhecido, espécimes foram amostrados durante um estudo realizado em 1944 na Venezuela (DIAZ, 1945) durante um surto de febre amarela, indicando que esta espécie pode apresentar uma capacidade para transmissão do vírus.

Dentre os flebotomíneos registrados, as espécies dos gêneros *Nyssomyia* e *Psychodopygus* têm grande implicação na veiculação das leishmanioses tegumentar e visceral no país. Sendo *Nyssomyia whitmani* os principais vetores em áreas urbanas e espécies do gênero *Psychodopygus* em áreas florestais (GALATI, 2009; BARATA *et al.,* 2011).

11.6.2.6.6.8 Diagnóstico conclusivo das Áreas de Estudo Local e do Projeto com foco na Entomofauna

Durante as campanhas realizadas foi registrado um total de 1.003 espécimes de dípteros, distribuídos em 40 espécies, contemplando as três principais subfamílias de importância epidemiológica. Dentre as espécies amostradas foram registradas espécies bioindicadoras e de importância epidemiológica nas áreas amostradas.

Além disto, também foi possível observar uma tendência na variação sazonal para o grupo de dípteros vetores, com as amostragens realizadas na época chuvosa apresentando maiores valores de riqueza e abundância, o que já era esperado para o grupo dos insetos. Entretanto, as amostragens realizadas no período seco foram capazes de fornecer registros tanto de espécies diferentes quanto iguais àquelas amostradas na estação chuvosa, o que comprova que na área existem espécies perenes que conseguem se reproduzir ao longo de todo ano.

A presença na área de espécies que apresentam um comportamento diferenciado em termos de dominância em relação a ambientes preservados e com elevado grau de antropização, indica que embora a região já sofra alterações ambientais, principalmente aquelas oriundas de atividades minerárias pré-existentes, os fragmentos florestais localizados na Área de Estudo Local, principalmente os pontos ENT1, ENT3 e ENT8, ainda possuem uma diversidade de condições ambientais que tem permitido a manutenção de espécies consideradas mais sensíveis, o que indica que estes locais são áreas muito relevantes para a preservação da fauna local.

Com relação aos pontos localizados nas áreas diretamente afetadas pelo empreendimento, no ponto ENT4, as baixas riqueza e abundância totais quanto de espécies sensíveis registradas indicam que este local já se encontra com maior grau de alteração. Todavia o ponto ENT6 apresenta características de uma área com melhor condição ambiental, o que o torna mais relevante, uma vez que ele pode abrigar diversas espécies de maior sensibilidade. Por se localizar dentro da Área Diretamente Afetada e pelo empreendimento, este local sofrerá com alterações ambientais inevitavelmente, entretanto em função de suas pequenas dimensões e da sua conectividade com outros fragmentos florestais pode-se inferir que este ponto não apresenta elevada relevância para manutenção da entomofauna vetora local.

No que tange as espécies de potencial vetorial, no contexto do empreendimento, destacam-se aquelas pertencentes a subfamília Phlebotominae, em função de sua elevada abundância e ampla distribuição na área de estudo local. As espécies de Culicidae com potencial vetor registradas apresentam uma relevância menor, em virtude da baixa incidência de agravos notificados no município de Rio Piracibaca, da distância do empreendimento do centro urbano de Santa Bárbara (cidade com maior número de casos de agravos notificados) e dos hábitos silvestres apresentados pela maioria delas, com exceção de *Aedes albopictus* que se apresenta amplamente distribuída em todo país, principalmente em áreas rurais.

Ressalta-se, porém, a relevância epidemiológica elevada de algumas das espécies, uma vez que poderá haver o aumento do contato homem-vetor, o que pode acontecer em virtude do acesso a áreas florestais por seres humanos.

Portanto, o levantamento de entomofauna com potencial vetor na região foi importante e eficaz em detectar a presença de populações estabelecidas de espécies que apresentam relevância epidemiológica e de espécies que se configuram como fator de desconforto aos humanos, sendo assim, possível prever eventuais alterações na estrutura da comunidade de insetos vetores em função da implantação do empreendimento.

11.6.2.7 Ictiofauna

11.6.2.7.1 Introdução

Os peixes representam o grupo mais antigo e diversificado entre os vertebrados (LOWE-MCCONNELL, 1987), possuindo mais de 30 mil espécies descritas (ESCHMEYER & FONG, 2014). A mais rica fauna de peixes do mundo encontra-se nas águas interiores neotropicais, sendo que a América do Sul contém a mais rica ictiofauna de água doce do mundo. Entretanto, a avaliação e a compreensão dessa rica diversidade são negativamente afetadas pelo conhecimento incompleto de sua ecologia, biologia e sistemática (MENEZES, 1996).

Considerando a riqueza da ictiofauna brasileira, são conhecidas mais de três mil espécies de peixes de água doce (ESCHMEYER & FONG, 2014), de maneira que o país apresenta a maior diversidade de peixes do mundo - fato relacionado à grande diversidade e ao tamanho das bacias hidrográficas (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2007).

O estado de Minas Gerais abriga em parte ou totalmente cinco grandes bacias hidrográficas (São Francisco, Grande, Paranaíba, Doce e Jequitinhonha), que, juntas, drenam cerca de 90% da sua área (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2007) e abrigam uma Ictiofauna nativa estimada em 466 espécies, segundo a compilação de estudos conduzidos para cada uma destas bacias (DRUMMOND *et al*., 2005; GODINHO *et al.,* 1999; ALVES *et al.*, 2007, MARQUES *et al.*, 2013).

A bacia hidrográfica do rio Doce, onde o Projeto objeto deste estudo se insere, está situada na região sudeste do Brasil, ocupando uma área de drenagem de 83.400 km^2, dos quais 86% pertencem ao estado de Minas Gerais e o restante, ao Espírito Santo. Abriga uma população de 3,1 milhões de habitantes, distribuídos ao longo de 228 municípios. As nascentes do rio Doce situam-se no estado de Minas Gerais, nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, sendo que suas águas percorrem cerca de 853 km até atingirem o oceano Atlântico junto ao povoado de Regência, no estado do Espírito Santo (ADOCE, 1997).

De acordo com VIEIRA e BAUMGRATZ (2011), a bacia do rio Doce conta com 99 espécies de peixes, entre nativas (n=71) e exóticas (n=28). Considerando a porção mais alta da bacia do rio Doce, que engloba áreas de cabeceira e pequenos cursos d'água como aqueles que estão presentes na Área de Estudo Regional, são descritas 51 espécies de peixes nativas (VIEIRA, 2009); uma riqueza considerável; que engloba em sua maioria, espécies de pequeno porte.

As lacunas no conhecimento da ictiofauna neotropical são particularmente lamentáveis devido à grande aceleração dos impactos antrópicos sobre os sistemas aquáticos (VARI; MALABARBA, 1998). No longo prazo, impactos relacionados à poluição, à alteração ou destruição de ambientes aquáticos, à introdução de espécies exóticas e aos barramentos, poderão afetar diretamente a diversidade da ictiofauna brasileira antes que diversos aspectos de sua composição e ecologia sejam conhecidos. Sendo assim, estudos como este fornecem informações importantes para o manejo e a preservação das populações ictíicas, além de proporcionar dados para futuros projetos de pesquisa na área de ictiologia.

11.6.2.7.2 Metodologia

A lista de espécies da ictiofauna com potencial de ocorrência na Área de Estudo Regional (AER) do Projeto em estudo foi elaborada com base em publicações científicas e estudos técnicos desenvolvidos na região. São eles o Estudo de Impacto Ambiental Para Pesquisa Mineral do Projeto Jacutinga (DELPHI, 2009), o Estudo de Impacto Ambiental do Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2 (SETE, 2020), e os dados disponibilizados via BDBio da Vale:

- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2010).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2014).
- Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa (BIOMA, 2015).
- Pesquisa, Inventário e Monitoramento da Fauna na Área de Inserção do Complexo de Mariana (BICHO DO MATO, 2009-2010).

- Monitoramento da Fauna de Peixes, Aves e Mamíferos nas Áreas de Influência Direta e Indireta da Mina de Água Limpa (NICHO, 2015).
- Estudo de Impacto Ambiental - Ampliação da Mina de Alegria (AMPLO, 2018).
- Projeto de Ampliação da Cava de Fábrica Nova (LUME, 2019).

A nomenclatura científica utilizada neste trabalho segue os padrões adotados pelo código internacional de nomenclatura zoológica. Os nomes científicos das espécies seguem aqueles empregados nas descrições originais, atualizados através de ESCHMEYER *et al.* (2021), cuja obra pode ser consultada em http://www.fishbase.org/search.php e http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp.

11.6.2.7.3 Contextualização da Ictiofauna na Área de Estudo Regional (AER)

Conforme já mencionado, a AER definida para o presente estudo está inserida em uma parcela da bacia do rio Piracicaba, entre a suas cabeceiras e até a sua confluência com o rio Santa Bárbara. O rio Piracicaba constitui um dos principais afluentes do rio Doce pela margem esquerda, e é considerado um dos mais impactados por atividades antrópicas e, também, um dos mais poluídos do Brasil (GUERRA, 1993), drenando duas das principais regiões econômicas do estado: o Quadrilátero Ferrífero, em suas cabeceiras, e o Vale do Aço, no seu trecho inferior até a foz no rio Doce.

Em seu trecho superior, o rio Piracicaba sofre impactos relacionados a atividades minerárias e industriais. A exploração de minério de ferro tem impactos potenciais importantes sobre a qualidade de água, seja pela possibilidade de aumento de sólidos suspensos, seja pela alteração química da água nas lagoas de decantação da água utilizada no beneficiamento do minério (ECOPLAN-LUME, 2010).

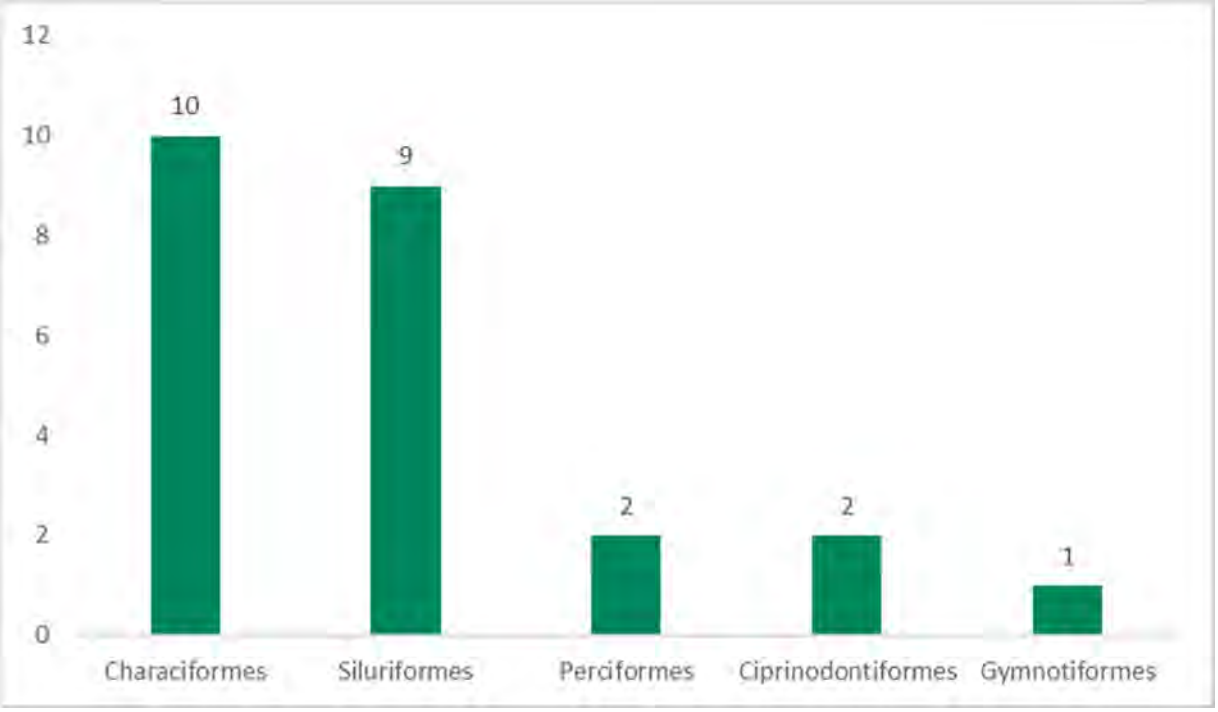
De acordo com VIEIRA & BAUMGRATZ (2011), a bacia do rio Doce apresenta um total de 99 espécies de peixes, dentre nativas (n=71) e exóticas (n=28). No entanto, esse número foi analisado com parcimônia, pois reflete a diversidade de toda a bacia (incluindo áreas de cabeceira, médio curso, sistema lagunar do rio Doce e baixo curso), cuja variedade de ambientes proporciona uma maior riqueza ictiofaunística, mas extrapolando a área de estudo em questão.

A bacia do rio Piracicaba vem sendo objeto de vários estudos, podendo ser considerada como relativamente bem conhecida. Os índices de poluição nessa bacia já foram considerados muito elevados, conferindo à mesma o título de uma das “mais poluídas do país” (GUERRA, 1993; CHIMELLI, 1994).

Feitas estas considerações, foram estimadas 24 espécies da ictiofauna com ocorrência potencial na AER do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, sendo as ordens Siluriformes e Characiformes as mais numerosas, representando 79% da riqueza levantada (Figura 236). Tal proporção e representatividade já é esperada em vista da extensão da AER, que abrange corpos hídricos continentais neotropicais (LOWE-MCCONELL,1987). Vale pontuar, ainda, que 19 das espécies consideradas neste diagnóstico foram inventariadas para a Mina Água Limpa, conforme os dados secundários consultados, ou seja, já foram registradas para a área de estudo local, as demais espécies (n=5) possuem potencial ocorrência.

A lista dos táxons regionais, fonte de cada registro e demais informações são apresentadas na "Lista Digital da Fauna de Potencial Ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa" (**Anexo 14)**.

Figura 236 Representatividade das ordens da ictiofauna registradas para a AER do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

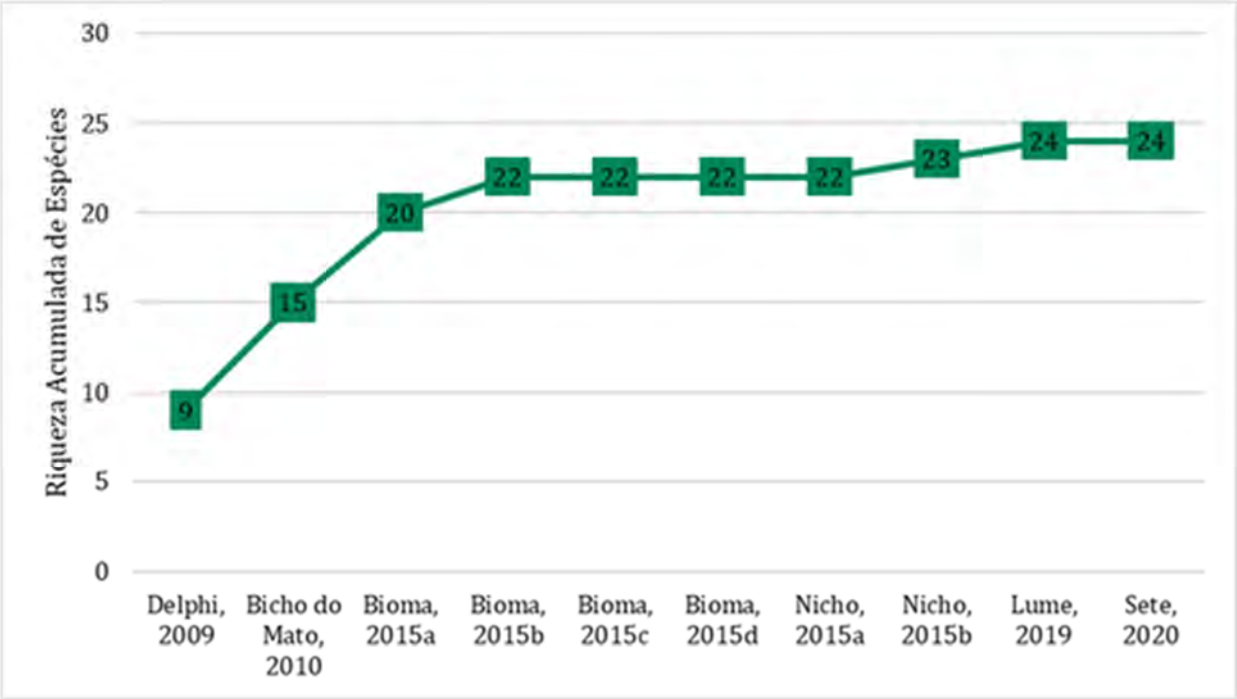
A bacia do Rio Doce, de grande importância para a ictiofauna, abriga sete espécies que se encontram citadas na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais (COPAM, 2010) - devido, principalmente, à destruição de hábitats, construção de barramentos, e introdução de espécies exóticas. No presente estudo, tais espécies não foram registradas.

O cascudinho (*Pareiorhaphis scutula*) representa, no presente levantamento, a única espécie considerada ameaçada de extinção, categorizado como "Em Perigo" na lista nacional (MMA, 2014), além de ser endêmico da bacia do rio Piracicaba. Destaca-se, ainda, a presença de espécies sensíveis às ações antrópicas e típicas de riachos de cabeceiras, como os cambevas Trichomycterus spp. e os cascudinhos Neoplecostomus sp. e Harttia sp.

Três espécies exóticas estão presentes na bacia do rio Piaracicaba; o barrigudinho *Poecilia reticulata,* a tilápia *Coptodon rendalli* e a piabinha *Knodus moenkhausii*. As demais espécies são nativas e abundantemente distribuídas ao longo desta sub-bacia.

A Curva do Conhecimento (Figura 237) dos dados regionais consultados demonstra que poucas espécies foram adicionadas nos últimos estudos realizados, demonstrando que o montante de 24 espécies diagnosticadas para a AER do projeto em estudo é considerado significativo e deve representar a quase totalidade da ictiocenose ali presente.

Figura 237 Curva do Conhecimento (riqueza acumulada) da ictiofauna de acordo com dados levantados para a AER do Projeto.



11.6.2.7.4 Metodologia – AEL e Área do Projeto

Para a coleta de dados primários foram realizadas duas campanhas de campo, sendo a primeira em agosto de 2020 e a segunda em novembro de 2020, respectivamente, correspondendo à estação seca e à estação chuvosa, conforme Quadro 186. Cada campanha de campo contou com quatro dias efetivos de amostragem que abrangeu toda a área de influência do Projeto. As amostragens estiveram amparadas por meio da Licença de Pesca Científica categoria D (inventariamento), conforme **Anexo 13**.

Quadro 186 Período de Amostragem para coleta de Dados Primários da Ictiofauna.

Fonte: Sete, 2021.

Grupo da Fauna	Estação do ano	Data da Campanha
Ictiofauna	Seca	24 a 28 de agosto/2020
	Chuva	23 a 27 de novembro/2020

Os pontos de amostragem foram pré-selecionados em escritório com auxílio de um mapa da área. Em campo, procurou-se selecionar aqueles pontos com maior probabilidade de ocorrência de ictiofauna, levando-se em consideração características tais como: profundidade, largura e vazão dos corpos hídricos, além de facilidade de acesso pela equipe. A localização geográfica dos pontos amostrais é representada no Quadro 187e Figura 238 a seguir.

Quadro 187 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários da Ictiofauna do Projeto.

Área Amostral	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, Fuso 23K)		Área de Inserção
	X (mE)	Y (mN)	
ICT01	685.332	7.795.637	AEL
ICT02	685.767	7.795.549	AEL
ICT03	688.977	7.797.838	AEL
ICT04	690.563	7.794.739	AEL
ICT05	687.428	7.794.913	AEL
ICT06	685.471	7.795.725	AEL
ICT07	687.438	7.794.951	AEL
ICT08	687.338	7.796.018	AEL
ICT09	687.748	7.795.702	AEL
ICT10	689.031	7.795.265	AEL
ICT11	687.580	7.797.861	AEL
ICT12	690.304	7.797.004	AEL
ICT13	690.710	7.794.392	AEL

As artes de pesca utilizadas para a coleta de peixes são bastante variadas, sendo que para cada ambiente aquático existe uma técnica mais adequada. Sendo assim, nos corpos hídricos com característico de riacho utilizaram-se como principais petrechos peneiras em meia-lua, puçás de tela mosquiteira e rede-de-arrasto também com tela mosquiteira de 2 mm de malha. Apesar de pouco citada na literatura, esta técnica de captura é muito praticada para fins científicos e oferece bons resultados para a coleta de peixes de pequenos cursos d'água. Como não é uma metodologia sistematizada, padronizou-se um tempo médio de busca de aproximadamente 60 minutos por ponto.

As peneiras e puçás (30 cm de diâmetro, 2 mm de malha) foram posicionadas perpendicularmente ao substrato, com a boca voltada para montante, sendo o substrato à sua frente revolvido com os pés e mãos com o objetivo de desalojar os peixes, os quais são carregados pela corrente para dentro do petrecho. A rede de arrasto (2 m de comprimento por 1,3 de altura e 2 mm de malha) foi utilizada por duas pessoas, cada qual em uma extremidade, posicionando-a paralelamente à margem e percorrendo-se todo o espaço a sua frente de tal forma que todos os peixes que se abrigavam na vegetação marginal ao alcance da rede eram capturados. Para esta metodologia, foram aplicados cinco lances/arrastos por ponto.

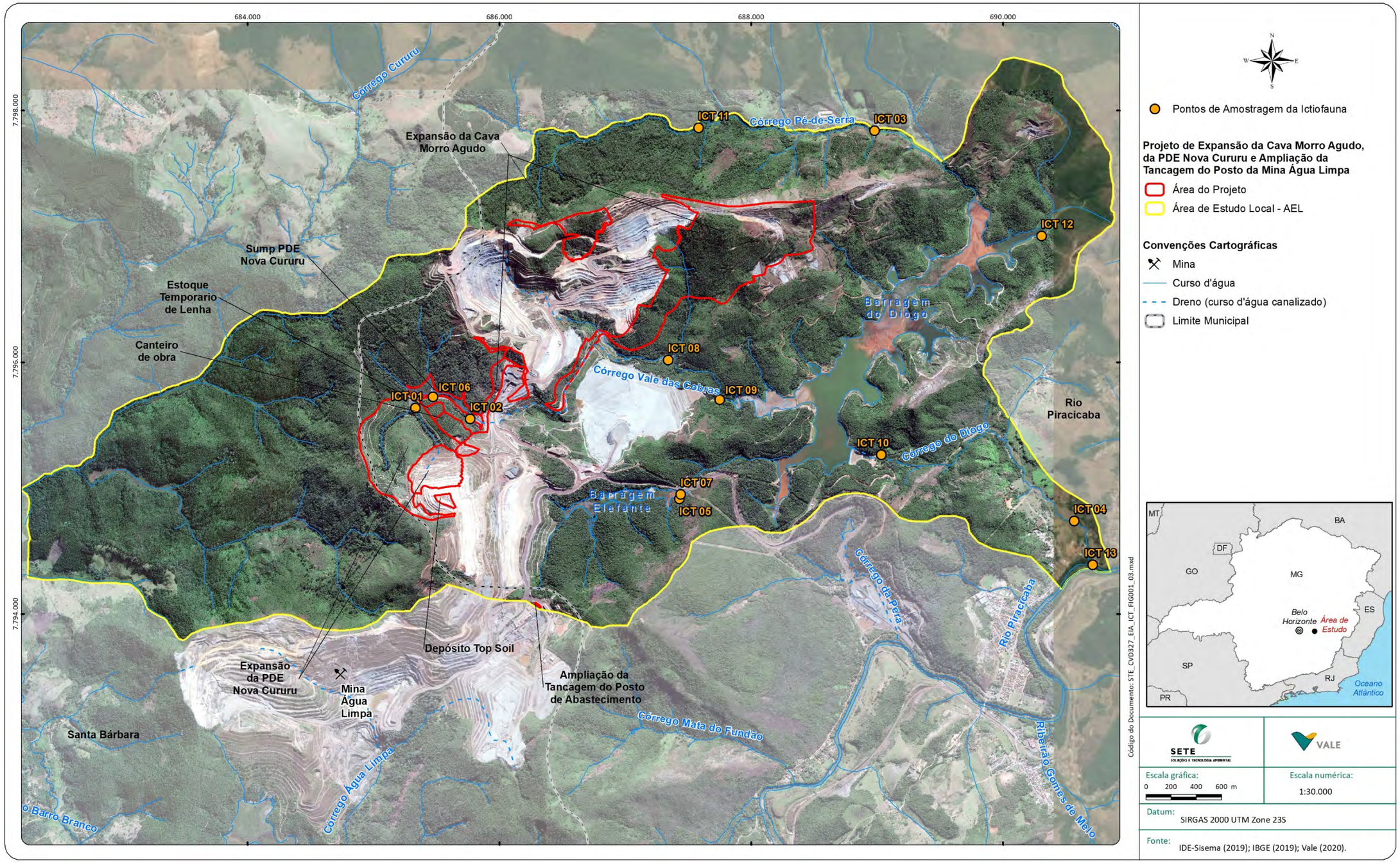
As coletas foram realizadas durante o período diurno, dando-se maior importância aos locais que ofereciam um conjunto de características ambientais, que proporcionavam condições mínimas e necessárias para sustentar uma comunidade de peixes, como locais com vegetação ciliar, disponibilidade de abrigos e de recursos alimentares.

Para a amostragem do rio Piracicaba e da barragem do Diogo, foi utilizada, para cada ponto, uma bateria contendo seis redes-de-emalhar de malhas 15, 20, 25, 30, 35 e 40 mm, medidas entre nós adjacentes. Este conjunto foi armado na coluna d'água ao entardecer e retirado na manhã do dia seguinte, permanecendo exposta por cerca de 12 horas (Quadro 188).

Quadro 188Esforço de pesca científica nos pontos de amostragem com uso de redes de emalhar da ictiofauna (ICT12 e ICT13) na AEL do projeto em estudo, campanhas de campo realizadas em agosto e novembro de 2020

Malha (mm)	Esforço de pesca com redes-de-emalhar (m^2)		Total (duas campanhas)
	ICT12	ICT13	
15	30,0	30,0	**60,0**
20	30,0	30,0	**60,0**
25	35,0	35,0	**70,0**
30	35,0	35,0	**70,0**
35	35,0	35,0	**70,0**
40	35,0	35,0	**70,0**
Total	**200,0**	**200,0**	**400,0**

Figura 238 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários da ictiofauna, situadas na Área de Estudo Local do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 276 Ponto ICT01, drenagem localizada na área de expansão da PDE Nova Cururu.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 277 Ponto ICT02, drenagem localizada na área de expansão da PDE Nova Cururu.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 278 Ponto ICT03, córrego Pé-de-Serra.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 279 Ponto ICT04, córrego do Diogo.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 280 Ponto ICT05, pequena drenagem barrada afluente da Barragem do Elefante.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 281 Ponto ICT06, drenagem localizada na área de expansão da PDE Nova Cururu.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 282 Ponto ICT07, Barragem do Elefante.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 283 Ponto ICT08, córrego das Cobras.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 284 Ponto ICT09, córrego das Cobras.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 285 Ponto ICT10, córrego do Diogo logo a jusante do vertedouro da barragem.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 286 Ponto ICT11, córrego Pé-de-Serra.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 287 Ponto ICT12, Barragem do Diogo.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 288 Ponto ICT13, rio Piracicaba.

Os peixes capturados foram identificados em campo, medidos, pesados, fotografados e soltos no mesmo local de captura; de forma que não foram feitas coletas. Tal conduta foi possibilitada devido ao reduzido número de capturas, permitindo a soltura sem causar estresse ou mortandade de indivíduos. Dessa maneira, nenhum material biológico da ictiofauna será depositado em coleção científica.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 289 Soltura após identificação e biometria dos espécimes.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 290 Soltura após identificação e biometria dos espécimes.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 291 Metodologia de coleta com peneira (ou puçá).

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 292 Amostragem com uso de rede de emalhar.

11.6.2.7.5 Análise de Dados

A determinação taxonômica dos indivíduos capturados foi realizada até a menor categoria possível de acordo com o Guia de Peixes do Quadrilátero Ferrífero (VIEIRA *et al*., 2015). A nomenclatura científica utilizada nesse relatório segue os padrões adotados pelo código internacional de nomenclatura zoológica. Os nomes científicos das espécies seguem aqueles empregados nas descrições originais, atualizados através do "*Check List of Freshwaters Fishes of South and Central America*" (REIS *et al*., 2003) e Eschmeyer (2015), cuja obra pode ser consultada por meio de acesso ao site http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html.

O cálculo da riqueza usa o número total de espécies (S) em uma unidade amostral. Consequentemente, a riqueza de espécies é dependente do tamanho amostral; quanto maior a amostra, maior o número de espécies que poderão ser amostradas. Assim, a riqueza de espécies diz pouco a respeito da organização da comunidade, aumentando em função da área, mesmo sem modificação do habitat. Essa análise permite o uso de dados qualitativos e quantitativos, mas não os comparar uma vez que as amostras não são padronizadas.

A abundância absoluta foi determinada pelo número de indivíduos coletados para cada espécie em cada ponto de amostragem. A diversidade da ictiofauna foi calculada por meio dos índices de Shannon (H') representado pela equação:

$$H' = -\sum_1^S (pi) \,.\, (\ln pi)$$

Na qual: S = número total de espécies na amostra; i = espécie 1, 2, 3 ...i na amostra; pi = proporção do número de indivíduos da espécie i na amostra. Para o cálculo de diversidade foram utilizados apenas os dados obtidos através de metodologia quantitativa.

Já a Equitabilidade expressa a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, isto é, indica se as diferentes espécies possuem abundância (número de indivíduos) semelhantes ou divergentes. A equitabilidade de Pielou é expressa pela seguinte equação:

J' = H' observado / H' máximo

Na qual: H' máximo = diversidade máxima possível que pode ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância. (H' máximo = log S), S= número total de espécies.

Para a verificação da ocorrência de espécies oficialmente ameaçadas de extinção consultou-se a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais (DN COPAM nº 147/2010), Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos (PORTARIA MMA nº 445/2014) e a Lista Vermelha de espécies Globalmente Ameaçadas (*Red List of Threatened Species*) da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2021).

11.6.2.7.6 Caracterização da ictiofauna da Área de Estudo Local e do Projeto

11.6.2.7.6.1 Composição e Distribuição

Para a área de estudo local, após a realização das duas campanhas de campo, foram capturados 579 indivíduos de peixes, pertencentes a 14 espécies, representando quatro ordens e cinco famílias distintas (Quadro 189). Considerando os dados de monitoramentos anteriores executados da Mina de Água Limpa, a riqueza da ictiofauna totaliza 21 espécies, de oito famílias e cinco ordens.

Quadro 189 Espécies de peixes encontradas na Área de Estudo Local do Projeto.

Legenda: Status de Conservação MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EP: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" não avaliada. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "- ":não incluída nos anexos da CITES. Fonte: 1 = Dados primários; 2 = dados do BDBio do monitoramento de fauna da Mina de Água Limpa.

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Distribuição	Interesse econômico	Status de Conservação			CITES	Fonte
						MG	BR	Global		
Characiformes	Characidae	*Astyanax bimaculatus*	Lambari-do-rabo-amarelo	Nativa	comercial	-	-	-	-	1,2
		Astyanax fasciatus	Lambari do rabo vermelho	Nativa	comercial	-	-	-	-	2
		Astyanax scabripinnis	Lambari do brejo	Nativa	-	-	-	-	-	2
		Deuterodon taeniatus	Lambari	Nativa	-	-	-	-	-	1,2
		Oligosarcus argenteus	Lambari- cachorro	Nativa	-	-	-	-	-	1,2
		Knodus moenkhausii	Piabinha	Exótica	-	-	-	-	-	1,2
		Serrapinnus heterodon	Piabinha	Nativa	-	-	-	-	-	1,2
		Hasemania sp.	Piabinha	Nativa	-	-	-	-	-	1,2
	Erythrinidae	*Hoplias intermedius*	Trairão	Nativa	Lazer/esportiva; comercial	-	-	-	-	1,2
		Hoplias malabaricus	Traíra	Nativa	Lazer/esportiva; comercial	-	-	-	-	1,2
Cichliformes	Cichlidae	*Australoheros facetus*	Cará	Nativa	Ornamental	-	-	-	-	1
		Geophagus brasiliensis	Cará	Nativa	Lazer/esportiva	-	-	-	-	1,2
Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdia quelen*	Bagre	Nativa	-	-	-	-	-	2
		Pimelodella sp.	Bagrinho	Nativa	-	-	-	-	-	2
	Loricariidae	*Pareiorhaphis scutula*	Cascudinho	Endêmica do alto do Rio Doce	-	-	EP	-	-	1,2
		Hypostomus affinis	Cascudo	Nativa	-	-	-	-	-	1

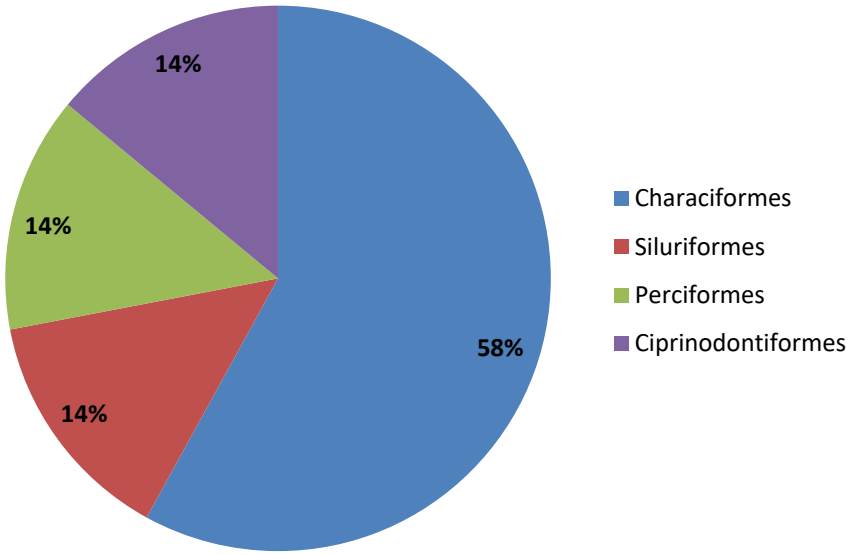
Legenda: Status de Conservação MG: COPAM (2010); BR: ICMBIO (2018); Global: IUCN (2021); QA: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EP: Em Perigo; CR: Criticamente Ameaçada; "-" não avaliada. CITES (2019) – Apêndice I: espécies ameaçadas de extinção, Apêndice II: espécies não necessariamente ameaçadas, mas cujo comércio deve ser controlado para não comprometer sua sobrevivência, Apêndice III: espécies protegidas em pelo menos um país e que tenha solicitado que o tráfico seja controlado, por precisar da cooperação de outros países. "- ":não incluída nos anexos da CITES. Fonte: 1 = Dados primários; 2 = dados do BDBio do monitoramento de fauna da Mina de Água Limpa.

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Distribuição	Interesse econômico	Status de Conservação			CITES	Fonte
						MG	BR	Global		
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus alternatus*	Cambeva	Nativa	-	-	-	-	-	2
		Trichomycterus brasiliensis	Cambeva	Nativa	-	-	-	-	-	2
Gymnotiformes	Gymnotidae	*Gymnotus carapo*	Sarapó	Nativa	-	-	-	-	-	2
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Phalloceros uai*	Barrigudinho	Nativa	Ornamental	-	-	-	-	1
		Poecilia reticulata	Barrigudinho	Exótica	Ornamental	-	-	-	-	1,2

As espécies inventariadas estão distribuídas em quatro grandes ordens: Characiformes, Siluriformes, Perciformes e Cyprinodontiformes. A ordem Characiformes é um dos maiores grupos de peixes de água doce, compreendendo 18 famílias, aproximadamente 270 gêneros e mais de 1700 espécies (MOREIRA, 2007). Membros recentes da ordem Characiformes ocorrem na África, sul da América do Norte, Américas Central e do Sul. Atingem sua maior diversidade na região Neotropical representando aproximadamente 43% das espécies de peixes de água-doce na Amazônia e cerca de 30% das espécies de peixes Neotropicais (MOREIRA, 2007).

Como demonstrado na Figura 239 a seguir, esta ordem foi a mais representativa entre as espécies capturadas na Área de Estudo Local do Projeto com 58% do total inventariado (oito espécies). As ordens Siluriformes, Cyprinodontiformes e Perciformes apresentaram duas espécies cada (14%).

Figura 239 Distribuição das ordens de peixes de acordo com a riqueza de espécies na Área de Estudo Local do Projeto.



Dentre as espécies registradas, apenas a piabinha *Knodus moenkhausii* e o barrigudinho *Poecilia reticulata* são exóticas à bacia do rio Doce. Apesar de exóticas, as duas espécies são comumente encontradas ao longo desta bacia.

Conforme consultas realizadas, deve-se considerar que a piabinha *Hasemania* sp. passou por uma revisão taxonômica do gênero (SERRA, 2003), sendo que a espécie descrita para a bacia do rio Doce foi "identificada" em tal ocasião como *Hasemania* sp.n4. Portanto, apesar da nomenclatura ainda indeterminada, esta espécie encontra-se descrita.

As demais espécies capturadas são nativas para a bacia do rio Doce e, em sua maioria, amplamente distribuída por esta bacia. O maior destaque fica para o cascudinho *Pareiorhaphis scutula,* espécie endêmica, que possui distribuição restrita a certas porções das regiões de cabeceira da bacia do rio Doce, especificamente na sub-bacia do rio Piracicaba, no estado de Minas Gerais. Além disso, o cascudinho *P. scutula* encontra-se listado na "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção" na categoria "Em Perigo" (MMA, 2014). Trata-se de uma espécie mais seletiva aos ambientes em que vivem, necessitando de uma melhor qualidade da água e presença de um substrato sem grandes alterações que possa abrigar fontes tróficas.

A ictiofauna de pequenas drenagens é representada exclusivamente pelos peixes teleósteos clupeocéfalos (BUCKUP, 1999). De modo geral, as pequenas drenagens e/ou riachos são habitados por espécies pequenas, com até 10 a 15 cm de comprimento, de distribuição restrita, com pouco ou nenhum valor comercial (exceto de algumas poucas espécies exploradas no comércio de peixes ornamentais) e com grande dependência da vegetação ripária como fonte de itens alimentares de origem alóctone, para reprodução e proteção (CASTRO & MENEZES, 1998). Entretanto, a grande maioria dos cursos d´água encontrados na Área de Estudo Local do Projeto já apresentam elevado grau de antropização, consequência das atividades minerárias que se instalaram no entorno destas drenagens.

Segundo KARR & SCHLOSSER (1978), quanto menor o curso d'água, menores o número e a variedade de ambientes disponíveis. Assim, espera-se que o número de espécies de peixes (riqueza) em um córrego seja menor do que no seu rio principal (VANNOTE *et al.*, 1980) e que estas espécies sejam de menor porte (AGOSTINHO & JÚLIO Jr., 1999). BUCKUP (1999) ainda sugere que a composição ictiofaunística de riachos é fortemente influenciada pelo gradiente altitudinal, o qual determina a velocidade de correnteza e várias outras características ecológicas. De modo geral, esses ambientes caracterizam-se por uma baixa riqueza de espécies e elevado endemismo. A riqueza e ocorrência das espécies de peixes ao longo dos cursos d'água amostrados, além de estar associado à especificidade dos microambientes, esteve principalmente relacionada ao *status* de conservação destas drenagens.

Sedo assim, a riqueza de espécies encontrada na AEL está, de forma geral, diretamente relacionada com o pequeno porte da maioria dos cursos d´água amostrados e da significativa antropização observada para muitos dos cursos d'água amostrados, que tiveram suas características originais drasticamente modificadas com alterações significativas do substrato. Estas alterações, provavelmente, foram determinantes na ausência das espécies de peixes para alguns ambientes amostrados.

A seguir são apresentados os registros fotográficos dos peixes capturados na Área de Estudo Local do Projeto (Foto 293 a Foto 306).

Foto: G. Pereira

Foto 293 ***Astyanax bimaculatus*** **(lambari-do-rabo-amarelo).**

Foto: G. Pereira

Foto 294 ***Deuterodon taeniatus*** **(lambari).**

Foto: G. Pereira

Foto 295 ***Oligosarcus argenteus*** **(lambari-cachorro).**

Foto: G. Pereira

Foto 296 ***Knodus moenkhausii*** **(piabinha).**

Foto: G. PereiraPereira

Foto 297 ***Serrapinnus heterodon*** **(piabinha).**

Foto: G. Pereira

Foto 298 ***Hasemania*** **sp. (piabinha).**

Foto: G. Pereira

Foto 299 ***Hoplias intermedius*** **(trairão).**

Foto: G. Pereira

Foto 300 ***Hoplias malabaricus*** **(traíra).**

Foto 301 ***Australoheros facetus*** **(cará).**

Foto 302 ***Geophagus brasiliensis*** **(cará).**

Foto 303 ***Pareiorhaphis scutula*** **(cascudinho).**

Foto 304 ***Hypostomus affinis*** **(cascudo).**

Foto 305 ***Phalloceros uai*** **(barrigudinho).**

Foto 306***Poecilia reticulata*** **(barrigudinho).**

Segundo MATTHEWS (1998), uma interessante medida em estudo de comunidades de peixes se refere ao número de famílias e ao número de espécies por família. O número de famílias representadas é relativamente grande em locais onde há grandes valores de riqueza (MOYLE & LI, 1979) e poucas famílias reúnem a maioria das espécies (MATTHEWS, 1998). No presente estudo, a riqueza de espécies foi relativamente pequena e as respectivas famílias são compostas por poucas espécies, dados que corroboram os autores citados e que também são demonstrados por outros autores (CASTRO & CASATTI, 1997; PAVANELLI & CARAMASCHI, 1997; BIZERRIL, 1994; UIEDA & BARRETO, 1999).

Diversos fatores ambientais exercem forte influência sobre a distribuição da ictiofauna de pequenos cursos d'água, sendo considerados os mais importantes: a morfologia da drenagem (volume, profundidade e declive), a velocidade da corrente, o substrato e o tipo e quantidade de partículas em suspensão na água (WHITTON, 1975). Estas variáveis selecionam as populações ícticas de riachos, tornando-as singulares. Por isso, neste tipo de ambiente, é encontrada pequena riqueza de espécies e, geralmente, populações reduzidas, o que corrobora os dados de riqueza de espécies aqui encontrados. Entretanto, conforme descrito a seguir, algumas espécies tiveram populações bastante numerosas.

De modo geral, em condições naturais de ecossistemas tropicais, as espécies estão distribuídas equitativamente, isto é, numerosas espécies são encontradas com pequeno número de exemplares cada. Nos diversos estudos realizados na região neotropical os valores de frequência relativa da maioria das espécies estavam abaixo de 1,0%. Espécies dominantes, isto é, com valores de frequência superiores a 30%, são raras. As maiores frequências individuais giram entre 15 e 30%, não ocorrendo valores superiores a 45% (VIEIRA, 1982; FERREIRA, 1984, 1992). Conforme apresentado a seguir, os dados coligidos neste estudo, corroboram com os estudos citados acima. É importante destacar que, em alguns casos ocorre dominância relativamente alta de uma determinada espécie, e isto se dá em virtude da presença de cardumes ou em áreas muito modificadas pela atividade humana.

A Abundância Absoluta ou Densidade Relativa das espécies é um dos parâmetros mais importantes nos estudos de comunidades, uma vez que procura medir a quantidade de peixes existentes. Contudo, é também um dos parâmetros mais difíceis de determinar na região neotropical, principalmente em virtude da grande diversidade de formas e hábitos apresentados pelos peixes, o que faz com que as amostragens sejam viciadas, isto é, apresentem distorções causadas pelos métodos ou aparelhos usados nas capturas. Para tanto, as amostragens nos pontos de captura foram padronizadas, dentro das limitações de cada ambiente.

Os dados de ocorrência, abundância absoluta e riqueza, obtidos neste estudo, demonstram que foram capturados espécimes de peixes em sete dos 13 pontos de amostragem. Os pontos em que não foram capturados integrantes da ictiofauna são: ICT01, ICT02, ICT06, ICT07, ICT8 e ICT09. Todos estes ambientes apresentaram-se significativamente antropizados, com descaracterização do substrato original, conforme exemplificado nas fotos a seguir (Foto 307 e Foto 308).

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

Foto 307 Ponto ICT01 – Drenagem localizada na área de expansão da PDE Nova Cururu apresentando substrato com presença de minério.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

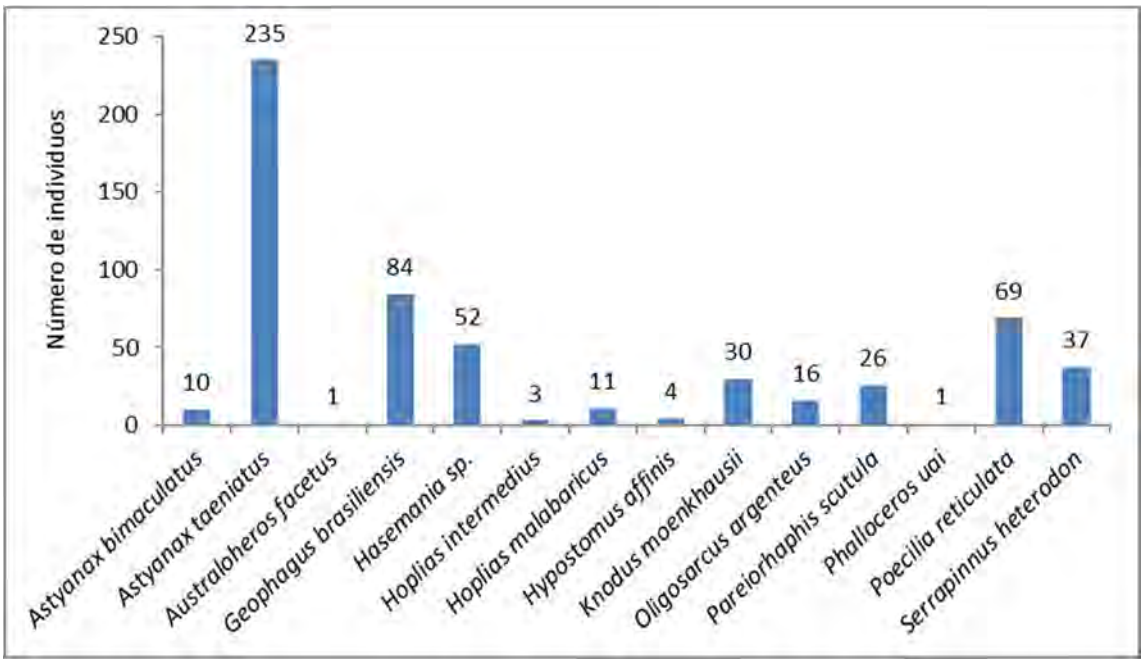
Foto 308 Ponto ICT08 – Córrego das Cobras também com descaracterização do substrato original.

As espécies mais abundantes foram aquelas menos sensíveis e que conseguem recrutar em uma gama de ambientes, inclusive já antropizados. Após a realização de duas campanhas de campo, a espécie mais abundante foi o *Astyanax taeniatus* (lambari) com 235 indivíduos capturados, o que representa 41% do total capturado (Figura 240). Esta espécie está amplamente distribuída na bacia do rio Doce e é comum nos mais variados ambientes (rios, riachos, açudes, lagoas e reservatórios) (VIEIRA *et al*., 2015). São peixes onívoros, o que lhes permite habitar diversos ambientes. Apesar da presença de populações abundantes neste estudo, o lambari *Astyanax taeniatus* só foi capturado em três pontos de amostragem: o ponto ICT05, localizado em um pequeno barramento de um afluente da Barragem do Elefante; o ponto ICT10, localizado logo a jusante do vertedouro da barragem do Diogo; e no ponto ICT12, inserido no corpo da barragem do Diogo.

A espécie mais frequente foi o *Geophagus brasiliensis* (cará), capturado em quatro pontos de amostragem. Trata-se também de uma espécie onívora e de ampla distribuição por diversas bacias do país. Durante a consulta dos dados secundários oriundos para a área de estudo regional está espécie foi citada na maioria das fontes consultadas.

Ainda sobre as informações prestadas sobre ocorrência e abundância, destacar destaca-se a captura de *Pareiorhaphis scutula* (cascudinho) em dois pontos de amostragem, ICT03 e ICT11, ambos inseridos no córrego Pé-de-Serra. Esta drenagem está localizada ao norte da Cava Morro Agudo, não consistindo em Área do Projeto (AP), no entanto, poderá sofrer influência com o Projeto de Expansão desta estrutura.

Figura 240 Abundância das espécies de peixes na Área de Estudo Local do Projeto.



O ponto amostral com a maior riqueza de espécies foi àquele inserido no Córrego do Diogo (ponto ICT04 - Foto 309), com 10 espécies capturadas (Figura 241). Este ponto está localizado no trecho final do córrego do Diogo próximo à confluência com o rio Piracicaba, permitindo que as espécies de peixes habitantes do rio principal se desloquem com facilidade para este trecho do afluente. A maior captura de espécies neste ponto de amostragem também foi influenciada pela facilidade de coleta imposta por este curso d'água, não apresentando refúgios inacessíveis aos aparelhos de coleta científica. Vale aqui ressaltar que, apesar do maior número de espécies capturadas para este ponto de amostragem, o *status* de conservação deste ambiente não se apresentou ideal à comunidade ictíica, com ausência da vegetação ciliar original e presença constante de gado nas margens deste curso d'água, o que impede a recolonização da vegetação.

Foto: Gabriel Alkmim, 2020

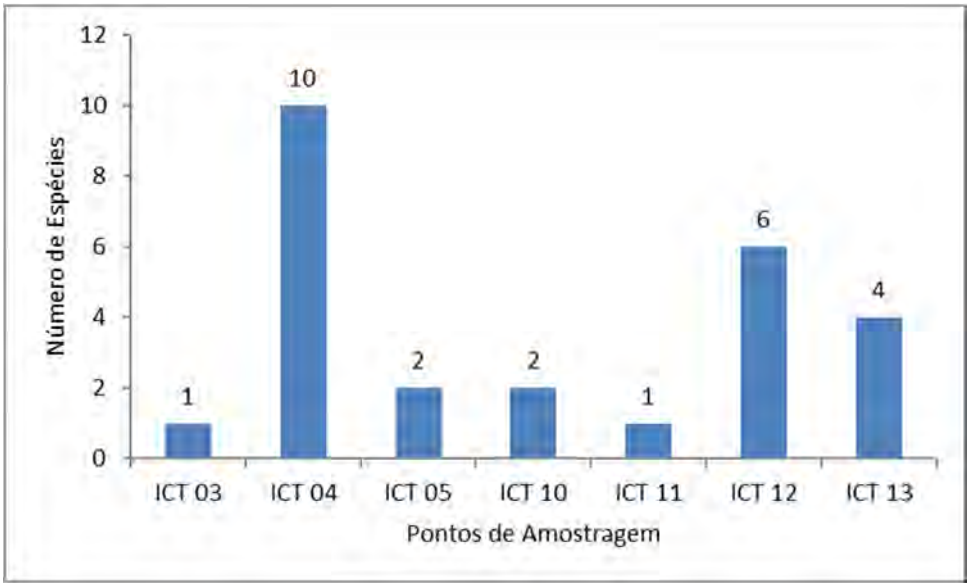
Foto 309 Ponto ICT04 – Córrego do Diogo, próximo a confluência com o rio Piracicaba.

Outro ponto de amostragem que apresentou uma riqueza de espécies considerável foi o reservatório da barragem do Diogo, local de captura de seis espécies.

O rio Piracicaba é o principal curso d'água na Área de Estudo Local do Projeto e, também, o receptor de todas as drenagens aqui amostradas. No ponto de amostragem inserido neste curso d'água, ICT13, foram capturadas quatro espécies de peixes.

Segundo VANNOTE *et al.* (1980) o número de espécies de peixes (riqueza) é maior no rio principal do que nos seus afluentes. De fato, a maior heterogeneidade de microambientes presentes no rio Piracicaba pode suportar um maior número de espécies de peixes, mas as dificuldades de coleta imposta por este ambiente (ex. elevada profundidade) impede o emprego de forma ideal de alguns petrechos de coleta; como as peneiras e redes-de-arrasto que são importantes para a captura de espécies de pequeno porte. Portanto, acredita-se que várias das espécies inventariadas neste estudo possam também habitar o próprio rio Piracicaba (excetuando àquelas típicas de ambientes de pequeno porte como o cascudinho *Pareiorhaphis scutula*).

Figura 241 Riqueza de espécies de peixes por ponto amostral na Área de Estudo Local do Projeto.



A pequena riqueza de espécies encontrada para a maioria das drenagens amostradas está relacionada ao pequeno porte destes cursos d'água, que apresentam homogeneização de microambientes e, principalmente, ao *status* de conservação destes ambientes que já se apresentaram com elevado grau de antropização, fator que pode ter extinguido as espécies mais seletivas (Quadro 190).

Quadro 190Presença e abundância absoluta das espécies de peixes na Área de Estudo Local do Projeto.

Espécies	Pontos de Amostragem							Total
	ICT03	ICT04	ICT05	ICT10	ICT11	ICT12	ICT13	
Astyanax bimaculatus	-	7	-	-	-	1	2	**10**
Astyanax taeniatus	-	-	150	18	-	67	-	**235**
Australoheros facetus	-	1	-	-	-	-	-	**1**
Geophagus brasiliensis	-	9	-	1	-	71	3	**84**
Hasemania sp.	-	52	-	-	-	-	-	**52**
Hoplias intermedius	-	2	-	-	-	-	1	**3**
Hoplias malabaricus	-	3	-	-	-	8	-	**11**
Hypostomus affinis	-	-	-	-	-	-	4	**4**
Knodus moenkhausii	-	30	-	-	-	-	-	**30**
Oligosarcus argenteus	-	-	12	-	-	4	-	**16**
Pareiorhaphis scutula	14	-	-	-	12	-	-	**26**
Phalloceros uai	-	1	-	-	-	-	-	**1**
Poecilia reticulata	-	62	-	-	-	7	-	**69**
Serrapinnus heterodon	-	37	-	-	-	-	-	**37**
Total geral	**14**	**204**	**162**	**19**	**12**	**158**	**10**	**579**

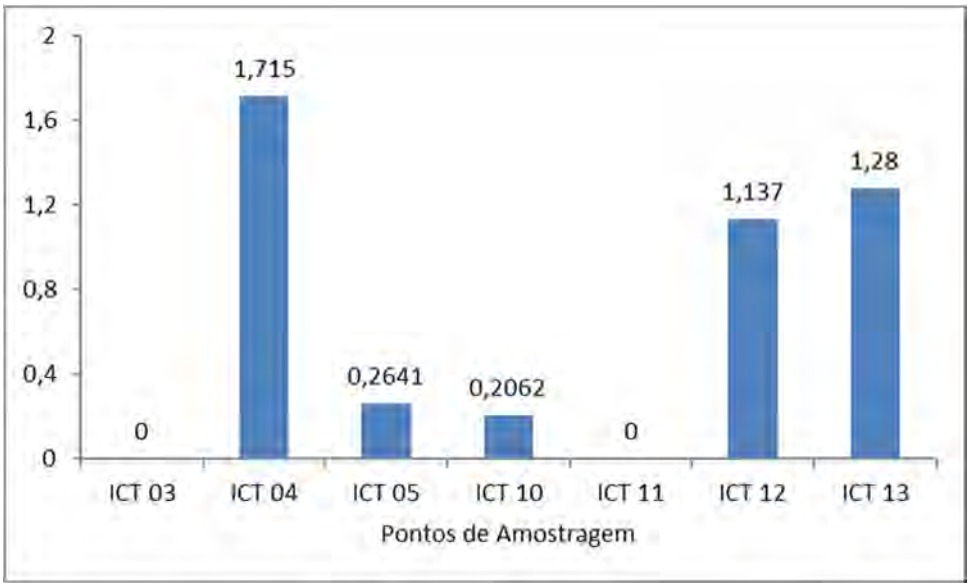
Dentre as espécies registradas, a grande maioria apresenta pequeno porte, sendo típicas de corpos hídricos menores, como àqueles amostrados no presente trabalho. Os maiores espécimes encontrados foram das traíras *Hoplias* spp., do cará *Geophagus brasiliensis* e do cascudo *Hypostomus affinis*, todos capturados com redes de emalhar no rio Piracicaba ou no reservatório da Barragem do Diogo.

Em relação à diversidade (índice de diversidade de Shannon - *H´*) entre os pontos amostrados neste estudo, notam-se valores relativamente baixos para este índice (ver Figura 242), demonstrando que, além das especificidades dos microambientes apresentados pelas drenagens amostradas, o *status* de conservação destes corpos d'água, foi primordial para os valores baixos deste índice.

O maior valor de diversidade foi encontrado para o ponto ICT04, localizado no córrego do Diogo (trecho inferior). Como se sabe, a diversidade é a relação entre o número de espécies presentes (riqueza) e a regularidade na qual os indivíduos estão distribuídos entre estas espécies (WASHINGTON, 1984). Como já demonstrado anteriormente, este ponto de amostragem foi o que apresentou a maior riqueza de espécies (n=10), elevando o seu índice de diversidade.

Ressalta-se que o índice de diversidade nos pontos ICT03 e ICT11 foi zero em função da captura de apenas uma espécie, para cada um destes pontos. Como já discutido anteriormente, estes dois pontos estão inseridos no córrego Pé-de-Serra, local da captura do cascudinho *Pareiorhaphis scutula.* Os microambientes presentes neste curso d'água apresentaram-se com alta especificidade, hábitats típicos de espécies de cabeceiras, portanto, já era de se esperar pequena riqueza para esta drenagem. Como já informado anteriormente, este curso d'água apresentou-bem conservado, principalmente em sua porção alta onde se insere o ponto ICT11.

Figura 242 Índice de Diversidade – Shannon (H') – entre os pontos de amostragem na Área de Estudo Local do Projeto.

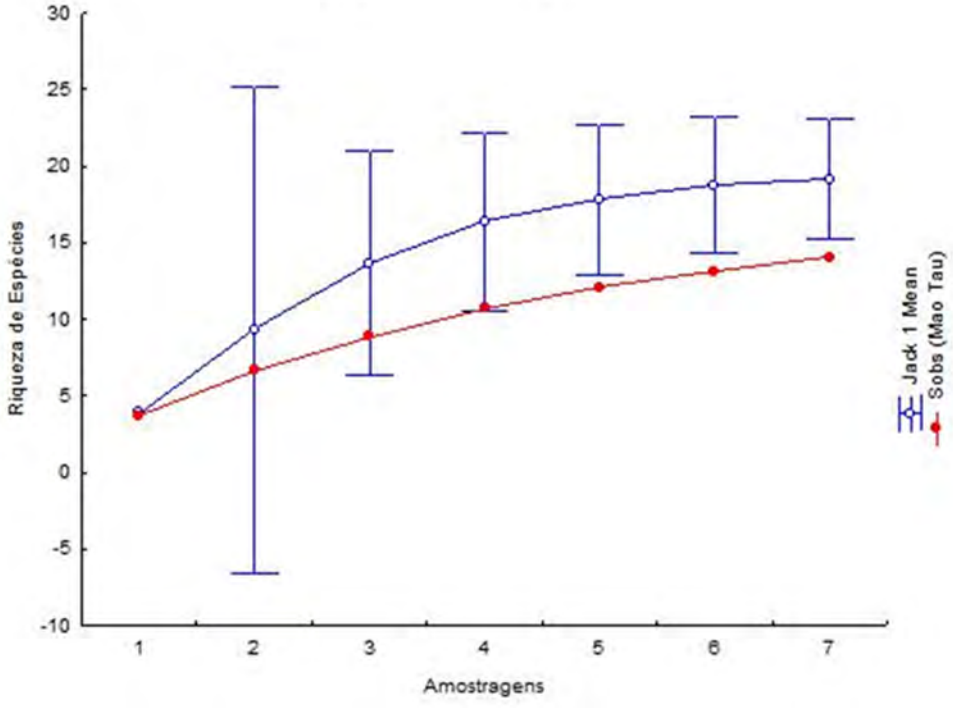


11.6.2.7.6.2 Suficiência Amostral

Para a curva do coletor, utilizou-se a estimativa de riqueza pelo índice Jacknife1ª ordem (Figura 243), que estima a riqueza total utilizando o número de espécies que ocorrem em apenas uma amostra. Segundo esta análise capturou-se 74% do estimado para a área de estudo, montante este considerável se levarmos em consideração a realização de apenas duas campanhas de campo.

De modo geral, observa-se que a curva do coletor já tende a uma assíntota e, esta estabilização permite-nos inferir que poucas espécies de peixes serão acrescidas à listagem atual caso novas coletas sejam realizadas na área do estudo, o que demonstra que o estudo até aqui realizado foi satisfatório.

Figura 243 Curva do Coletor do grupo Ictiofauna para a Área de Estudo Local do Projeto.



11.6.2.7.6.3 Status de conservação das espécies

De forma geral, o que contribui para o *status* de conservação das espécies de peixes são alterações dos ambientes aquáticos provocadas por fatores diversos. Das espécies de peixes conhecidas para a bacia do rio Doce, sete encontram-se na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais (COPAM, 2010), devido, principalmente, à destruição de hábitats, construção de barramentos, e introdução de espécies exóticas.

De modo geral, a comunidade ictiofaunística registrada para a área do estudo é composta por espécies comuns, generalistas e de ampla distribuição geográfica. Apesar de comuns e abundantes ao longo da sub-bacia estudada, as ictiocenoses inventariadas dependem da manutenção das matas ciliares a da boa qualidade da água dos corpos d'água que habitam.

Para a Área de Estudo Local do Projeto foi registrada uma única espécie listada na "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção" na categoria "Em Perigo" (MMA, 2014) - o cascudinho *Pareiorhaphis scutula*. Esta espécie é, também, restrita – e, portanto, endêmica - a certas porções das regiões de cabeceira da bacia do rio Doce, especificamente na sub-bacia do rio Piracicaba, no Estado de Minas Gerais.

11.6.2.7.6.4 Diagnóstico conclusivo da Área de Estudo Local e Área do Projeto com foco na Ictiofauna

A riqueza de espécies de peixes encontrada na Área de Estudo Local do Projeto reflete o pequeno porte dos ambientes amostrados, a especificidade dos microambientes apresentados pelas drenagens e, principalmente, o estado de conservação de grande parte destes corpos d´água, que já exibem elevado grau de antropização, consequência das atividades minerárias instaladas no entorno da maioria das drenagens amostradas.

Apesar das alterações observadas ao longo dos corpos d'água amostrados e da pequena riqueza de espécies encontrada, salienta-se que cada espécie nativa capturada neste estudo tem sua importância ecológica/biológica para o ambiente em que vive e a manutenção de suas populações são essenciais para o equilíbrio da biota aquática.

11.6.2.8 Comunidades Hidrobiológicas

11.6.2.8.1 Introdução

O uso da biota aquática para avaliar a integridade ambiental dos sistemas aquáticos se baseia nas respostas dos organismos às alterações das estruturas ecomorfológicas dos ambientes e às condições físicas e químicas da água (CAIRNS E PRATT,1993 *apud* BUSS *et. al*, 2008). Como os sistemas estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos. O termo "resposta biológica" se refere ao conjunto de reações de um indivíduo ou uma comunidade em relação a um estímulo ou a um conjunto de estímulos (ARMITAGE, 1995). Por estímulos entendemos algo que induza uma reação do indivíduo que possa ser percebida e medida na população ou na comunidade.

Segundo METCALFE (1989), o uso dessas respostas biológicas como indicadores de degradação ambiental é complementar em relação às medidas físicas e químicas da água, pois estas registram a qualidade ambiental não apenas do momento em que as amostras foram coletadas, mas os efeitos dos estímulos ao longo do tempo (DE PAUW & VANHOOREN, 1983).

Além da bioindicação, a compreensão dos processos ecológicos que envolvem a biota aquática é guarnecida tanto pela Legislação Federal Brasileira - por meio da Resolução CONAMA nº 357/2005, quanto pela Legislação Estadual de Minas Gerais (DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008). De acordo com o estabelecido em ambas, os corpos de água classificados como especiais, classe 1 e classe 2 devem garantir a proteção das comunidades aquáticas. Esta exigência legal se pauta no fato de que a manutenção destas comunidades é prerrogativa à manutenção da integridade ambiental e das condições trófico-dinâmicas dos ambientes hídricos.

As relações tróficas entre os grupos da biota aquática são iniciadas no nível microscópico através das algas fitoplanctônicas que representam importantes produtores primários ao transformar energia solar em energia química através da fotossíntese.

Nos níveis tróficos dos consumidores e decompositores, a fauna zooplanctônica tem importante função na recirculação da matéria orgânica pois apresentam diferentes sistemas de alimentação, hora predando os produtos primários (algas) hora os decompositores (bactérias e fungos) e ainda há aqueles que se alimentam de matéria orgânica em decomposição. Há que se considerar, também, a predação intrazooplanctônica que é comum, e pode ser responsável por intensas alterações na rede trófica e na estruturação desta comunidade.

As comunidades que vivem associadas aos substratos da interface sedimento-água em maior ou menor grau constituem os macroinvertebrados bentônicos. Os principais grupos formadores desta comunidade são insetos, crustáceos, moluscos e anelídeos, que podem ser herbívoros, detritívoros e predadores. São, portanto, consumidores primários ativos dos produtores e consumidores secundários da complexa rede trófica aquática. Por outro lado, constituem parte da dieta dos peixes e por isso são tidos como elos importantes de fluxo de matéria e energia da base da cadeia alimentar para o topo.

As forças naturais que exercem influência na composição, estrutura e dinâmica da biota aquática podem ser sumarizadas pelo gradiente longitudinal no sentido nascente-foz descrito pela Teoria do Contínuo Fluvial (VANNOTE *et al.*, 1980), pelo gradiente lateral através dos preceitos da Teoria dos Pulsos de Inundação (JUNK *et al.*, 1989) e pelo gradiente vertical que estabelece as relações entre a coluna de água e o sedimento. Todos eles incorporam elementos autóctones aos ambientes aquáticos e elementos ecotonais, presentes nas interfaces entre os ambientes aquáticos e os terrestres, sejam esses marginais e/ou de fundo.

Há, portanto, uma forte sinergia entre a complexidade e integridade de habitats físicos e a qualidade da água como fatores estruturadores das biocenoses aquáticas colonizadoras de uma bacia hidrográfica, sobretudo daquelas que estão intimamente associadas aos substratos orgânicos e inorgânicos constituintes do leito fluvial como as comunidades bentônicas e perifíticas.

Outro fator determinante para a diversidade da biota aquática é a diversidade de feições morfológicas que os sistemas hídricos podem assumir, como grandes rios de planície, rios de cabeceira, nascentes, lagoas, dentre outros. Esta gama de feições se torna mais complexa quando se assume que em cada uma delas há um mosaico de microhabitats com complexidades distintas que irá, por sua vez, proporcionar a colonização de uma biota específica.

Há, entretanto, muitas espécies aquáticas cosmopolitas em razão de fatores evolutivos e fisiológicos que promoveram diminuição dos efeitos das barreiras ecológicas sob suas distribuições. Essas barreiras podem também ser ultrapassadas conforme os tipos de dispersão desses organismos, os quais são os mais diversos: esporos e ovos de resistência levados pelo vento, por pássaros ou por outros organismos aquáticos (vertebrados, por exemplo) e dispersão por drenagens superficial ou subterrânea.

No estado de Minas Gerais é escassa a produção de conhecimento de sistemas prístinos uma vez que a rica malha hidrográfica é proporcional à intensa ocupação antrópica que exerce pressão nos ambientes hídricos. Dentre os fatores que afetam diretamente a integridade dos sistemas aquáticos elenca-se a descaracterização e/ou desmatamento da mata ciliar/ripária presente na região ecotonal do sistema aquático-terrestre, a alteração da qualidade da água por lançamento de efluentes, a captação de água para garantir usos múltiplos das bacias hidrográficas, a construção de barragens e represas nos leitos fluviais e ainda o efeito residual de um turismo e pesca predatórios.

MENEZES *et.al* (2015) listaram 147 espécies de algas para o estado de Minas Gerais, distribuídas em 13 classes. Estudos sobre a fauna de macroinvertebrados bentônicos no estado de Minas Gerais, por sua vez, são escassos, contando com publicações compartimentada e não compilada. RIBEIRO & UIEDA (2005) citam cerca de 1.539 espécies para o Brasil, e cerca de 29.600 espécies para o Mundo, destacando que os artrópodes constituem o grupo mais abundante e possuem a maior diversidade estimada de espécies, sendo a classe Insecta a de maior significância.

Levando-se em consideração que a taxonomia é uma ciência dinâmica e que a todo momento as técnicas tradicionais de identificação taxonômica a partir de caracteres morfológicos são complementadas por novas técnicas da biologia molecular, alterações na inserção taxonômica dos espécimes é muito comum, principalmente dentre o fito e zooplâncton. A constante evolução dessas técnicas leva a constantes modificações nos levantamentos de biodiversidade, hora subestimando e hora superestimando os números, além de constantes revisões de sinonímias e de inserção de táxons em categorias taxonômicas.

O nível de incerteza taxonômica para invertebrados, principalmente para insetos de desenvolvimento completo (holometábolos), é maior devido ao fato de os estágios aquáticos imaturos serem em geral muito parecidos entre si, sendo difíceis de distinguir. Além disso, normalmente a sua identificação é baseada na morfologia da genitália de adultos machos que são raramente encontrados durante a amostragem aquática (CUMMINS, 2016).

Neste contexto, o presente diagnóstico aborda a avaliação da composição, estrutura e dinâmica de grupos da base da cadeia alimentar - fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos. Em adição, este estudo objetiva, de forma integrada, tecer um cenário das condições abióticas que sustentam e explicam as respostas biológicas identificadas, a fim de avaliar o atual estado de conservação dos cursos hídricos na Área de Estudo Regional (AER), Local (AEL) e na área do Projeto em estudo.

11.6.2.8.2 Metodologia

O diagnóstico das comunidades planctônicas e bentônica da Área de Estudo Regional (AER) foi elaborado tendo como fonte de dados secundários os estudos "Gastrópodes e bivalves límnicos do trecho médio da bacia do Rio Doce" (VIDIGAL *et al*., 2005) e "*Zooplankton Biodiversity of Minas Gerais State*" (ESKINAZI-SANT'ANNA *et al*., 2005), os únicos identificados para o trecho de interesse do rio Piracicaba. Nenhum estudo sobre a flora fitoplanctônica foi identificado.

Vale pontuar que ambos os trabalhos consultados não forneceram as coordenadas geográficas dos pontos amostrais não sendo possível, portanto, ter certeza de que os locais amostrados estão inseridos na delimitação da AER do Projeto. No entanto, o descritivo do ponto no estudo de gastrópodes se refere ao rio Piracicaba no município de João Monlevade, enquanto o estudo de zooplâncton se refere ao rio Piracicaba. Devido à escassez de informações para caracterização da biocenose das comunidades hidrobiológicas, tais dados foram considerados pertinentes para a contextualização regional do presente estudo.

Paralelamente foram realizadas consultas ao Banco de Dados da Biodiversidade da Vale (BDBio), quando foi constatada a ausência de informações que pudessem complementar este diagnóstico. O levantamento de dados evidenciou, portanto, carência de informações disponíveis na literatura. Os estudos adotados para os demais grupos de fauna tratados alvo deste estudo não abordaram a biota aquática planctônica e bentônica.

11.6.2.8.3 Contextualização das Comunidades Hidrobiológicas na Área de Estudo Regional (AER)

A AER do Projeto em pauta abrange uma parcela do território da bacia hidrográfica do rio Piracicaba desde suas nascentes até a afluência do rio Santa Bárbara, em seu trecho ritral. Embora a bacia do rio Piracicaba seja reconhecida como a mais industrializada e antropizada dentre as bacias que compõem a bacia estadual do rio Doce, apresentando uma elevada taxa de crescimento populacional (ANA, 2013), o cenário de ocupação nestes trechos do alto e médio rio Piracicaba é diverso, destacando-se as atividades de mineração e ocupação urbana.

Segundo a Deliberação Normativa COPAM n° 9/1994, que dispõe sobre o enquadramento da bacia do rio Piracicaba, o leito principal desde suas nascentes até a confluência com o córrego das Falhas é classificado como classe 1 e deste ponto até a sua afluência no rio Doce é classificado como classe 2. O rio Maquiné, tributário da margem esquerda do rio Piracicaba, de suas nascentes até os pontos de captação de água de no município de Catas Altas e no distrito de Morro da Água Quente, em Santa Bárbara, é classe especial; e, deste ponto até a confluência com o rio Piracicaba é classe 1.

Portanto, de acordo com a DN COPAM/CERH 001/2008, que estabelece diretrizes de acordo com o enquadramento dos cursos hídricos, os sistemas que compõem a bacia hidrográfica do rio Piracicaba na era deste Projeto devem garantir a proteção das comunidades aquáticas. Porém, são escassos os estudos sobre as biocenoses planctônicas e bentônicas do alto e médio rio Piracicaba. Na vertente oposta, abundantes são os dados relacionados à caracterização dos aspectos físicos e socioeconômicos da bacia do Piracicaba.

O Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais (IGAM) tem monitorado historicamente a qualidade da água em uma ampla malha de amostragem que incorpora cursos hídricos das mais diversas bacias. O programa monitora os pontos RD025, RD026, RD074, RD075 e RD099 da Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos da bacia do rio Piracicaba - UPGRH-DO2 que estão alocados dentro dos limites da AER (IGAM, 2019).

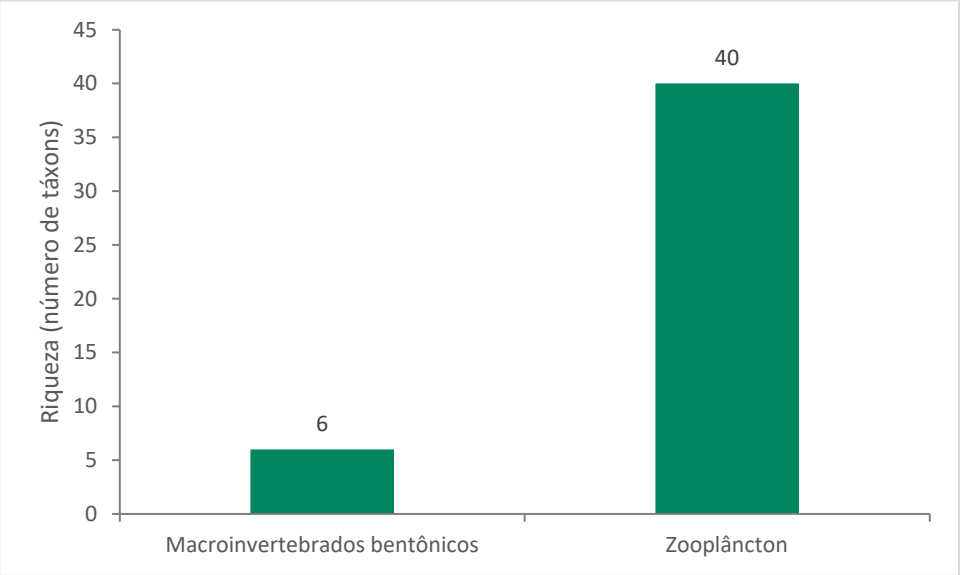
O Índice de Qualidade das Águas (IQA) obtido para estes pontos monitorados pelo IGAM no ano de 2018 (**Anexo 15**) caracterizou o rio Piracicaba, nos municípios de Mariana, Alvinópolis, Rio Piracicaba e João Monlevade, e o rio Maquiné, no município de Catas Altas, como de qualidade média das águas, determinado principalmente por parâmetros indicadores de contaminação fecal, associada aos lançamentos de esgotos sanitários.

Quanto à classificação relacionada ao enriquecimento por nutrientes (P) e seu efeito no crescimento excessivo do fitoplâncton (Clorofila-a), o resultado do Índice de Estado Trófico (IET) indicou condição de oligotrofia, exceto em João Monlevade onde o resultado indicou mesotrofia. De acordo com a metodologia adotada, a condição de oligotrofia reflete corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água, decorrentes da presença de nutrientes. A mesotrofia reflete corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade de água, em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.

A partir dos dados gerados no âmbito do monitoramento da qualidade das águas do IGAM do período de 2008 a 2015, SOARES (2017) identificou diferentes graus de impactos na qualidade das águas a partir de análises multivariadas dos resultados das estações de monitoramento da bacia do rio Piracicaba. No âmbito da AER do Projeto em estudo, cabe ressaltar que o rio Maquiné foi o menos impactado e formou um agrupamento na Análise de Cluster com os pontos locados nos municípios de Mariana e Alvinópolis. Na vertente oposta, em João Monlevade, o curso d'água foi classificado como de qualidade ruim.

Foram estimadas 46 espécies da biota aquática com ocorrência potencial na AER do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, sendo de 40 táxons de zooplâncton colonizadores e seis da malacofauna (Figura 244). A lista dos táxons regionais, fonte de cada registro e demais informações são apresentadas na "Lista Digital da Fauna de Potencial Ocorrência na Área de Estudo Regional do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa" (**Anexo 14)**.

Figura 244 Representatividade dos grupos das comunidades hidrobiológicas registradas para a AER do Projeto.



Os táxons de zooplâncton colonizadores do rio Piracicaba na AER (n = 40) distribuem-se entre Protozoa Sarcodina, Rotifera, Crustaceae Cladocera e Copepoda. A estrutura observada evidenciou maior representatividade de Rotifera com 37,5% da biocenose, seguido por Protozoa Sarcodina com contribuição de 32,5%. Os crustáceos somaram 30%.

A malacofauna registrada para o trecho de interesse (n = 6) (VIDIGAL *et al.*, 2005), há registros de 6 táxons), por sua vez, é representada por quatro gastrópodes e dois bivalves (ver lista apresentada no **Anexo 14**). Dentre estes, ressalta-se o registro do gênero *Biomphalaria* que é potencial hospedeiro intermediário do parasita causador da esquistossomose, daí sua importância médica. Destaca-se ainda que em Minas, a bacia do rio Doce é uma das 12 mesorregiões listadas como endêmicas para esta doença (SOUZA *et al*., 2001).

Há registro também de *Melanoides tuberculatus* da família Thiaridae que se destaca pelo grande potencial invasor que pode resultar em desequilíbrio ecológico (VIDIGAL *et al.,* 2005). De acordo com BARBOSA *et al*. (2014) ainda não existem estudos que mostrem os reais efeitos da presença compartilhada desta espécie sobre a biodiversidade da fauna bentônica, mas especula-se que a população dessa espécie pode interferir eliminando espécies nativas.

Não foram identificados táxons de moluscos ou crustáceos na AER que estivessem contemplados nas listas oficiais de espécies animais oficialmente ameaçadas de extinção ou outra categoria de ameaça. Por fim, e diante dos poucos estudos disponíveis para este grupo, a curva do conhecimento não pôde ser elaborada.

11.6.2.8.4 Metodologia - AEL e Área do Projeto

O diagnóstico da biota aquática foi realizado mediante realização de duas campanhas de campo, quando foram visitadas seis áreas de amostragem situadas na Área de Estudo Local e do Projeto. O Quadro a seguir evidencia a data das amostragens realizadas.

Quadro 191Período de amostragem para coleta de dados primários da Biota Aquática.

Fonte: Sete, 2020.

Grupo da Fauna	Estação do ano	Mês da Campanha
Biota Aquática	Seca	Setembro de 2020
	Chuva	Dezembro de 2020

A rede de amostragem para os estudos da biota aquática focou corpos hídricos inseridos na área de influência do projeto Morro Agudo no município de Rio Piracicaba-MG, totalizando seis estações de amostragem que estão elencadas e descritas no Quadro a seguir. As coordenadas geográficas em UTM foram obtidas em campo, pelo uso de sistemas de posicionamento por satélite *Global Position System* (GPS) para a elaboração do mapa temático.

Quadro 192 Coordenadas geográficas das áreas amostrais para coleta de dados primários das Comunidades Hidrobiológicas do Projeto.

Área Amostral	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 - Fuso 23S)		Fitofisionomia	Descrição do Ambiente	Área de Inserção
	X (mE)	Y (mN)			
CA01	685332	7795637	Floresta estacional semidecidual em estágio médio de regeneração	Nascente CA01, a montante da estrutura prevista para o estoque temporário de lenha	Área do Projeto
CA02	685471	7795725	Plantio de eucalipto não manejado - categoria 2	Nascente CA02, a montante da PDE Nova Cururu	Área do Projeto
CA03	687438	7794951	Floresta estacional semidecidual em estágio médio de regeneração	Córrego do Diogo à montante da barragem do Diogo	AEL
CA04	690563	7794739	Pastagem	Córrego do Diogo à jusante montante da barragem do Diogo	AEL
CA05	687580	7797861	Plantio de eucalipto não manejado	Córrego Pé-de-Serra, no limite norte da área de estudo local	AEL
CA06	690772	7794330	Floresta estacional semidecidual em estágio médio de regeneração	Rio Piracicaba, a jusante da afluência do Córrego do Diogo	AEL

De acordo com a classificação de STRAHLER (1957) os cursos hídricos avaliados são predominantemente de ordem baixa e/ou intermediária na hierarquia fluvial. São estreitos, com baixa profundidade, com fundo arenoso, cascalhoso ou pedregoso (Fotos a seguir).

As estações amostrais CA01 e CA02 representam duas nascentes localizadas próximas a expansão da PDE Cururu. Ambas possuem vegetação marginal composta por árvores de médio porte e arbustos o que confere sombreamento ao leito fluvial e alta velocidade de correnteza. O que difere as estações são os substratos constituintes do leito, onde CA01 apresenta uma condição visivelmente alterada pelo acúmulo de sedimento fino de minério de ferro, sendo este o principal constituinte do leito com contribuição de material alóctone proveniente da vegetação marginal. Já em CA02 o substrato é cascalhoso/arenoso com importante aporte de matéria vegetal representada por folhiço oriundo da vegetação marginal.

No córrego do Diogo estão situadas duas estações amostrais, na de montante (CA3) o leito se encontra represado, circundada por vegetação na região posterior. Há que ressaltar a colonização de macrófitas, que confere ao ambiente um aspecto brejoso nas áreas marginais.

Neste mesmo curso hídrico, o trecho à jusante locado próximo a confluência com o rio Piracicaba (CA4), apresenta pontos de erosão nas margens e nenhuma vegetação ripária, local com evidências de presença de gado evidenciada por pisoteio. Com correnteza moderada, seu leito é formado por cascalho, areia e argila.

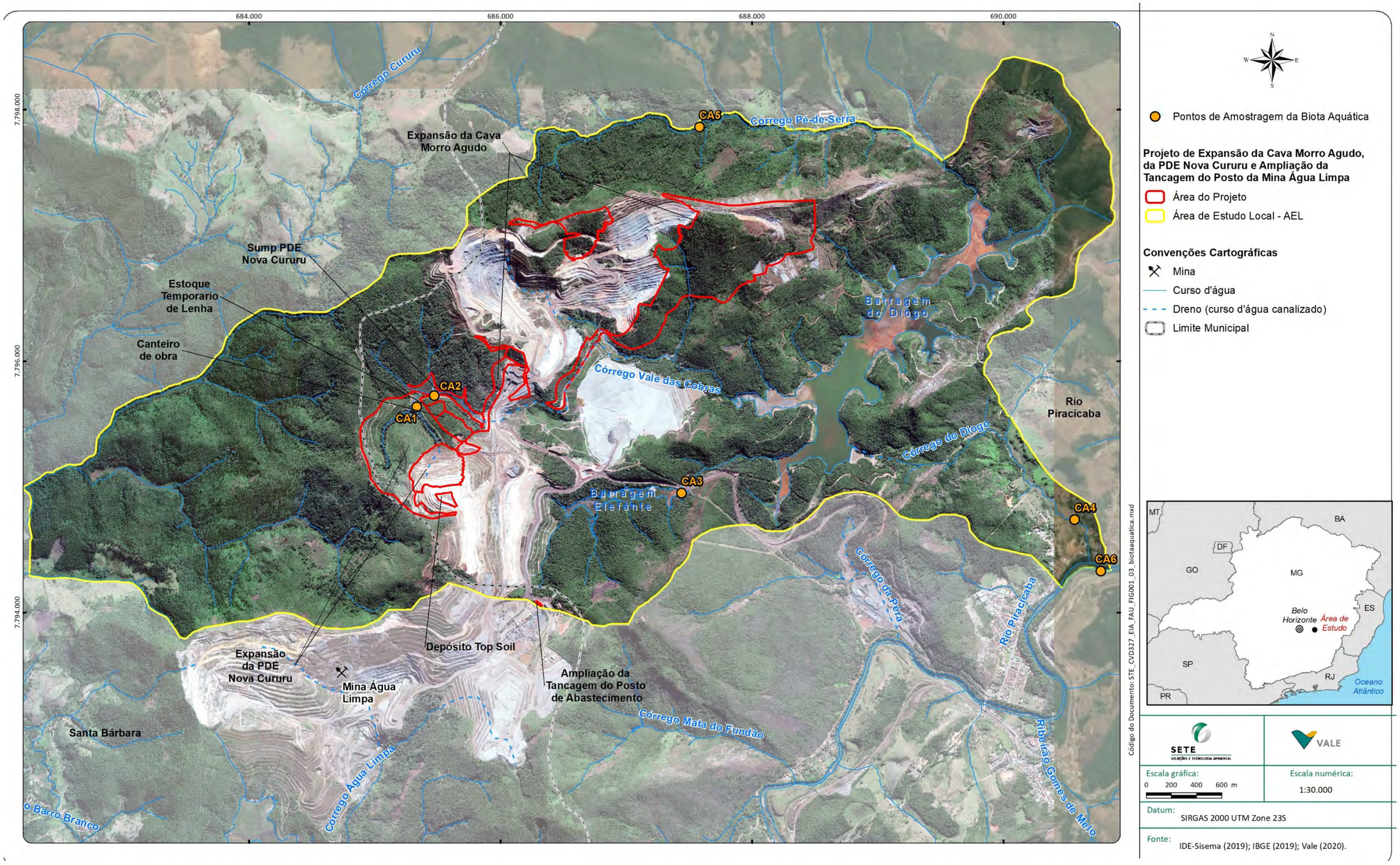
O córrego Pé-de-Serra (CA05) é o trecho mais preservado de toda a rede amostral, inserido em área de mata, tem substrato rochoso e pedregoso que configura uma complexa diversidade de habitats para colonização da biota associada. A presença dessa vegetação ripária influencia a qualidade e a quantidade de matéria orgânica que é incorporada no sistema aquático, além da formação de microclima e da constituição de microhabitats. No trecho avaliado foi registrada a presença de folhas e galhos no leito fluvial, o que representa uma importante fonte de matéria orgânica particulada grossa (detrital) para o corpo hídrico, como fonte de energia alóctone (autóctone).

Dentre os cursos fluviais que compõem a rede amostral, o rio Piracicaba (CA6) é de ordem mais elevada na hierarquia fluvial de STRAHLER (1957) com maior volume de água, grande distância entre as margens e maior profundidade, e tem característica de ambientes potamais. A mata ciliar está presente em pequenas extensões nas duas margens, e pontualmente podem ser observados trechos sem vegetação devido a moradias de ribeirinhos. A coleta foi realizada em um desses acessos da margem direita, onde o substrato é constituído por pedras, cascalhos e areia e a velocidade da correnteza é moderada.

Durante a primeira campanha, realizada na época de seca, foi observado menor velocidade de fluxo, baixo volume de água, redução da conectividade lateral entre os corpos hídricos e o sistema terrestre adjacente. É perceptível a emersão parcial ou total dos substratos presentes no leito dos sistemas hídricos proporcionando maior complexidade ecomorfológica para a colonização das comunidades perifíticas e bentônicas em alguns trechos.

Já na segunda campanha, representativa do período de chuva, tem-se como principais características a conexão com o sistema terrestre adjacente perceptível pelos vestígios de inundação das várzeas dos rios e córregos, que se mostraram ainda úmidos neste período. O transporte de sólidos aparentes capazes de alterar a coloração da água foi também observado durante a coleta das amostras.

Figura 245 Distribuição das áreas amostrais para coleta de dados primários das comunidades hidrobiológicas, situadas na Área de Estudo Local do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Foto 310 Vista parcial do ponto CA1 - set/20.

Foto 311 Vista parcial do ponto CA1 - dez/20.

Fotos: Manoela Brini

Foto 312 Vista parcial do ponto CA2 - set/20

Foto 313 Vista parcial do ponto CA2 - dez/20

Fotos: Manoela Brini

Foto 314 Vista parcial do ponto CA3 - set/20.

Foto 315 Vista parcial do ponto CA3 - dez/20.

Fotos: Manoela Brini

Foto 316 Vista parcial do ponto CA4 - set/20.

Foto 317 Vista parcial do ponto CA4 - dez/20.

Fotos: Manoela Brini

Foto 318Vista parcial do ponto CA5 - set/20

Foto 319 Vista parcial do ponto CA5 - dez/20

Fotos: Manoela Brini

Foto 320Vista parcial do ponto CA6 - set/20

Foto 321 Vista parcial do ponto CA6 - dez/20

Fotos: Manoela Brini

11.6.2.8.4.1 Coleta e análise

A biota aquática foi caracterizada através do levantamento da composição e da estrutura das comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e de macroinvertebrados bentônicos de acordo com os métodos sumarizados no Quadro 193 e ilustrados nas Foto 322 e Foto 323.

Quadro 193 Métodos de coleta e análise das comunidades hidrobiológicas

Comunidades	Unidade	Método
Fitoplâncton	organismos/mL	APHA - SM* 10200
Zooplâncton	organismos/L	APHA SM 10200
Macroinvertebrados bentônicos	indivíduos/amostra	APHA SM 10500

*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23th Edition – 2017.

Foto: Manoela Brini

Foto 322 Coleta de plâncton com uso da rede no córrego Pé -de-Serra - ponto CA05.

Foto: Manoela Brini

Foto 323 Coleta de macroinvertebrados bentônico no córrego Pé-de-Serra - ponto CA05.

A metodologia adotada para a amostragem dos macroinvertebrados bentônicos seguiu as condições expressas na Licença de Pesca Científica N°07/2020A emitida pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) (**Anexo 13**).

11.6.2.8.4.2 Fitoplâncton e Zooplâncton

Os procedimentos de coleta e de análise das comunidades planctônicas foram adaptados das metodologias recomendadas em APHA 10200 – *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23th Edition* – 2017.

As amostras qualitativas de fitoplâncton e de zooplâncton foram coletadas filtrando-se 100 litros da água na rede de plâncton (20 µm de interstício). Apesar de a coleta com a rede ser um método seletivo que favorece o recolhimento dos indivíduos maiores que 20 µm, a concentração da amostra aumenta as densidades dos organismos, facilita a identificação taxonômica e a observação das espécies menos abundantes da comunidade. Este ensaio fornece os dados de riqueza total de táxons. Para tanto, as amostras foram divididas em dois frascos de polietileno e mantidas refrigeradas para a análise do material vivo em laboratório, de forma a tornar possível a observação da coloração e forma dos plastos nas algas e do batimento flagelar e ciliar do fitoplâncton e do zooplâncton.

Ao considerar que os sistemas fluviais apresentam baixa densidade de plâncton, a amostragem quantitativa da comunidade fitoplanctônica foi intensificada através do aumento de esforço de amostragem de 1 L para 5 L de água na camada subsuperficial pela submersão do frasco, segundo critério descrito no APHA (2017). A amostragem da comunidade zooplanctônica foi realizada filtrando-se 100 L da água do corpo hídrico na rede de plâncton, o que não representa alteração da estrutura, uma vez que esses organismos apresentam maiores dimensões e, portanto, não há perda de indivíduos no processo de filtragem. No entanto, o uso da rede seletiva de 20 µm de interstício é importante por manter a eficiência de coleta dos protozoários de menores dimensões, uma vez que este é considerado um importante grupo constituinte do plâncton fluvial.

A análise dessas amostras fornece dados da estrutura das comunidades e da diversidade biológica e, portanto, é indispensável que seja mantida a condição real do sistema amostrado. Para tanto, as amostras de fitoplâncton foram imediatamente fixadas com formalina na porção de 5% em relação à água da amostra, e as amostras de zooplâncton com formol 4%. Para as duas comunidades, as amostras foram concentradas e homogeneizadas, sendo retirada uma subamostra para montagem da câmara Sedgewick-Rafter. A contagem foi realizada segundo metodologia descrita em APHA (2017) e os resultados expressos em organismos por mililitro (organismos/mL) para o fitoplâncton e organismos por litro (organismos/L) para o zooplâncton.

A identificação taxonômica é feita ao menor nível taxonômico possível, a partir da análise populacional, utilizando morfologia e morfometria comparada com as chaves disponibilizadas em bibliografia específica, com base nos sistemas de classificação e identificação de KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1989, 1999 e 2005) e BICUDO & MENEZES (2006). A identificação infragenérica foi realizada por artigos científicos atualizados. Para as diatomáceas, além das características das frústulas utilizadas na taxonomia tradicional, a análise das formas e posições dos plastídeos nas células foram utilizados nas identificações segundo LAUX e TORGAN (2011).

A identificação taxonômica dos organismos zooplanctônicos foi feita a nível genérico/específico, sempre que possível, utilizando a bibliografia especializada (EDMONDSON, 1959: OLIVIER, 1962; RUTNER-KOLISKO, 1974; KOSTE, 1978; SENDACZ & KUDO, 1982; SMIRNOV, 1974; TIMMS, 1984; REID, 1985; MATSUMURA-TUNDISI, 1991; SEGERS, 1995; ELMOOR-LOUREIRO, 1997).

Devido ao caráter microscópico dos grupos planctônicos, o esforço amostral é remetido ao volume de água coletado em campo e ao volume de amostra a ser contado em lâminas sob microscopia óptica.

Neste sentido, foi adotado o volume amostral coletado de 5L para os ensaios quantitativos do fitoplâncton objetivando aumentar o esforço uma vez que é reconhecida a baixa densidade deste grupo em cursos hídricos fluviais. Em laboratório, foram enumerados os indivíduos (células, colônias, cenóbios e filamentos) em tantos campos aleatórios quanto os necessários para alcançar 100 indivíduos da espécie mais frequente, de modo que o erro de contagem seja inferior a 20% $p < 0.05$. Nas amostras em que este critério não pode ser atingido em função de baixas concentrações de algas e/ou elevado teor de sedimento em suspensão, foram contados 100 campos ou tantos campos quantos os necessários para estabilizar o número de espécies adicionadas a cada campo contado (método da área mínima).

O esforço amostral adotado para a coleta qualiquantitativa do zooplâncton foi remetido aos 100L de água do rio que foram filtrados perfazendo uma amostra final integrada e concentrada de aproximadamente 150mL. Foi retirada uma subamostra para montagem da câmara Sedgwick-Rafter contada na íntegra sob microscopia óptica. Ao adotar tais métodos, pretendeu-se atingir um esforço amostral satisfatório.

11.6.2.8.4.3 Macroinvertebrados Bentônicos

Os procedimentos de coleta e análise utilizados foram baseados nos métodos recomendados por APHA 10500 – *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23th Edition* – 2017. Nas coletas foram utilizados dois métodos de amostragem descritos a seguir:

- *Kick Net*: esse método consiste no revolvimento dos seixos, galhos e folhas imersas em diferentes micro-habitats dos córregos, como áreas marginais, remansos e calha central, retendo-se o material liberado em uma rede de malha de 0,25 mm, ao longo de um trecho de cerca de 10 metros, durante 05 minutos.
- *Dipping*: o amostrador do tipo concha é arrastado ao longo das margens do curso hídrico de forma a coletar uma amostra do substrato. Para padronização do método, foi estipulado 5 arrastos com concha por ponto. Este método foi utilizado em substratos dos tipos arenoso e argiloso.

A metodologia adotada em cada ponto esteve condicionada à disponibilidade de substrato. Após terem sido acondicionadas em sacos plásticos e fixadas em formol 10%, as amostras de macroinvertebrados foram lavadas em tamises, triadas e submetidas à análise laboratorial sob estereomicroscópio para identificação taxonômica dos organismos. Todos os espécimes encontrados durante a triagem foram acondicionados em frascos de 50 ml com álcool 70%, para posterior avaliação qualiquantitativa. A análise constou da identificação taxonômica dos organismos, com o auxílio de chaves, comparações de pranchas ilustrativas e de técnicas usuais de estereomicroscopia óptica (PENNAK, 1978; MERRIT & CUMMINS, 1984; NIESER & MELO, 1997; PINDER, 1983, STRIXINO & STRIXINO, 1995).

A amostragem da comunidade bentônica é inteiramente dependente das condições ecomorfológicas dos locais de coleta das amostras, que pode variar sazonalmente com submersão ou emersão de substratos. Atenção é dada para esta comunidade que reflete a complexidade de habitat presente no trecho a ser caracterizado. A caracterização qualiquantitativa foi concluída a partir da integração das amostras coletadas em cada um dos microhabitats a saber: trechos de corredeiras, substratos finos como argila e silte e substratos arenosos e/ou cascalhosos.

11.6.2.8.5 Análise de dados

O Índice de Integridade Ambiental (HII) dos sistemas fluviais da AEL foi estimada pelo Índice de Integridade de Habitat (IIH) que integra informações sobre características estruturais dos corpos d'água a partir de uma avaliação visual de 12 atributos relacionados ao uso da terra, à zona ribeirinha, às características do leito, e à morfologia do canal de fluxo (NESSIMIAN *et al.,* 2008). Cada uma dessas variáveis estruturais compõem um item do índice, e cada item é formado por quatro a seis alternativas, ordenadas de forma a classificar sistemas em graus de integridades.

Para que cada item do índice tivesse peso igual na análise (Pi), os valores observados (ao) foram divididos pelo valor máximo do item (am) (Equação 1). O índice final é a média desses valores em relação ao número de variáveis amostradas (Equação 2). Dessa forma o índice é expresso numericamente de zero a um, e os valores mais próximo de um representam ambientes de maior integridade.

Equação 1 - Pi = ao/am	Onde: Pi = peso do item i ao = valor do item i observado am = valor máximo do item i
Equação 2 – $IIH = \sum P_i/n$	Onde: Pi = peso do item i n= número de variáveis amostradas

Os dados qualitativos das biocenoses foram expressos por meio da riqueza de táxons e os dados quantitativos, expressos pela densidade dos organismos. No tratamento dos dados primários da comunidade bentônica, foram analisadas a composição e a estrutura da comunidade a partir da interpretação dos dados de riqueza e abundância.

A determinação dos grupos abundantes e dominantes seguiu os critérios descritos por LOBO & LEIGHTON (1986), em que são considerados abundantes aqueles táxons cuja densidade for maior do que o valor da densidade média, em função do número total de organismos na amostra e dominantes são aqueles cuja densidade supera 50% do número total de organismos presentes na amostra. Os demais táxons foram considerados pouco abundantes.

A riqueza potencial de espécies das biocenoses foi estimada pelas curvas de rarefação e pelo índice Jackknife 1. A partir dos resultados foi avaliada a suficiência do esforço amostral.

A frequência de ocorrência dos táxons foi calculada segundo o índice proposto por DAJOZ (1973), adotando-se os seguintes critérios de classe: são considerados constantes os táxons presentes em 80% ou mais das amostras, frequentes aqueles com ocorrência entre 50 e 80% das amostras, comuns são aqueles presentes em mais de 20% e em menos de 50% das amostras e esporádicos são os táxons que ocorrem em menos de 20% das amostras.

A diversidade biológica das comunidades planctônicas e bentônica foi avaliada pelo Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') (SHANNON-WEAVER, 1963), que aborda atributos da estrutura das comunidades tais como a riqueza de espécies, equitabilidade e dominância, de acordo com a seguinte fórmula:

$$H' = -\sum(ni/N)\log_n(ni/N)$$

ou

$$H' = \sum P_i \log_n P_i$$

Onde:

H'= Índice de Diversidade de Shannon-Wiener

n_i = abundância da espécie i

N = abundância total da amostra

P_i = abundância relativa de cada espécie

A equitabilidade de Pielou (J) calculada é igual à relação entre a diversidade real H' e a diversidade teórica máxima $\log_2 S$ e varia de um gradiente de 0 a 1, em que o valor igual a 1 é indicativo de que todas as espécies tenham a mesma abundância. O cálculo é feito a partir da seguinte equação:

$$J = H'/\log_n S$$

Onde:

J= Índice de equitabilidade

H' = Índice de Diversidade de Shannon-Wiener

S = número de espécies registradas na análise quantitativa

Para subsidiar a avaliação de bioindicadores, foi utilizado o Índice Biótico de Qualidade de Água BMWP (*Biological Monitoring Working Party Score System*) e sua variação ASPT. Este índice baseia-se em um sistema de "score", cujos valores, variando de um a dez, são estabelecidos para as diversas famílias de macroinvertebrados bentônicos, de acordo com a sua tolerância à poluição, sobretudo a de origem orgânica. O somatório das pontuações obtidas em cada estação permitirá uma avaliação da qualidade das águas, que será tanto melhor quanto maior for este somatório.

Foi utilizado o Índice BMWP adaptado por JUNQUEIRA *et al.* (2007) para a bacia do alto rio das Velhas, com intuito de aproximar o índice, criado para ambientes temperados, aos ambientes tropicais. Visando diminuir o erro de esforço analítico, foi calculado o índice ASPT (*Average Score Per Taxon*) seguindo os trabalhos de JUNQUEIRA *et al.* (2000), COTA *et al*. (2002) e PAZ *et al*. (2008).

O índice biológico ASPT é uma derivação do índice biológico BMWP e resulta da divisão do valor encontrado no BMWP pelo total de famílias registradas na amostra. Os resultados são comparados às faixas pré-estabelecidas para o índice que relacionam a qualidade das águas e os macroinvertebrados bentônicos registrados nos sistemas aquáticos e também fornece o enquadramento do ambiente em 5 classes de acordo com o Quadro 194.

Quadro 194Classificação da qualidade segundo o índice ASPT.

Faixas do índice ASPT	Classificação da água
< 5,7	muito boa
4,7 – 5,7	boa
3,6 – 4,6	regular
2,5 – 3,5	ruim
> 2,5	muito ruim

A bioindicação considerou a estrutura das biocenoses como indicadora do estado de integridade dos sistemas hídricos e o uso de espécies como descritoras de bioindicação só foi considerado nos casos em que já estejam comprovados, na literatura, registros de tolerância relacionada aos fatores ecológicos envolvidos no estudo. Ao contrário, não foram destacadas como indicadoras as espécies com ampla tolerância para diferentes condições ambientais e amplos padrões de distribuição e abundância.

Para a verificação da ocorrência de espécies de invertebrados adultos oficialmente ameaçadas de extinção consultou-se a Lista Oficial das Espécies da fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Portaria 445 - MMA, 2014), a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais (Deliberação Normativa COPAM Nº 147), o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018), e a Lista Vermelha de espécies globalmente ameaçadas da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2021). Ressalta-se que a busca se limita aos crustáceos e moluscos por serem estes os grupos que constam das listas. Foram consultados, ainda, os Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção (PAN) disponíveis para a fauna. Não foram verificadas ações para os grupos das comunidades hidrobiológicas.

11.6.2.8.6 Caracterização da Biota Aquática das Áreas de Estudo Local e do Projeto

Os itens subsequentes discorrem sobre a caracterização dos habitats a partir da aplicação do protocolo do IIH (**Anexo 17**) e sobre a caracterização das biocenoses aquáticas a partir do levantamento taxonômico, que no caso da biota aquática, se encontra na íntegra nos relatórios de ensaio do **Anexo 18**. A síntese dos resultados dos atributos avaliados encontra-se no Quadro 195.

Quadro 195 Síntese dos atributos avaliados da biota aquática na AEL e Área do Projeto.

Legenda: (-) Não se aplica pela baixa riqueza quantitativa; (1) organismos/ml; (2) organismos/L e (3) organismos/amostra.

Estação Amostral	Campanha	Densidade total, Riqueza total, Riqueza do qualitativo (R), Índice de Diversidade (H') e Equitabilidade (J)				Densidade total, Riqueza total, Riqueza do qualitativo (R), Índice de Diversidade (H') e Equitabilidade (J)				Densidade total, Riqueza total, Riqueza do qualitativo (R), Índice de Diversidade (H') e Equitabilidade (J)				ASPT	Qualidade da água	Índice de Integridade de Habitat (IIH)
		Fitoplâncton				Zooplâncton				Macroinvertebrados bentônicos						
		D total[1]	R total	H'	J	D total[2]	R total	H'	J	A total[3]	R total	H'	J			
CA01	setembro-20	0,0	2	-	-	0,5	12	1,47	0,91	9	4	1,15	0,83	-	-	0,48
CA02	setembro-20	18,0	8	1,8	0,95	0,5	9	1,8	0,94	13	5	1,4	0,89	4,33	regular	0,56
CA03	setembro-20	13,1	6	1,2	0,87	0,5	12	2,2	0,98	15	4	1,2	0,90	-	-	0,59
CA04	setembro-20	3,3	4	0,7	1,00	1,7	5	0,4	0,29	109	6	1,1	0,62	4,40	regular	0,39
CA05	setembro-20	3,3	1	-	-	0,6	11	1,9	0,96	37	14	2,0	0,74	5,43	boa	0,77
CA06	setembro-20	6,5	1	-	-	0,6	12	2,0	0,95	32	10	1,9	0,83	4,88	boa	0,58
CA01	dezembro-20	8,2	1	-	-	0,2	7	1,10	1,00	3	3	1,10	1,00	-	-	0,48
CA02	dezembro-20	-	-	-	-	0,3	5	1,0	0,86	7	4	1,3	0,92	4,33	regular	0,59
CA03	dezembro-20	98,0	11	1,6	0,88	1,0	21	2,6	0,67	9	4	1,0	0,72	-	-	0,59
CA04	dezembro-20	49,0	3	1,1	1,00	0,4	9	1,8	0,98	14	4	1,1	0,81	4,33	regular	0,38
CA05	dezembro-20	98,0	5	1,3	0,82	0,5	11	2,2	1,00	20	12	2,3	0,93	5,82	muito boa	0,77
CA06	dezembro-20	163,3	3	1,0	0,92	0,6	14	2,4	0,99	9	5	1,5	0,91	5,00	boa	0,65

11.6.2.8.6.1 Índice de Integridade de Habitat (IIH)

Os resultados do Índice de Integridade de Habitat (IIH) aplicado em ambas as coletas revelou uma pequena variação sazonal relacionada à disponibilidade de substrato de colonização e caracterização da região ecotonal (Figura 246). Os valores médios variaram de 0,32 em CA04 a 0,77 em CA05, o que indica que a rede amostral tem ampla diferença entre os pontos amostrais quando analisadas a complexidade estrutural das margens e leito.

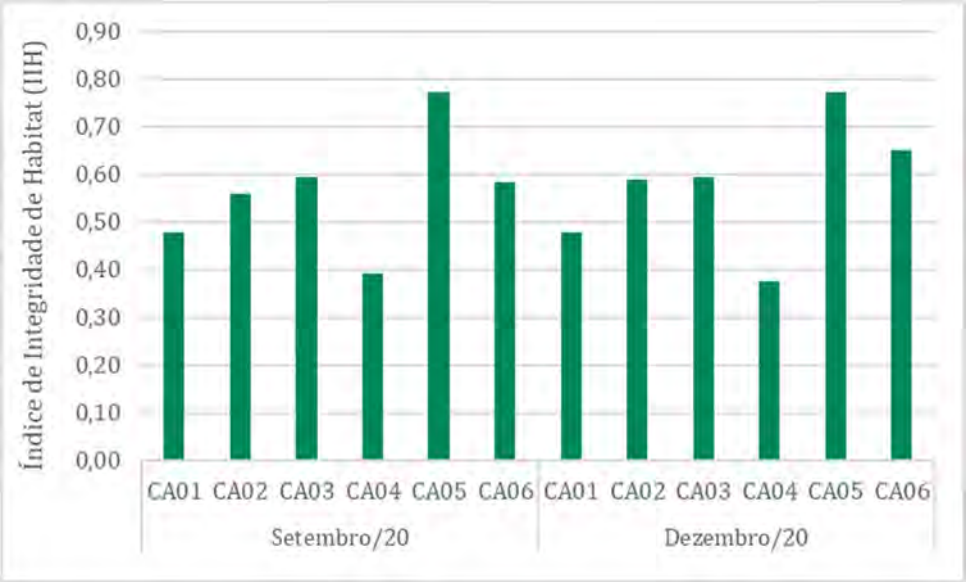
As duas nascentes apresentaram scores abaixo de 0,6, e CA01 foi caracterizada como de menor integridade. A principal métrica responsável por este resultado foi a homogeneização do substrato do leito fluvial e ausência de corredeiras.

No córrego do Diogo (os valores foram também inferiores a 0,6 e a variação espacial do índice evidenciou que o trecho a montante da barragem (CA03) apresentou scores superiores àqueles obtidos para o trecho a jusante da estrutura (CA04). As métricas relacionadas à presença e estado de conservação da vegetação ripária e condição dos substratos do leito e marginal foram responsáveis pela variação observada.

No córrego Pé-de-Serra (CA05) não houve variação sazonal do índice e o score de 0,77 conferiu ao ponto a melhor integridade de habitat da malha amostral. A complexidade estrutural do substrato, a presença da vegetação ripária nas duas margens e a alternância de trechos de corredeiras e remansos foram as métricas que melhor justificaram o valor máximo do índice.

O índice calculado para CA06 do rio Piracicaba variou de 0,58 obtido na campanha de setembro a 0,65 em dezembro e indicou melhora da integridade de habitat relacionada às condições do talude para colonização da fauna associada e à presença de vegetação aquática (algas, macrófitas, musgos, etc.) na região ecotonal.

Figura 246 Variação espacial e temporal do Índice de Integridade de Habitat calculado para a AEL e Área do Projeto.



11.6.2.8.6.2 Suficiência amostral

As curvas de acúmulo de espécies calculadas para as três comunidades da biota aquática, todas baseadas em amostras com o intervalo de confiança a 95% de probabilidade, evidenciaram nítida tendência de estabilização (Figura 247 a Figura 249). A comparação entre a riqueza estimada por Jackknife de primeira ordem e a riqueza observada no diagnóstico da área evidencia uma eficiência de amostragem de 73% para o fitoplâncton e respectivas percentagens iguais a 77% e 69% para as biocenoses zooplanctônica e de macroinvertebrados bentônicos.

As eficiências de amostragem foram consideradas satisfatórias, haja visto que a partir do esforço amostral adotado foi possível caracterizar qualitativa e quantitativamente as biocenoses nas diferentes estações de amostragem da área de estudo local e do projeto.

Figura 247 Riquezas acumuladas da biocenose fitoplanctônica nos cursos hídricos da AEL e Área do Projeto.

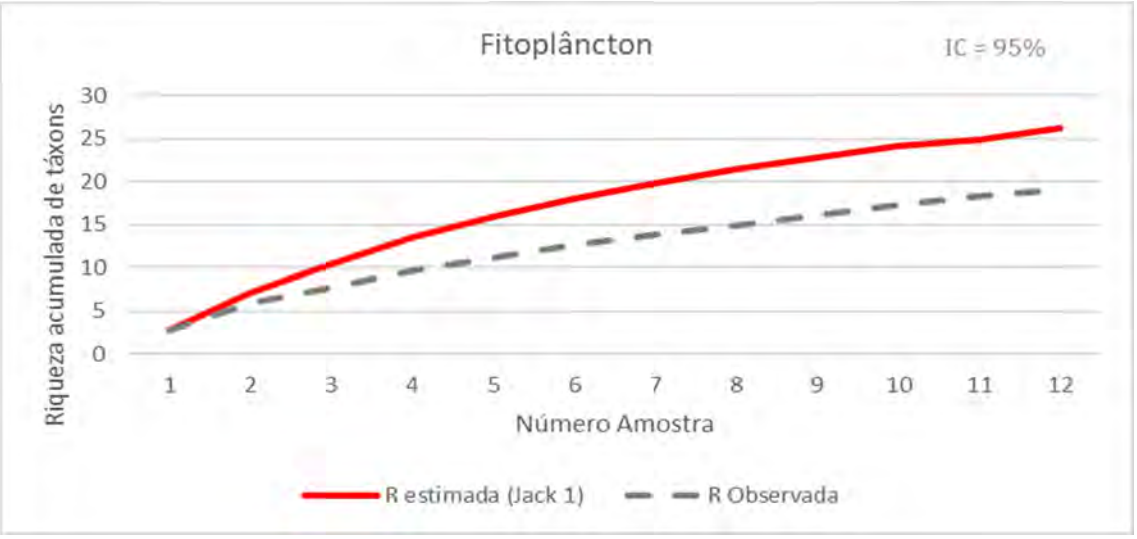


Figura 248 Riquezas acumuladas da biocenose zooplanctônica nos cursos hídricos da AEL e Área do Projeto.

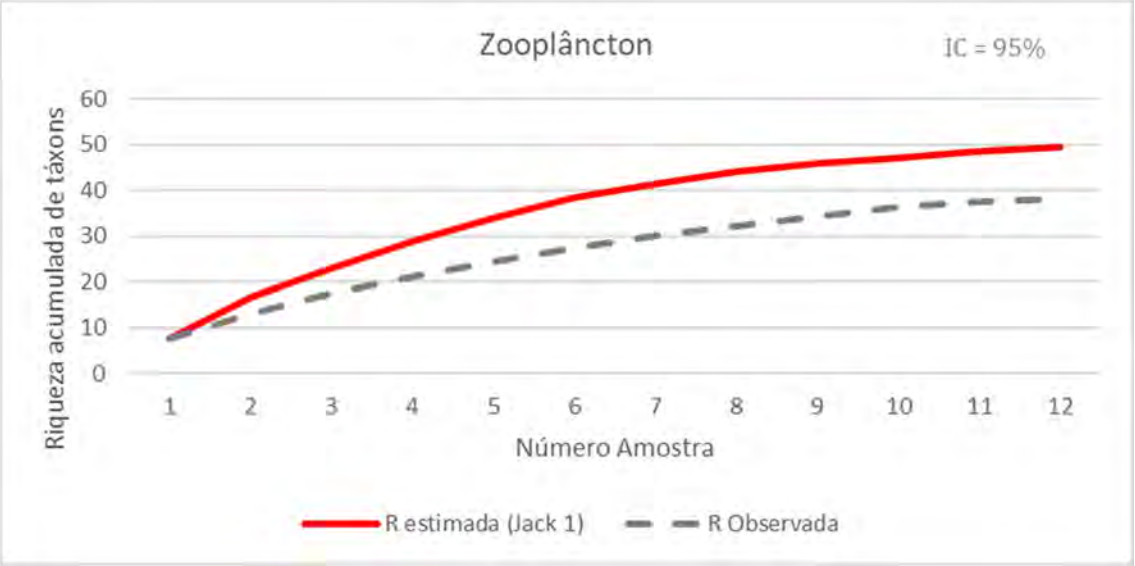
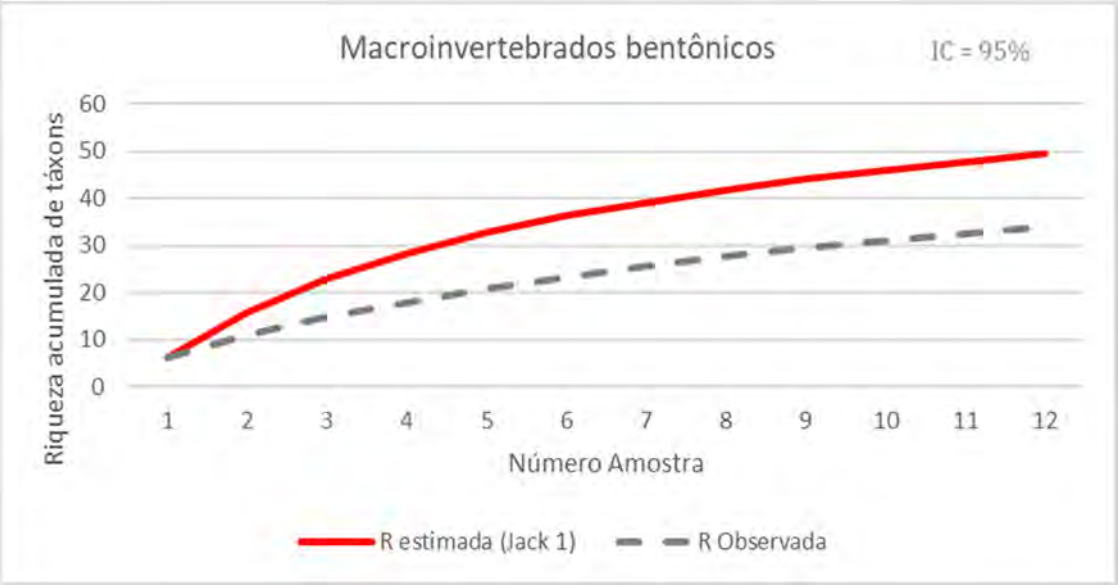


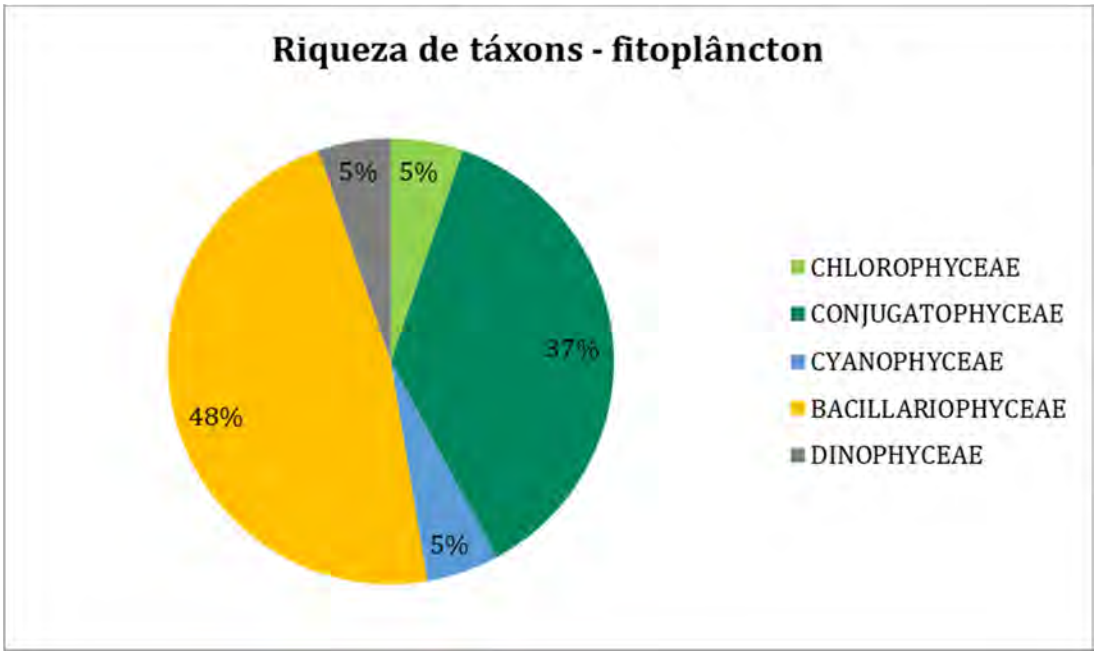
Figura 249 Riquezas acumuladas da biocenose de macroinvertebrados bentônicos nos cursos hídricos da AEL e Área do Projeto.



11.6.2.8.6.3 Biocenose Fitoplanctônica

O levantamento contabilizou em toda AEL 19 táxons, distribuídos em cinco grupos taxonômicos. A maior representatividade das algas Bacillariophyceae foi evidenciada pela contribuição de 48% do total de táxons identificados seguida pelas algas Zygnemaphyceae com 37% do total (Figura 250). Foram também registrados representantes de Chorophyceae, Cyanophyceae e Dinophyceae.

Figura 250 Riqueza relativa das classes fitoplanctônicas na AEL e Área do Projeto

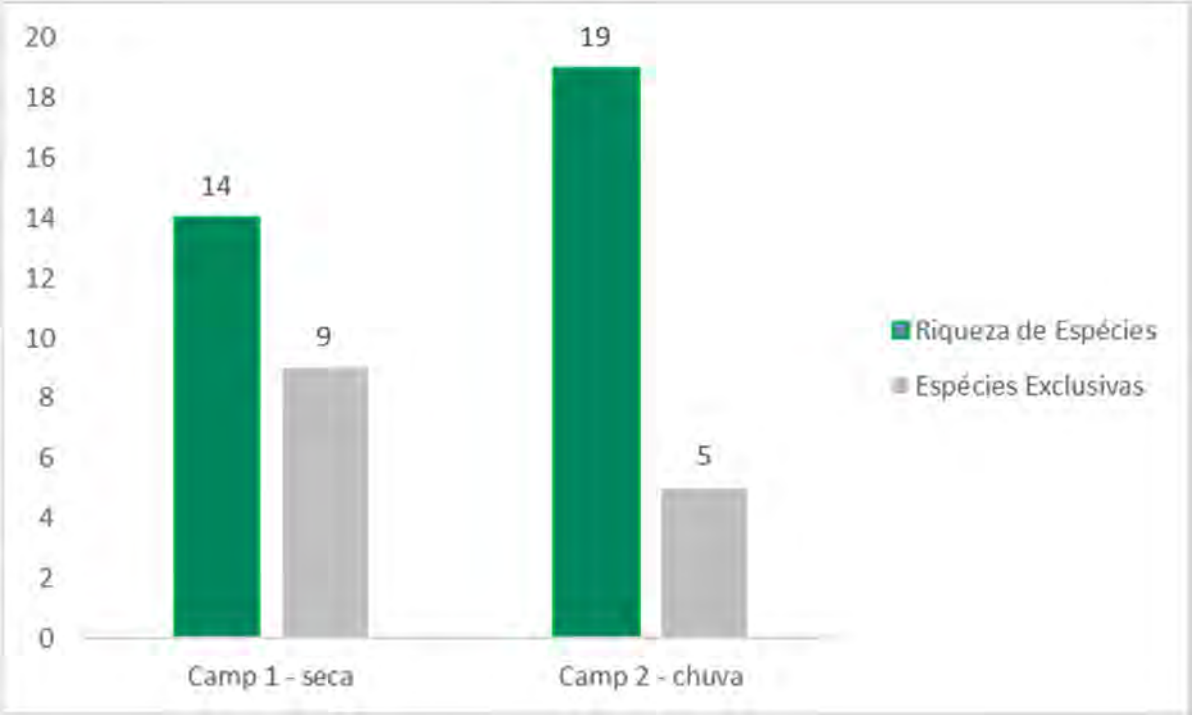


Dentre os 19 táxons, foram contabilizados cinco comuns aos dois períodos sazonais, nove foram exclusivos do período de seca e cinco do período chuvoso. Os registros de Chlorophyceae e Dinophyceae se limitaram a estação seca enquanto de Cyanophyceae ocorreram exclusivamente no período de chuva.

Quadro 196 Ocorrência sazonal dos táxons fitoplanctônicos na AEL e Área do Projeto

Táxon	Grupos	Período de seca (setembro/20)	Período de chuva (dezembro/20)
Actinotaenium sp.	Conjugatophyceae	x	x
Closterium sp.	Conjugatophyceae	x	x
Navicula sp.	Bacillariophyceae	x	x
Pinnularia sp.	Bacillariophyceae	x	x
Ulnaria ulna	Bacillariophyceae	x	x
Crucigenia sp.	Chlorophyceae	x	
Closterium lunula	Conjugatophyceae	x	
Closterium moniliferum	Conjugatophyceae	x	
Spirogyra sp.	Conjugatophyceae	x	
Encyonema sp.	Bacillariophyceae	x	
Eunotia sp.	Bacillariophyceae	x	
Gomphonema gracile	Bacillariophyceae	x	
Pinnularia cf. *divergens*	Bacillariophyceae	x	
Peridinium sp.	Dinophyceae	x	
Staurastrum trifidum	Conjugatophyceae		x
Staurodesmus sp.	Conjugatophyceae		x
Phormidium sp.	Cyanophyceae		x
Fragilaria sp.	Bacillariophyceae		x
Nitzschia sp.	Bacillariophyceae		x

Figura 251 Histograma ilustrativo da riqueza total e exclusiva para o fitoplâncton diagnosticado na AEL do Projeto.



Fonte: Sete, 2021.

Segundo os critérios adotados por DAJOZ (1973), dentre os cinco táxons que ocorreram nos dois períodos sazonais na AEL, as espécies *Ulnaria ulna* e *Navicula* sp. foram frequentes e ocorreram entre 50 e 80% dos pontos, *Pinnularia* sp. foi comum e as desmídeas *Closterium* sp. e *Actinotaenium* sp. foram esporádicas na estação seca (Quadro 195). No entanto, no período chuvoso houve alteração da frequência de ocorrência, e *Navicula* sp. se manteve frequente juntamente com *Closterium* sp., *Ulnaria ulna* e *Pinnularia* sp. foram comuns e *Actinotaenium* sp. se manteve esporádico.

Variação espacial e temporal do atributo riqueza

A riqueza da flora fitoplanctônica foi baixa na área de estudo tanto nos córregos com características ritrais e crenais quanto no rio Piracicaba que é potamal. Os valores médios variaram de 1,5 táxons na Nascente CA01 a 8,5 no córrego Diogo (CA03).

A malha amostral do estudo é composta exclusivamente por sistemas fluviais que são caracterizados principalmente pelo fluxo unidirecional nascente-foz que exerce um efeito constante de renovação das populações e arraste dos organismos planctônicos que vivem à deriva, o que normalmente confere menor riqueza nos levantamentos taxonômicos destes ambientes quando comparados a estudos de sistemas lênticos.

Particularidades de colonização também são preditas pela teoria do contínuo fluvial para as diferentes ordens hierárquicas dos cursos hídricos. Os trechos de nascente e médio curso, também denominados de crenais e ritrais, apresentam biocenoses predominadas principalmente por algas perifíticas que vivem aderidas ou associadas a substratos orgânicos ou inorgânicos das divisões Bacillariophyceae (diatomáceas) e Conjugatophyceae (desmídeas). Esta tendência foi observada nos córregos da malha amostral, em que as diatomáceas predominaram em riqueza na maioria dos pontos. Em CA03 na campanha de dezembro, as desmídeas foram mais representativas, seguidas pelas Bacillariophyceae.

Segundo a teoria, os trechos potamais de rios mais volumosos, como o caso da estação amostral CA06 do rio Piracicaba, favorecem a colonização de um fitoplâncton verdadeiro principalmente pela formação de uma coluna de água e menor velocidade de correnteza. Nestes sistemas é comum uma flora mais diversa com contribuições de diferentes divisões de algas. Esta tendência não foi observada no estudo, cujos resultados evidenciaram baixa riqueza e ocorrência exclusiva de diatomáceas durante o estudo.

Esta pode ser uma resposta biológica mensurável na estrutura da comunidade à estímulos externos decorrentes das atividades antropogênicas exercidas ao longo da bacia hidrográfica. Alguns desses estímulos puderam ser documentados pelo Índice de Integridade de Hábitat (IIH), cujos scores foram inferiores a 0,6 e indicaram valores medianos da integridade ecossistêmica. A diferença entre os períodos é traduzida por alterações da região ecotonal impostas pelo aumento do nível do rio.

Quanto a variação sazonal, os resultados expressaram comunidades mais ricas em dezembro no córrego do Diogo em CA3, no córrego Pé-de-Serra (CA05) e no rio Piracicaba (CA06) com totais de 11, 5 e três táxons, respectivamente (Figura 252). Nas demais estações de amostragem, a riqueza foi maior em setembro e variou de dois táxons em CA01 a oito táxons em CA02.

A ocorrência exclusiva de Dinophyceae e Chlorophyceae no período seco foi decorrente dos registros no córrego do Diogo de *Peridinium* sp. em ambos os pontos e de *Crucigenia* sp. na estação locada a montante da barragem do Diogo. Esses são gêneros cosmopolitas que comumente compõem biocenoses de algas.

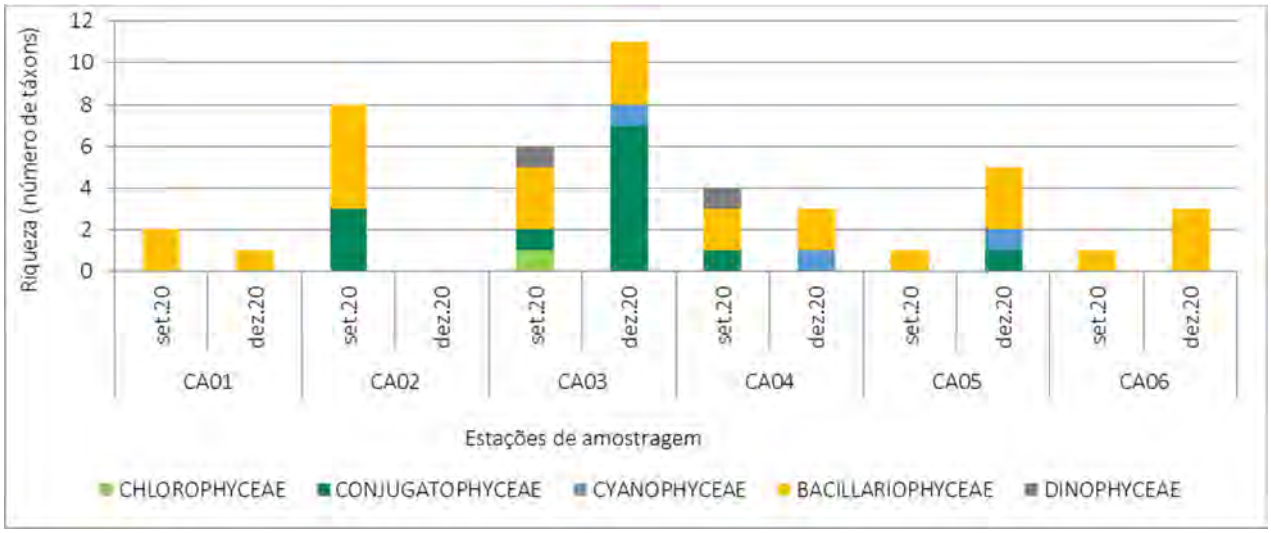
Por outro lado, as Cyanophyceae colonizaram este córrego apenas na campanha de chuva com registro exclusivo de *Phormidium* sp., um gênero composto por algas filamentosas de ampla distribuição, que podem ocorrer isoladamente ou formar massas de filamentos emaranhados. Também em dezembro/20, este gênero foi observado no córrego Pé-de Serra.

Dois processos principais estão relacionados aos períodos sazonais. O primeiro decorrente do aumento da entrada de matéria orgânica de origem alóctone provocado pelo escoamento superficial do solo adjacente ao curso hídrico durante o período das chuvas, que em níveis intermediários favorecem a colonização da biota pela maior disponibilidade de nutrientes embora o aumento dos sólidos possa provocar aumento da turbidez e limitação de luz para realização da fotossíntese. Este processo é mais comum e relevante em rios de maior ordem como o rio Piracicaba.

Nos sistemas de cabeira e médio curso, onde a deposição de folhiço e demais substratos de matéria orgânica particulada grossa oriunda da vegetação marginal, assim como a emersão dos substratos inorgânicos rochosos e cascalhosos são intensificados no período de seca, este pode ser o período de maior riqueza pelo favorecimento da colonização associada do fitoplâncton e do perifíton. Este processo pode ser responsável pela variação sazonal do córrego do Diogo em CA03 e do córrego Pé-de-Serra.

O segundo processo relacionado ao período chuvoso é o aumento de volume e da força da correnteza que acabam por diluir e desestabilizar eventuais comunidades colonizadores. Este processo pode explicar os resultados temporais obtidos nas nascentes e no córrego do Diogo em CA04.

Figura 252 Variação espacial e temporal de riqueza (número de táxons) da comunidade fitoplanctônica.



Variação espacial e temporal do atributo densidade

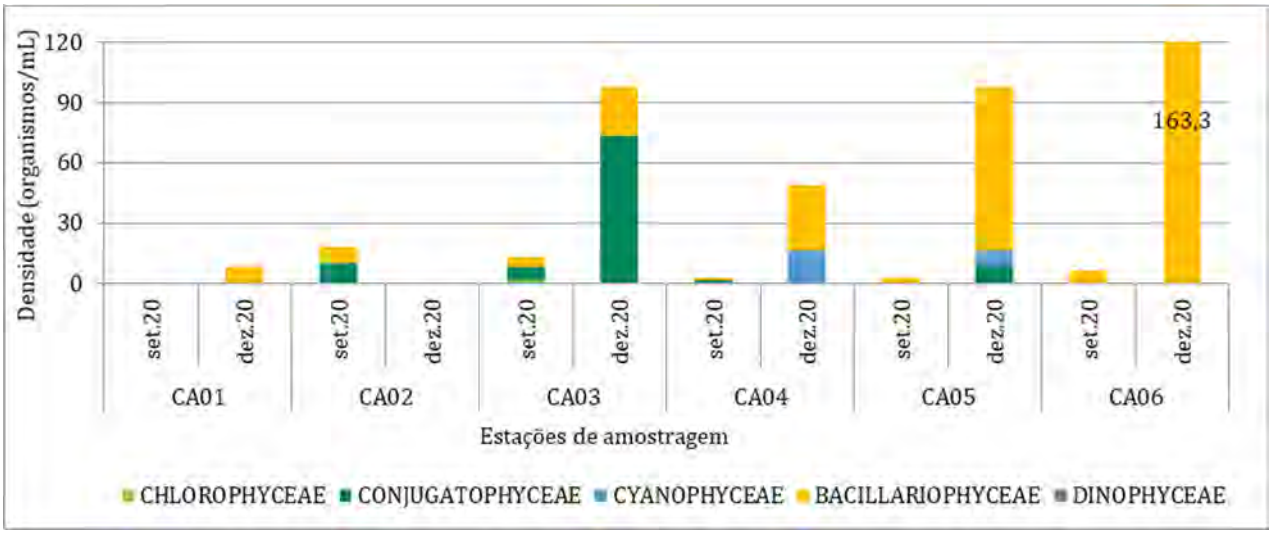
Os resultados quantitativos refletiram biocenoses mais numerosas em média no rio Piracicaba CA06, onde também foi registrado o valor máximo do estudo igual a 163,3 org./mL na campanha de dezembro de 2020 (Figura 253).

Os córregos do Diogo e Pé-da-Serra também apresentaram variação sazonal expressiva com densidades mais elevadas em dezembro e médias iguais a 55,5 org./mL em CA03, 26,1 org./mL em CA04 e 50,6 org./mL em CA05. Na nascente CA01 registros quantitativos foram exclusivos da campanha de dezembro enquanto na nascente CA02 foram exclusivos da campanha de setembro, com resultados iguais a 8,2 e 18 org./mL, respectivamente.

A análise da abundância relativa evidenciou predominância da divisão Conjugatophyceae na nascente CA02 e no ponto CA03 do córrego do Diogo. Como este é um grupo comum dentre o perifiton, a contribuição desta porção na porção fitoplanctônica pode justificar a variação. Nas demais estações de amostragem as algas Bacillariophyceae predominaram principalmente devido as elevadas densidades de *Navicula* sp. e *Nitzschia* sp.

Os registros da cianobactéria *Phormidium* sp. no córrego do Diogo em baixas densidades não indicaram a formação de florações de algas.

Figura 253 Variação espacial e temporal da densidade (organismo/mL) da comunidade fitoplanctônica.



De acordo com as classes de abundância de Lobo & Leighton (1986) casos de dominância foram registrados em setembro no córrego Pé-de-Serra (CA05) e no rio Piracicaba (CA06), quando houve registro exclusivo da bacillariophyceae *Ulnaria ulna*. Nesta campanha, as demais espécies ocorreram de forma abundante nas comunidades de todos os corpos hídricos (Quadro 197).

Em dezembro, *Nitzschia* sp. foi dominante uma vez que foi o único táxon registrado no ensaio quantitativo na nascente CA01. Nas demais estações de amostragem os táxons foram registrados nas classes de abundantes e pouco abundantes/raras.

Aspectos ecológicos estão relacionados aos dois extremos de abundância. A dominância em biocenoses com baixa riqueza é um alerta de alterações nas condições ambientais naturais e/ou distribuição de recursos de modo a favorecer poucos táxons, que em geral são competitivamente mais eficientes, em detrimento da coexistência equitativa de um número maior de táxons.

O outro aspecto está relacionado com as espécies pouco abundantes/raras que embora não tenham um papel importante no metabolismo e nas propriedades funcionais das comunidades, elas podem ser importantes indicadores de degradação ambiental, uma vez que ambientes preservados apresentam mais espécies raras do que aqueles impactados (CAO *et al.*, 1998).

Neste contexto, o que se observa na área de estudo é que nos mesmos pontos em que foi registrada dominância de táxon na campanha de setembro, foram registrados táxons raros na campanha de dezembro, o que sugere fragilidade no uso da abundância na bioindicação do status de preservação dos corpos hídricos. Por outro lado, é um indicativo de que as alterações impostas pela seca favoreceram os registros exclusivo de diatomáceas.

Quadro 197 Classes de frequência de ocorrência e abundância dos táxons fitoplanctônicos na AEL e Área do Projeto

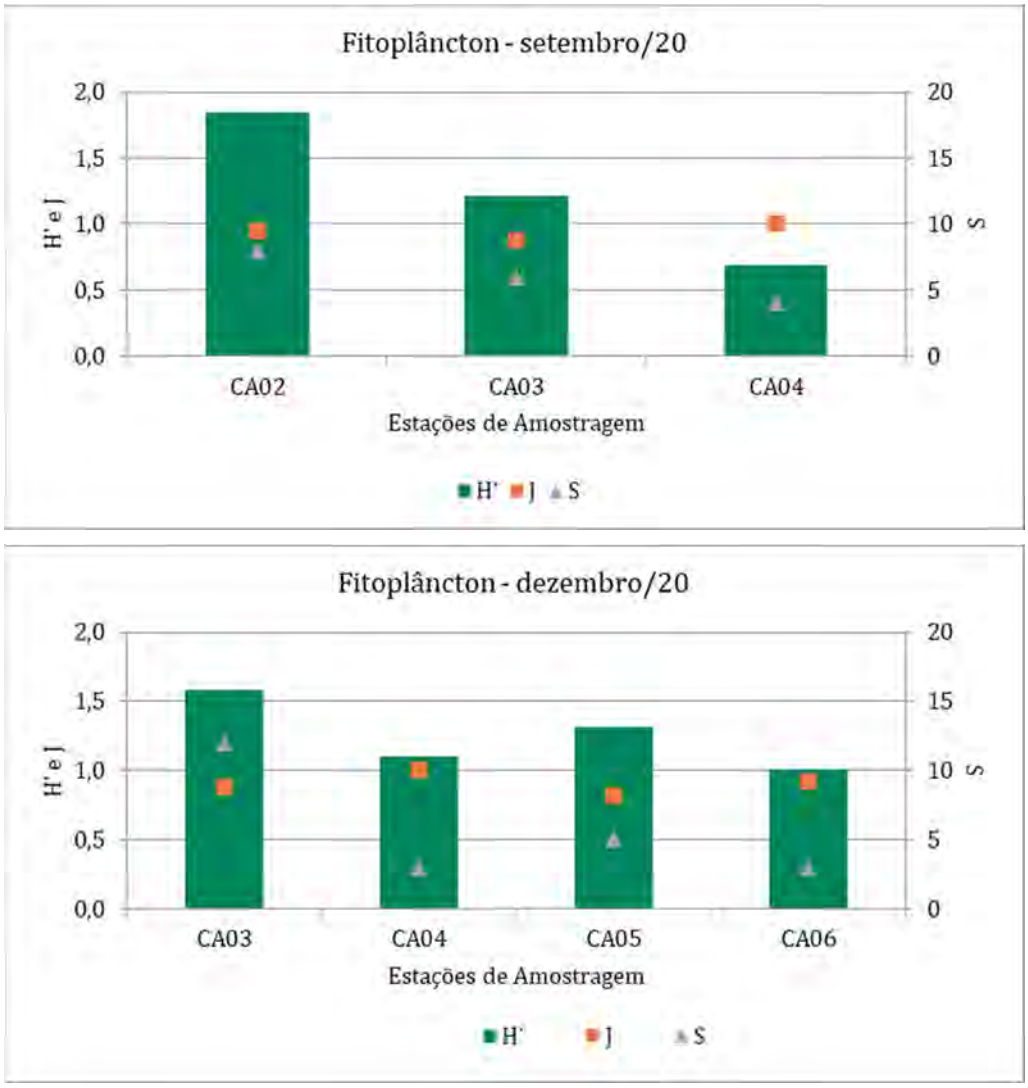
Táxon	FO%	CA01	CA02	CA03	CA04	CA05	CA06
Setembro/2020 – Seca							
Eunotia sp.	comum		abundante				
Pinnularia sp.	comum		abundante		abundante		
Peridinium sp.	comum						
Crucigenia sp.	esporádica			abundante			
Actinotaenium sp.	esporádica			abundante			
Closterium lunula	esporádica		abundante				
Closterium moniliferum	esporádica		abundante				
Closterium sp.	esporádica		abundante				
Spirogyra sp.	esporádica				abundante		
Encyonema sp.	esporádica		abundante				
Gomphonema gracile	esporádica			abundante			
Pinnularia cf. *divergens*	esporádica						
Navicula sp.	frequente		abundante	abundante			
Ulnaria ulna	frequente					dominante	dominante
Dezembro/2020 – Chuva							
Pinnularia sp.	comum					rara	
Ulnaria ulna	comum				abundante		rara
Nitzschia sp.	constante	dominante		abundante		abundante	rara
Actinotaenium sp.	esporádica			abundante			
Closterium lunula	esporádica						
Closterium moniliferum	esporádica						
Spirogyra sp.	esporádica						
Staurastrum trifidum	esporádica			abundante			
Staurodesmus sp.	esporádica			rara			
Fragilaria sp.	esporádica				abundante		
Closterium sp.	frequente			rara		rara	
Phormidium sp.	frequente				abundante	rara	
Navicula sp.	frequente			rara		abundante	Rara

Índice de Diversidade de Shannon

O índice foi calculado apenas para as comunidades com registros de mais de dois táxons nos ensaios quantitativos. Nos casos em que não foram registrados organismos nos ensaios quantitativos e quando houve ocorrência de táxon único, está implícita a baixa diversidade fitoplanctônica, como em CA01, CA05 e CA06 em setembro e em CA01 e CA02 em dezembro (Figura 254).

Em setembro, a diversidade máxima de 1,8 foi registrada na nascente CA02 e a mínima foi igual a 0,7 em CA4. Em dezembro, a diversidade variou de 1,3 em CA03 a 1,0 em CA06. A baixa diversidade fitoplanctônica dos ambientes da AEL foi influenciada principalmente pela baixa riqueza, uma vez que a equitabilidade foi elevada e próxima de 1. Este cenário pode ser interpretado como resultado do contexto local de ocupação da bacia hidrográfica e pela condição crenal e ritral da maioria dos cursos hídricos diagnosticados, que naturalmente comportam baixa riqueza de fitoplâncton.

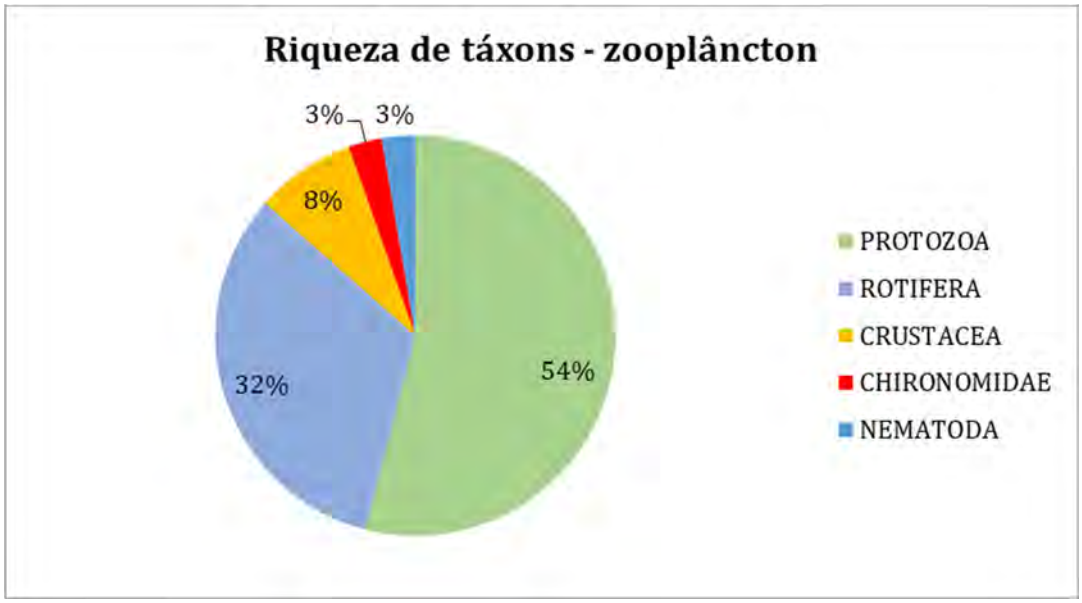
Figura 254 Variação espacial e temporal do Índice de Diversidade Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade (J) da comunidade fitoplanctônica.



11.6.2.8.6.4 Biocenose Zooplanctônica

O levantamento qualiquantitativo da área de estudo local inventariou 37 táxons, sendo 54% pertencentes a Protozoa e 32% ao grupo Rotifera. Representantes de Crustaceae, além de larva de Chironomidae e Nematoda, também foram registrados (Figura 255).

Figura 255 Riqueza relativa dos grupos zooplanctônicos na área de estudo



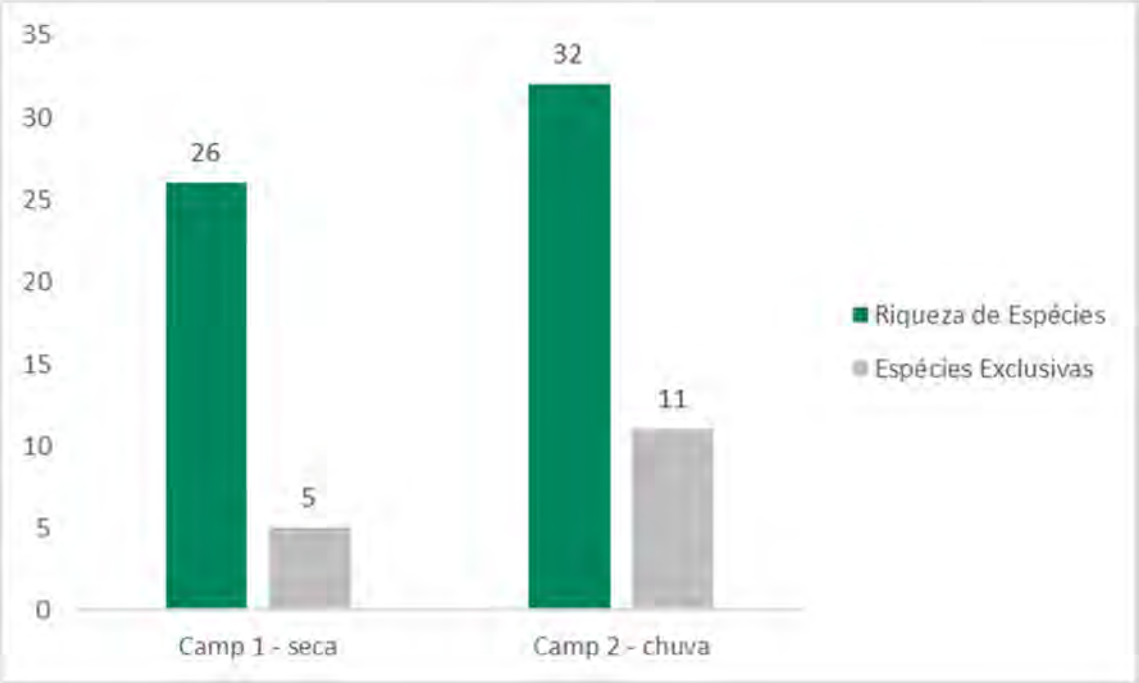
Dos 37 táxons, 21 ocorreram na área e não tiveram influência do período sazonal, cinco foram exclusivos do período seco e 11 do período chuvoso (Quadro 198). Organismos do grupo Ciliophora foram observados somente na campanha de setembro, enquanto os grupos Calanoida e Chironomidae foram identificados apenas em dezembro. Os demais grupos tiveram representantes registrados em ambas as campanhas.

Quadro 198 Ocorrência sazonal dos táxons zooplanctônicos.

Táxon	Grupos	Ciclo sazonal completo	Período de seca (setembro/20)	Período de chuva (dezembro/20)
Arcella costata	Rhizopoda	x		
Arcella crenulata	Rhizopoda	x		
Arcella hemisphaerica	Rhizopoda	x		
Arcella hemisphaerica minima	Rhizopoda	x		
Arcella hemisphaerica undulata	Rhizopoda	x		
Difflugia elegans	Rhizopoda	x		
Difflugia linearis	Rhizopoda	x		
Netzelia oviformis	Rhizopoda	x		
Centropyxis aculeata	Rhizopoda	x		
Centropyxis aerophyla	Rhizopoda	x		
Cyphoderia ampulla	Rhizopoda	x		
Euglypha laevis	Rhizopoda	x		

Táxon	Grupos	Ciclo sazonal completo	Período de seca (setembro/20)	Período de chuva (dezembro/20)
Trinema enchelys	Rhizopoda	x		
Bdelloida	Bdelloidea	x		
Lepadella patella	Monogononta	x		
Lecane bulla	Monogononta	x		
Lecane closterocerca	Monogononta	x		
Lecane hornemanni	Monogononta	x		
Lecane lunaris	Monogononta	x		
CYCLOPOIDA (nauplius)	Copepoda	x		
Nematoda		x		
Ciliado NI	Ciliophora		x	
Difflugia corona	Rhizopoda		x	
Lesquereusia modesta	Rhizopoda		x	
Phryganella hemisphaerica	Rhizopoda		x	
Lecane decipiens	Monogononta		x	
Centropyxis cassis	Rhizopoda			x
Centropyxis constricta	Rhizopoda			x
Centropyxis platystoma	Rhizopoda			x
Cephalodella sp.	Monogononta			x
Polyarthra dolycoptera	Monogononta			x
Polyarthra vulgaris	Monogononta			x
Polyarthra sp.	Monogononta			x
Trichocerca inermis	Monogononta			x
CYCLOPOIDA (copepodito)	Copepoda			x
CALANOIDA (nauplius)	Copepoda			x
Larva chironomideo				x

Figura 256 Histograma ilustrativo da riqueza total e exclusiva para o zooplâncton diagnosticado na Área de Estudo Local do Projeto



Fonte: Sete, 2021.

Dentre os 21táxons registrados em ambos os períodos do ciclo sazonal na AEL, dois foram constantes, 10 foram frequentes, quatro comuns e cinco esporádicos na campanha de setembro (Quadro 198). Os dois táxons constantes que ocorreram em mais de 80% dos pontos foram *Arcella hemisphaerica* e *Arcella hemisphaerica undulata*. Aqueles frequentes, que ocorreram entre 50 e 80% dos pontos, foram *Arcella costata*, *Arcella crenulata*, *Netzelia oviformis*, *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis aerophyla*, *Euglypha laevis*, Bdelloida, *Lecane closterocerca*, nauplius Cyclopoida e Nematoda.

Em dezembro, apenas *Arcella hemisphaerica* se manteve constante, nove táxons foram frequentes, seis comuns e 16 esporádicos. Dentre os frequentes a maioria foi tecameba e apenas o rotífera Bdelloidea. As tecamebas são protegidas por carapaças secretadas ou compostas por elementos colhidos no ambiente sendo essa uma característica que confere ao grupo resistência necessária contra os efeitos físicos decorrentes da ação da correnteza. São habitantes naturais de águas correntes e abundam, preferencialmente, nas zonas litorâneas de rios, portanto, a presença constante e frequente das tecamebas ratifica a tendência esperada para sistemas fluviais.

O grupo Bdelloidea é composto por organismos comumente encontrados em rios, entre as plantas e nos sedimentos (NOGRADY *et al.,* 1993), e devido a características como reprodução por partenogênese e capacidade de desenvolver formas de dormência em situações adversas, são de ocorrência ampla e importantes constituintes do plâncton (MARK WELCH & MESELSON 2000; RICCI, 2001).

Portanto, os grupos frequentes na biocenose dos corpos hídricos da AEL condizem com a tendência esperada para sistemas fluviais, indicativo de que as pressões antrópicas presentes na área não afetaram a estrutura da fauna zooplanctônica.

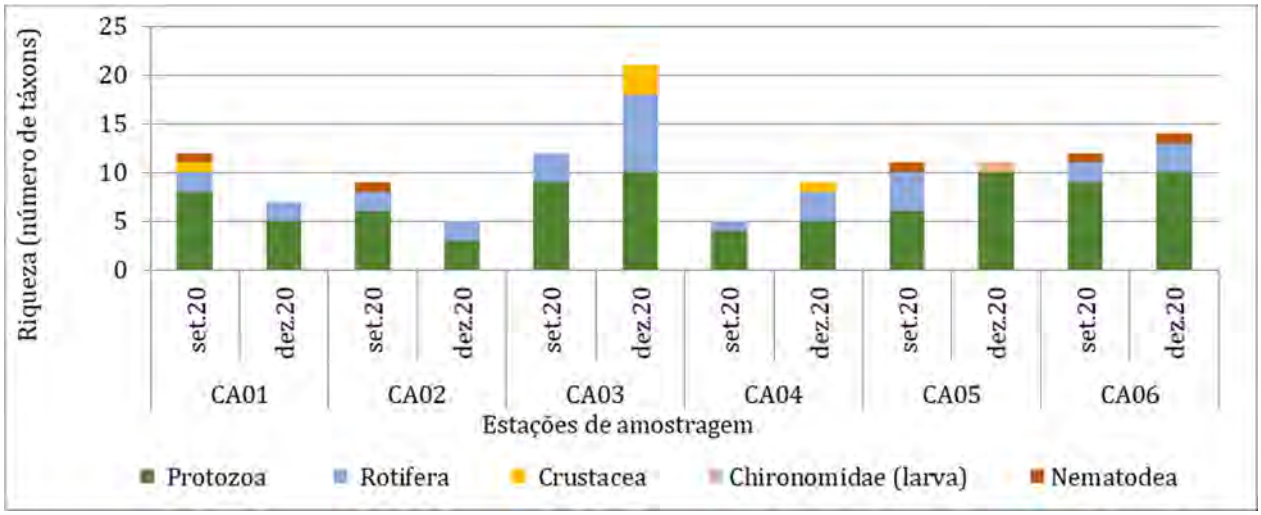
Variação espacial e temporal do atributo riqueza

A variação espacial evidenciou que a riqueza média foi maior no córrego do Diogo em CA03 (16,5 táxons) e menor na nascente CA02 (7,0 táxons). A variação sazonal foi semelhante ao padrão descrito para o fitoplâncton com valores mais expressivos do atributo em dezembro no córrego do Diogo e no rio Piracicaba. No córrego Pé-de-Serra não houve variação e nas nascentes, a maior riqueza foi obtida em setembro (Figura 257).

O predomínio de Protozoa foi evidenciado principalmente pelo registro das tecamebas das famílias Arcellidae, Difflugidae, Lesquereusiidae, Centropyxidae, Cyphoderidae, Plagyopixidae e Euglyphidae. Esta estrutura ratifica a tendência normalmente registrada em sistemas fluviais (LANSAC-TÔHA *et al*., 1997), como abordado anteriormente. Dentre os rotíferos, além dos Bdelloidea, a família com maior riqueza foi Lecanidae, com registro de cinco espécies. As demais famílias registradas foram Notommatidae, Brachionidae e Testudinellindae e Trichocercidae.

Entre os crustáceos Copepoda, apenas as formas jovens nauplios e copepoditos foram registradas.

Figura 257 Variação espacial e temporal de riqueza (número de táxons) da comunidade zooplanctônica.



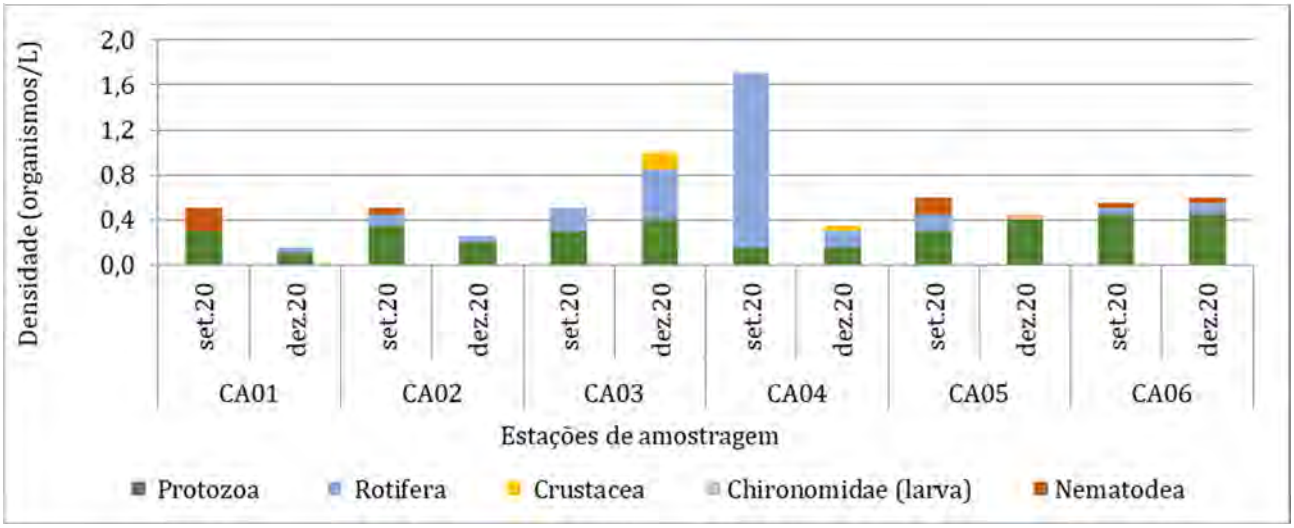
Variação espacial e temporal do atributo densidade

As variações espacial e sazonal dos dados estão ilustradas na Figura 258 . A maior média do atributo foi igual a 1,0 organismo/L no córrego do Diogo em CA04 e a menor foi de 0,3 org./L na nascente CA01. Sazonalmente, os valores foram maiores em dezembro apenas em CA03, não variaram em CA06 e nas demais estações de coleta se destacaram na campanha seca de setembro. Os efeitos de arraste e diluição característicos do período de chuvas influenciou de forma mais contundente a redução da colonização do zooplâncton quando comparado com o fitoplâncton.

A predominância de Protozoa descrita para os dados qualitativos se repetiu nas análises quantitativas, com exceção das biocenoses do córrego do Diogo em CA04 em setembro e em CA03 em dezembro que tiveram maiores densidades de Rotifera. Em CA04 este resultado foi decorrente da dominância do rotífero, Bdelloidea, com 89% de abundância relativa. Em CA03, a distribuição quantitativa dos rotíferos foi mais equitativa e a predominância foi decorrente da maior riqueza.

Outro caso de dominância foi registrado em CA02, onde a abundância relativa do Protozoa *Arcella hemisphaerica* foi igual a 60%.

Figura 258 Variação espacial e temporal da densidade (organismo/L) da comunidade zooplanctônica.



Quadro 199 Classes de frequência de ocorrência e abundância dos táxons zooplanctônicos na AEL e Área do Projeto

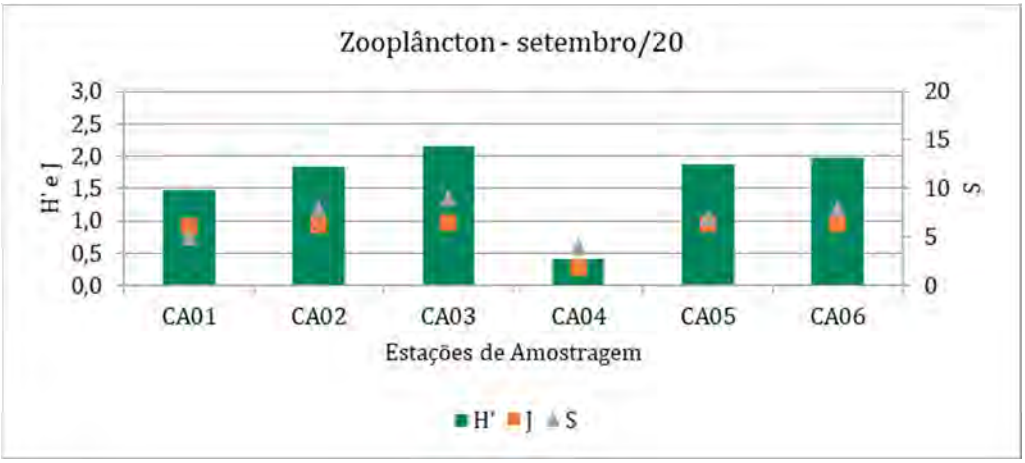
Táxon	FO%	CA01	CA02	CA03	CA04	CA05	CA06
Setembro/2020 - seca							
Arcella hemisphaerica minima	comum						abundante
Cyphoderia ampulla	comum					abundante	
Trinema enchelys	comum	abundante				abundante	
Lepadella patella	comum		abundante	abundante			
Lecane decipiens	comum			abundante		abundante	
Arcella hemisphaerica	constante	abundante	abundante	abundante	abundante		abundante
Arcella hemisphaerica undulata	constante	abundante	abundante	abundante		abundante	abundante
Ciliado NI	esporádica						
Difflugia corona	esporádica			abundante			
Difflugia elegans	esporádica						
Difflugia linearis	esporádica						
Lesquereusia modesta	esporádica						
Phryganella hemisphaerica	esporádica		abundante				
Lecane bulla	esporádica		abundante				
Lecane hornemanni	esporádica						
Lecane lunaris	esporádica						
Arcella costata	frequente	abundante		abundante	abundante		
Arcella crenulata	frequente		abundante		abundante	abundante	
Netzelia oviformis	frequente			abundante			abundante
Centropyxis aculeata	frequente						
Centropyxis aerophyla	frequente			abundante	abundante		abundante
Euglypha laevis	frequente		abundante				abundante
Bdelloida	frequente			abundante	dominante	abundante	
Lecane closterocerca	frequente						abundante
CYCLOPOIDA (nauplius)	frequente					abundante	abundante
Nematoda	frequente	abundante	abundante			abundante	abundante
Dezembro/2020 - Chuva							
Trinema enchelys	comum					abundante	
Lecane bulla	comum			abundante			
Lecane closterocerca	comum						abundante
Lecane lunaris	comum						
Polyarthra vulgaris	comum			abundante			
CYCLOPOIDA (nauplius)	comum			abundante	abundante		
Arcella hemisphaerica	constante	abundante	dominante	abundante	abundante	abundante	abundante
Arcella crenulata	esporádica			abundante			
Difflugia elegans	esporádica			abundante			
Centropyxis cassis	esporádica					abundante	
Centropyxis constricta	esporádica					abundante	
Centropyxis platystoma	esporádica						

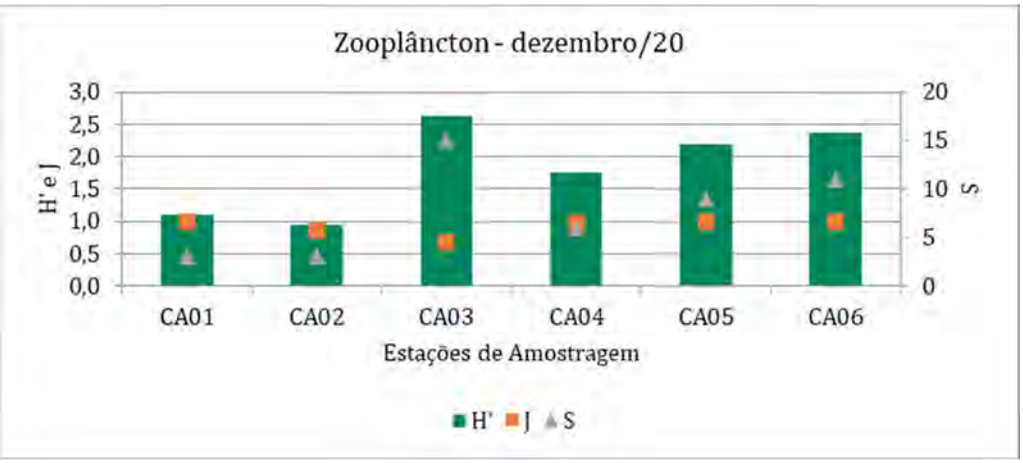
Táxon	FO%	CA01	CA02	CA03	CA04	CA05	CA06
Dezembro/2020 - Chuva							
Cyphoderia ampulla	esporádica						abundante
Lepadella patella	esporádica						
Lecane hornemanni	esporádica						abundante
Cephalodella sp.	esporádica				abundante		
Polyarthra dolycoptera	esporádica			abundante			
Polyarthra sp.	esporádica			abundante			
Trichocerca inermis	esporádica			abundante			
CYCLOPOIDA (copepodito)	esporádica			abundante			
CALANOIDA (nauplius)	esporádica						
Larva chironomideo	esporádica					abundante	
Nematoda	esporádica						abundante
Arcella costata	frequente		abundante		abundante		abundante
Arcella hemisphaerica minima	frequente			abundante		abundante	abundante
Arcella hemisphaerica undulata	frequente					abundante	abundante
Difflugia linearis	frequente			abundante			abundante
Netzelia oviformis	frequente	abundante					
Centropyxis aculeata	frequente			abundante	abundante	abundante	abundante
Centropyxis aerophyla	frequente					abundante	abundante
Euglypha laevis	frequente			abundante			
Bdelloida	frequente	abundante	abundante	abundante	abundante		

Índice de Diversidade de Shannon

O zooplâncton foi mais diverso que o fitoplâncton e os maiores resultados foram obtidos em CA03 nas duas campanhas com resultados do índice iguais a 2,2 na campanha de seca e 2,6 no período chuvoso. No córrego do Diogo a jusante da barragem em CA04, a fauna zooplanctônica atingiu o menor valor de diversidade com H' igual a 0,4. Este resultado foi decorrente do efeito sinérgico de baixa riqueza e baixa equitabilidade observadas na campanha de setembro (Figura 259).

Figura 259 Variação espacial e temporal por campanhas do Índice de Diversidade Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade (J) da comunidade zooplanctônica.



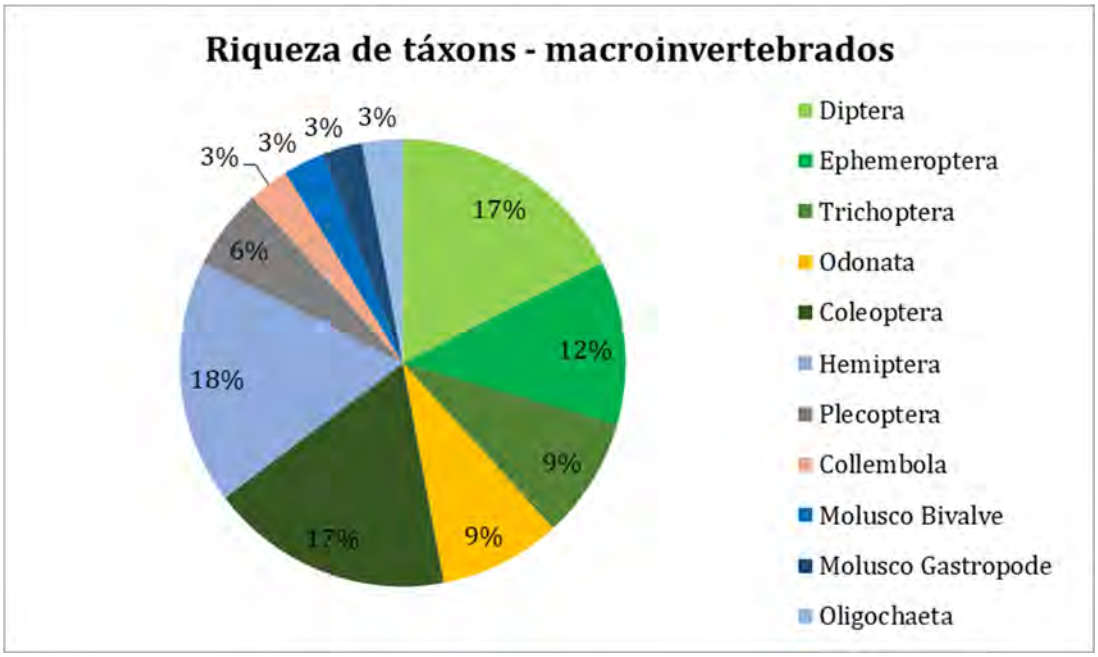


11.6.2.8.6.5 Biocenose de Macroinvertebrados Aquáticos

O levantamento taxonômico contabilizou um total de 34 táxons de macroinvertebrados aquáticos distribuídos em 11 grupos (Figura 260) pertencentes aos Arthropoda, Mollusca e Annelida. Os artrópodes contribuíram com mais de 90% da comunidade e dentre eles a ordem Hemiptera representou 18% da riqueza relativa seguido das ordens Diptera e Coleoptera que representaram 17% cada.

Os artrópodes constituem o grupo mais abundante dos macroinvertebrados aquáticos e possuem a maior diversidade estimada de espécies, tanto no Brasil (1.539), quanto no mundo (29.600), sendo a classe Insecta a de maior significância (RIBEIRO & UIEDA, 2005).

Figura 260 Riqueza relativa dos grupos de macroinvertebrados aquáticos na AEL e Área do Projeto

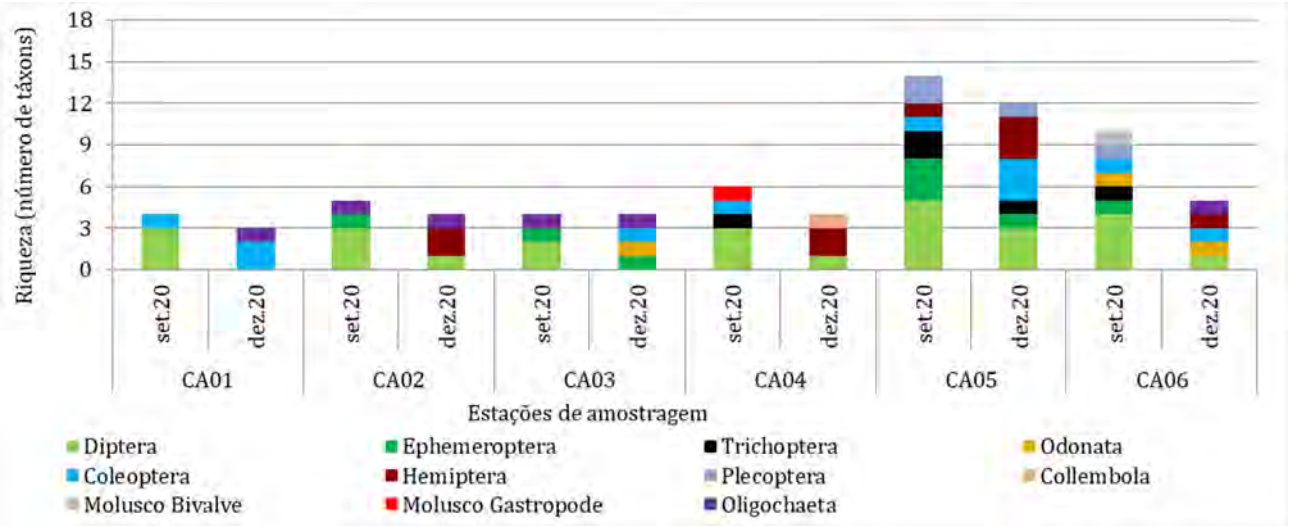


11.6.2.8.6.5.1 Variação espacial e temporal do atributo riqueza

A variação do atributo riqueza foi discreta quando comparada as campanhas realizadas, porém a campanha representativa de seca registrou mais táxons do que na chuva (Figura 261).

Segundo BAPTISTA *et al*. (2008), nos meses considerados de seca são esperados maiores valores abundância devido a disponibilidade e a estabilidade do habitat. Durante essa estação alguns substratos são menos afetados pela correnteza permitindo melhor colonização dos organismos. Já no período considerado de chuva, segundo RIBEIRO & UIEDA (2005) o aumento da pluviosidade causa alterações químicas na água e na quantidade de sedimento devido ao carreamento de substratos, alterando a qualidade do hábitat desestruturando a comunidade de macroinvertebrados aquáticos.

Figura 261 Variação espacial e temporal de riqueza (número de táxons) da comunidade de macroinvertebrados aquáticos.



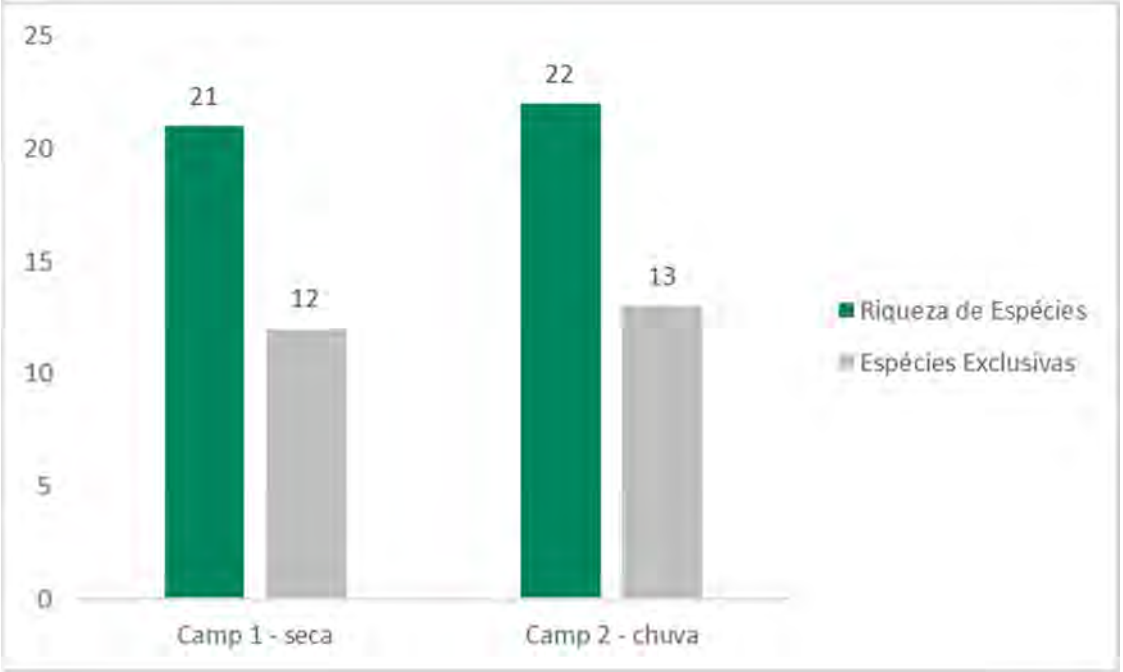
Analisando a exclusividade de táxons quanto a sazonalidade, o Ephemeroptera da família Baetidae se destacou por ser exclusivo da campanha representativa de seca sendo registrado em quatro estações (CA02, CA03, CA05 e CA06). Já os hemípteros das famílias Belostomatidae e Gerridae foram exclusivos da campanha de chuva e foram registrados em três das estações amostrais (Quadro 200). Todos esses três grupos exclusivos são classificados como tolerantes.

Quadro 200 Táxons de macroinvertebrados aquáticos exclusivos de cada período sazonal

Táxon	Grupos	Ciclo sazonal completo	Período de seca (setembro/20)	Período de chuva (dezembro/20)
Chironomidae	Diptera	x		
Ceratopogonidae	Diptera	x		
Empididae	Diptera	x		
Tipulidae	Diptera	x		
Neoelmis sp.	Coleoptera	x		
Dryopidae	Coleoptera	x		
Massartella sp.	Ephemeroptera	x		
Tupiperla sp.	Plecoptera	x		
Subclasse Oligochaeta	Oligochaeta	x		
Simulidae	Diptera		x	
Tabanidae	Diptera		x	
Scirtidae	Coleoptera		x	
Baetidae	Ephemeroptera		x	
Traverhyphes sp.	Ephemeroptera		x	
Plecoris sp.	Hemiptera		x	
Smicridea sp.	Trichoptera		x	
Leptoceridae	Trichoptera		x	
Phyllocycla sp.	Odonata		x	
Anacroneuria sp.	Plecoptera		x	
Sphaerium sp.	Bivalvia		x	

Táxon	Grupos	Ciclo sazonal completo	Período de seca (setembro/20)	Período de chuva (dezembro/20)
Physa sp.	Gastropoda		x	
Elmidae	Coleoptera			x
Heterelmis sp.	Coleoptera			x
Hidrophilidae	Coleoptera			x
Euthyplociidae	Ephemeroptera			x
Belostomatidae	Hemiptera			x
Gerridae	Hemiptera			x
Limnocoris sp.	Hemiptera			x
Notonectidae	Hemiptera			x
Rhagovelia sp.	Hemiptera			x
Phylloicus sp.	Trichoptera			x
Heliocharis sp.	Odonata			x
Dythemis sp.	Odonata			x
Ordem Collembola	Collembola			x

Figura 262 Histograma ilustrativo da riqueza total e exclusiva para os macroinvertebrados aquáticos diagnosticados na Área de Estudo Local do Projeto



Fonte: Sete, 2021.

Na campanha representativa de seca, em todas as estações amostrais foram registrados dois táxons constantes com frequência de ocorrência superior a 80% das amostras, são os dípteros das famílias Chironomidae e Ceratopogonidae.

As larvas de quironomídeos foram constantes e consideradas descritoras das biocenoses dos dois trechos. Esta tendência ratifica padrões comumente descritos na literatura que descrevem que além de serem amplamente distribuídas, essas larvas são as mais frequentes e mais abundantes em ambientes de água doce (COFFMAN, 1995).

Analisando toda a área amostral quanto à presença ou ausência dos organismos segundo os seus potenciais de sensibilidade (podendo ser sensíveis, tolerantes ou resistentes a alterações ambientais), verificou-se que os táxons referentes aos grupos de organismos tolerantes a pressões ambientais de origem natural e/ou antrópicas predominaram em todas as estações amostrais. Dentre essas pressões cita-se a alteração da estrutura e presença da vegetação ripária e assoreamento do leito dos rios. Houve registros isolados de espécies resistentes em CA04, CA05 e CA06, e os organismos considerados sensíveis também foram registrados nas mesmas estações. É comum que organismos com diferentes graus de sensibilidade ocorram no mesmo ambiente, uma vez que há uma heterogeneidade de micro e mesohabitats intrínsecos aos cursos hídricos que proporcionam essa variabilidade.#

Dentre os organismos sensíveis destacou-se a ocorrência de dois táxons que possuem *score* máximo, ambos registrados na estação do córrego Pé-de-Serra com frequência esporádica: o Plecoptera *Tupiperla* sp., registrado nas duas campanhas e o Trichoptera *Phylloicus* sp. registrado em dez/20. O detalhamento sobre esta bioindicação encontra-se no item referente ao índice ecológico BMWP.

No rio Piracicaba dentre os representantes sensíveis cita-se, além do Odonata Libellulidae, o Plecoptera da família Perlidae, que são predadoras e preferem viver em pedras, substratos rochosos e cascalho de águas correntes e oxigenadas (ALLAN, 1995). A maioria destas características é encontrada na área amostral, propiciando assim a presença desses organismos. Nos ambientes em que o substrato é composto exclusivamente de particulados finos, não foi observada a presença desses organismos.

Em todas as estações amostrais foram registrados organismos considerados tolerantes a poluição. Dentre os organismos tolerantes, destacou-se a família Baetidae (Ephemeroptera) e Ceratopogonidae (Diptera).

Dentre os organismos resistentes estão, além do dípteras Tabanidae, os moluscos *Physa* sp. e *Sphaerium* sp. Exemplos dos grupos estão ilustrados nos registros fotográficos abaixo (Foto 324 a Foto 329).

EXEMPLOS DE GRUPOS TOLERANTES

Fotos: Manoela Brini

Foto 324 Caratopogonidae - Diptera

Fotos: Manoela Brini

Foto 325 Baetidae - Ephemeroptera

EXEMPLOS DE GRUPOS RESISTENTES

Fotos: Manoela Brini

Foto 326 Tabanidae – Diptera.

Fotos: Manoela Brini

Foto 327 Physa sp. – Mollusca.

EXEMPLOS DE GRUPOS SENSÍVEIS

Fotos: Manoela Brini

Foto 328 Tupiperla sp. – Plecoptera.

Fotos: Manoela Brini

Foto 329 Libellulidae – Odonata.

A partir da avaliação da riqueza relativa e da composição taxonômica nos ambientes avaliados, se constata que a estrutura da comunidade foi semelhante, com discreta predominância de Dípteras em algumas estações.

As estações que apresentaram biocenose mais rica foram as situadas no córrego Pé-de-Serra (CA05) e no rio Piracicaba (CA06). Em ambas, a estrutura da comunidade se mostrou bastante diversificada nas duas campanhas.

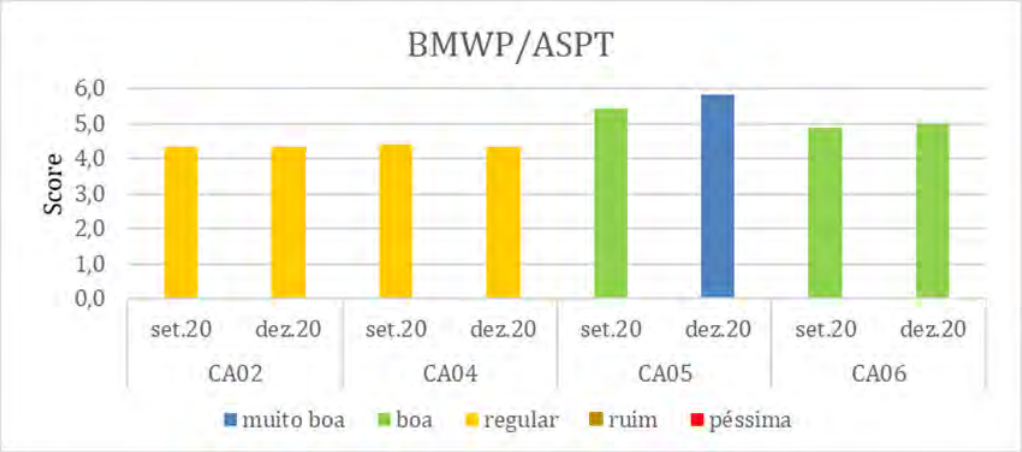
As nascentes (CA01 e CA02) foram as únicas que não apresentaram organismos de ocorrência esporádica. Em contrapartida, as demais estações obtiveram esses registros como por exemplo no córrego do Diogo à montante (CA03) a família Euthyplociidae (Ephemeroptera) classificada como sensível teve registro único nessa estação na campanha de chuva.

Por outro lado, as espécies esporádicas são tidas por alguns autores como espécies raras. De um modo geral, a maior ocorrência de táxons raros, nos ambientes de referência pode expressar um registro da maior diversidade da fauna bem como observado por outros autores (CAO *et al.*, 1998; NESSIMIAN *et al.*, 2008).

Como ferramenta de síntese para compreensão da relação entre as classes de sensibilidade e as condições ambientais foi aplicado o Índice BMWP/ASPT. Os *scores* variaram de 4,3 a 5,8 e a qualidade ambiental variou entre as classes regular a muito boa (Figura 263). O índice não foi aplicado para as estações CA01 e CA03 devido à baixa riqueza de táxons impossibilitando a aplicação do cálculo.

Os menores valores do índice foram registrados nas estações CA02 e CA04 que apresentaram qualidade regular. Esse resultado pode ser atribuído a ocorrência de táxons que possuem baixo *score*. Já a condição muito boa foi registrada apenas na estação CA05 em dezembro, e em setembro a qualidade da água foi boa, esta condição foi observada também para a estação CA6 em ambas as campanhas.

Figura 263 Índice Biótico ASPT e Qualidade Ambiental na AEL e Área do Projeto



11.6.2.8.6.5.2 Variação espacial e temporal do atributo densidade

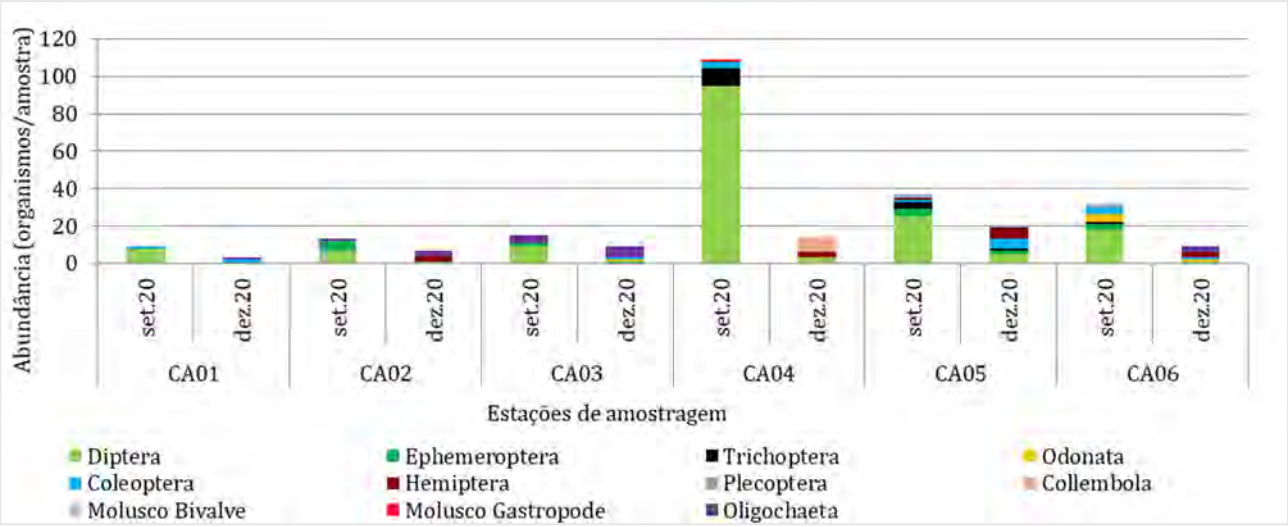
Assim como descrito para o atributo riqueza, as abundâncias da fauna de macroinvertebrados apresentaram maiores valores na campanha representativa de seca, o que é o esperado como já foi descrito anteriormente (Figura 264).

Dentre as estações destacou-se a CA04 situada no córrego do Diogo que apresentou a maior abundância registrada com 109 organismos, sendo os quironomídeos responsáveis por 55% da abundância relativa.

De modo geral os dípteros e os efemerópteros foram mais expressivos em abundância, sendo que a família Chironomidae (Diptera) teve representatividade que variou de 15% a 55% da abundância relativa. Portanto, além dos dados de frequência de ocorrência terem indicado uma constância desta família, os dados de abundância relativa também revelaram que esta foi dominante nas comunidades de acordo com os critérios estabelecidos por LOBO & LEIGHTON (1986).

Os anelídeos da subclasse Oligochaeta foram registrados como comuns na campanha de seca, porém na campanha de chuva tiveram um aumento expressivo sendo considerados frequentes, e na estação CA03 dominaram a comunidade com 67%. De acordo com MANDAVILLE (2000) os oligoquetas também são comuns na maioria dos habitats de água doce, sendo que muitos podem tolerar baixa concentração de oxigênio dissolvido e podem ser encontrados em grande número em habitats poluídos organicamente. A abundância de diferentes espécies de oligoquetos aquáticos pode servir como uma boa indicação da poluição da água (BARNES, 1995).

Figura 264 Variação espacial e temporal da densidade (organismo/amostra) da comunidade de macroinvertebrados aquáticos.

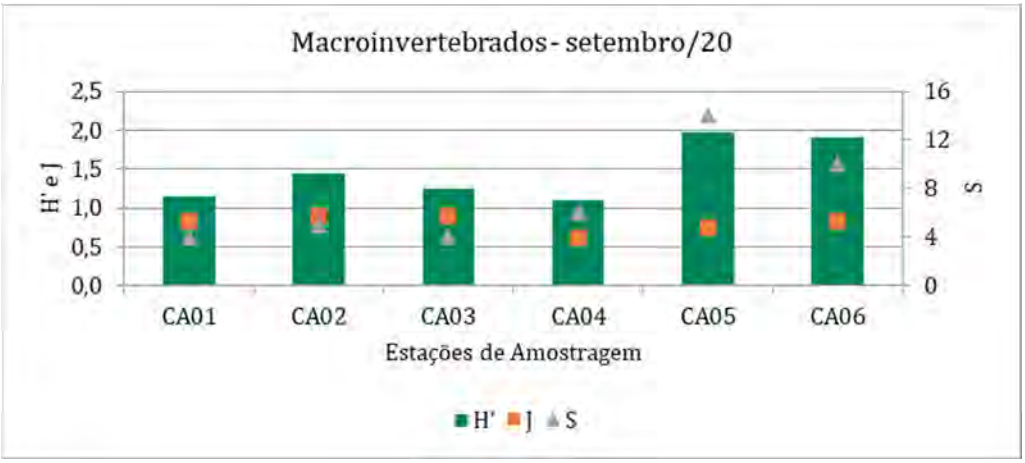


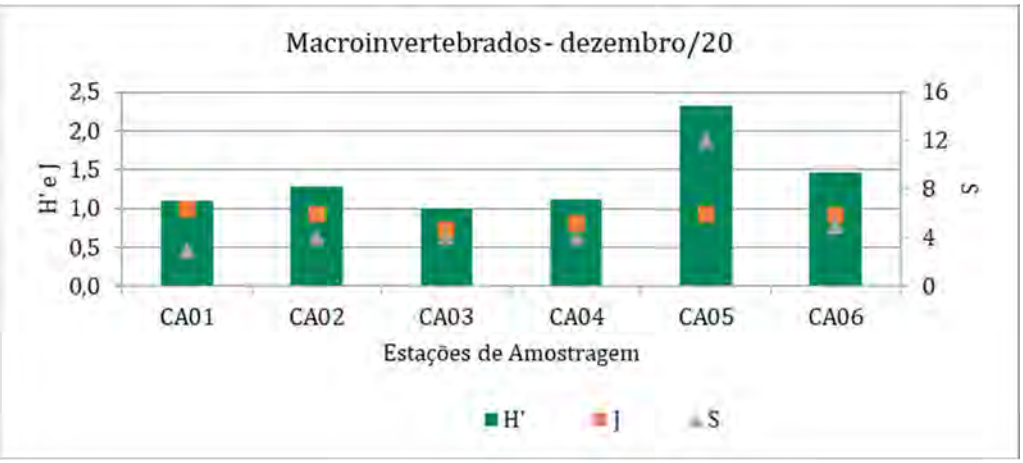
Índice de Diversidade de Shannon

Os resultados do índice de Diversidade Shannon-Weaver (H') variaram de 1,0 a 2,3 bits.ind-1 e os de equitabilidade variaram de 0,6 a 1,0. Em todas as estações amostrais ficou evidente que a equitabilidade exerceu forte influência na determinação da diversidade, embora não raro o aumento ou diminuição da riqueza tenha exercido força sinergética com a equitabilidade.

O menor valor do índice H' foi registrado em CA03 (dez/20), e pode ser atribuído a forte dominância de oligoquetas, como já foi visto. Já os maiores valores foram registrados na estação do córrego Pé-de-Serra, onde a riqueza também se destacou, o que sugere que o índice foi influenciado de forma mais efetiva pelo número de táxons.

Figura 265 Variação espacial e temporal do Índice de Diversidade Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade (J) da comunidade de macroinvertebrados aquáticos.





11.6.2.8.6.6 Status de conservação das espécies e importância ecológica

De acordo com a legislação e com as listas oficiais de espécies endêmicas e/ou ameaçadas consultados, e considerando a comunidade de macroinvertebrados aquáticos e invertebrados bentônicos diagnosticada, não foram identificados organismos raros ou ameaçados de extinção.

Já o PAN não se aplica à biota aquática pois não possui nenhum plano de ação para esses grupos

11.6.2.8.6.7 Diagnóstico conclusivo das Áreas de Estudo Local e do Projeto com foco nas Comunidades Hidrobiológicas.

O estudo permite concluir que há alterações mensuráveis dos atributos ecológicos avaliados nas diferentes biocenoses da cadeia trófica aquática que compuseram o escopo deste diagnóstico dos cursos hídricos da Área de Estudo Local e da Área do Projeto. Em parte, estas alterações podem ser compreendidas como respostas biológicas aos estímulos representados pela ocupação da bacia hidrográfica, mas também podem estar relacionadas à própria complexidade estrutural de habitat que difere entre os pontos, proporcionando diversidade na fonte de entrada de energia e no tipo de substrato para colonização e forrageamento das diferentes comunidades.

As duas nascentes avaliadas apresentaram biocenoses pouco expressivas, sendo que a fauna zooplanctônica foi a melhor representada. A condição crenal destes ambientes associada ao avançado estado de comprometimento dos substratos e da vegetação nativa justificam a baixa colonização da biota aquática.

O córrego do Diogo, no trecho a montante da Barragem do Diogo, apresentou biocenoses planctônicas mais diversas e maior integridade de hábitats. Por ser uma área mais remansada e com certo grau de sombreamento do leito fluvial - devido a presença de vegetação ripária - foi evidenciada a colonização de comunidades planctônicas mais ricas. Essas condições não foram suficientes para favorecer a colonização da fauna bentônica que, no trecho do córrego a jusante da barragem, foi caracterizado por uma expressiva dominância de táxon na seca.

O córrego Pé-de-Serra é o ambiente de maior integridade de habitat verificado, o que favoreceu a colonização de táxons mais sensíveis da fauna bentônica e refletindo, por sua vez, em resultados melhores do índice de bioindicação BMWP. No entanto, a diversidade da flora e fauna planctônica não se destacou neste curso hídrico.

Da mesma forma o rio Piracicaba favoreceu a colonização dos macroinvertebrados bentônicos sem destaque para o plâncton, embora as estruturas das comunidades tenham se mantido típicas de ambientes fluviais.

A presença da biota aquática composta por grupos colonizadores tipicamente fluviais nos cursos hídricos da AEL e da Área do Projeto é um indicador de que os estímulos naturais e antropogênicos presentes atualmente na bacia e refletidos no Índice de Integridade de Habitat ainda não influenciaram sobremaneira na estrutura das biocenoses, embora as riquezas tenham sido baixas. As respostas biológicas identificadas e descritas refletiram muitas vezes as variações sazonais relacionadas às condições hidrodinâmicas dos cursos hídricos.

11.6.3 Considerações a Respeito do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006

11.6.3.1 Contextualização

Considerando o Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 1992) e o Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004), a implantação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** será realizada em áreas de abrangência do Bioma Mata Atlântica.

A utilização e a proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, no estágio primário e nos estágios secundário inicial, médio e avançado de regeneração, passaram a ser disciplinadas pela Lei Federal nº 11.428 a partir da publicação da em 22 de dezembro de 2006, considerando-se integrantes do Bioma Mata Atlântica a formações florestais nativas (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual) e também os ecossistemas associados (manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos, encraves florestais, etc), com as respectivas delimitações estabelecidas no Mapa da Área de Aplicação da referida Lei.

De acordo com o Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428/2006, publicado através do Decreto nº6.660/2008, os campos de altitude correspondem à vegetação com estrutura herbácea ou arbustiva situada nos ambientes montanos e alto-montanos, sendo os ambientes montanos definidos como aqueles localizados nas faixas de 600 a 2.000 metros de altitude nas latitudes entre 5° N e 16° S; de 500 a 1.500 metros nas latitudes entre 16° S e 24° S; e de 400 a 1.000 metros nas latitudes acima de 24° S. De acordo com esta definição, a vegetação dos Campos Rupestres Ferruginosos presente na área do Projeto se enquadram como Campos de Altitude, estando, portanto, sujeitos aos dispositivos da Lei nº 11.428/2006.

Em seu artigo 11 a Lei nº 11.428/2006 dispõe que:

> "Art. 11 O corte e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração do Bioma Mata Atlântica ficam vedados quando:
>
> I – a vegetação:
>
> a) Abrigar espécies da flora e da fauna silvestres ameaçadas de extinção, em território nacional ou em âmbito estadual, assim declaradas pela União ou pelos Estados, e a intervenção ou o parcelamento puserem em risco a sobrevivência dessas espécies;
>
> b) Exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão;
>
> c) Formar corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração;
>
> d) Proteger o entorno das unidades de conservação; ou
>
> e) Possuir excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA;
>
> II – o proprietário ou posseiro não cumprir os dispositivos da legislação ambiental, em especial as exigências da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, no que respeita às Áreas de Preservação Permanente e à Reserva Legal.
>
> Parágrafo único. Verificada a ocorrência do previsto na alínea a do inciso I deste artigo, os órgãos competentes do Poder Executivo adotarão as medidas necessárias para proteger as espécies da flora e da fauna silvestres ameaçadas de extinção caso existam fatores que o exijam, ou fomentarão e apoiarão as ações e os proprietários de áreas que estejam mantendo ou sustentando a sobrevivência dessas espécies."

Nos itens que se seguem será apresentada a análise da realidade da área de estudo mediante o exposto nas alíneas a, b, c e d do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006.

11.6.3.2 Discussão da Alínea "a" do Inciso I do Artigo 11: quanto às espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção

11.6.3.2.1 Flora

Como evidenciado no Diagnóstico da Flora, durante os levantamentos de campo, foi constatada a ocorrência na Área do Projeto de 11 espécies citadas na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Ministério do Meio Ambiente (Portaria MMA nº 443/2014), e/ou na Lista das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção do Estado de Minas Gerais (BIODIVERSITAS, 2007), e/ou na lista da IUCN (IUCN, 2021) conforme descrição apresentada no Quadro 201.

A seguir a são apresentadas as distribuições geográficas dos 11 táxons. Para verificação da distribuição foram coletados dados do sítio *SpeciesLink* (https://api.splink.org.br/), através do programa *R software*, por meio de código disponibilizado por Saramortara/Rspecieslink (2020) e dos aplicativos ("*packages*") *CoordinateCleaner* e *rnaturalearthdata* (ZIZKA *et al.,* 2019), modelados para limpar erros em dados de coleção biológia e paleontológica.

Quadro 201 Espécies ameaçadas registradas na Área do Projeto

Legenda: MG = Biodiversitas (2007); MMA 2014 = Portaria MMA nº 443 de 2014; IUCN = IUCN (2020); ** espécies consideradas ameaçadas em lista oficial; FES = Floresta Estacional Semidecidual; CRF = Campo Rupestre Ferruginoso

Família	Espécie	Hábitat	*Status* de ameaça			Local
			MG	MMA 2014	IUCN	
Fabaceae	*Abarema cochliacarpos*	FES			VU	AP, AEL
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa***	FES		VU		AP, AEL
Fabaceae	*Chamaecrista mucronata*	CRF	VU			AP
Fabaceae	*Dalbergia nigra***	FES	VU	VU	VU	AP, AEL
Fabaceae	*Machaerium villosum*	FES			VU	AP
Fabaceae	*Melanoxylon brauna***	FES	VU	VU		AP, AEL
Fabaceae	*Plathymenia reticulata*	FES			VU	AP
Fabaceae	*Tachigali friburgensis*	FES	EN			AP
Malpighiaceae	*Peixotoa glabra*	CRF	VU			AP
Myrtaceae	*Siphoneugena densiflora*	FES			VU	AP
Rubiaceae	*Rudgea gardenioides*	FES	VU			AP

- ***Abarema cochliacarpos (Fabaceae)***

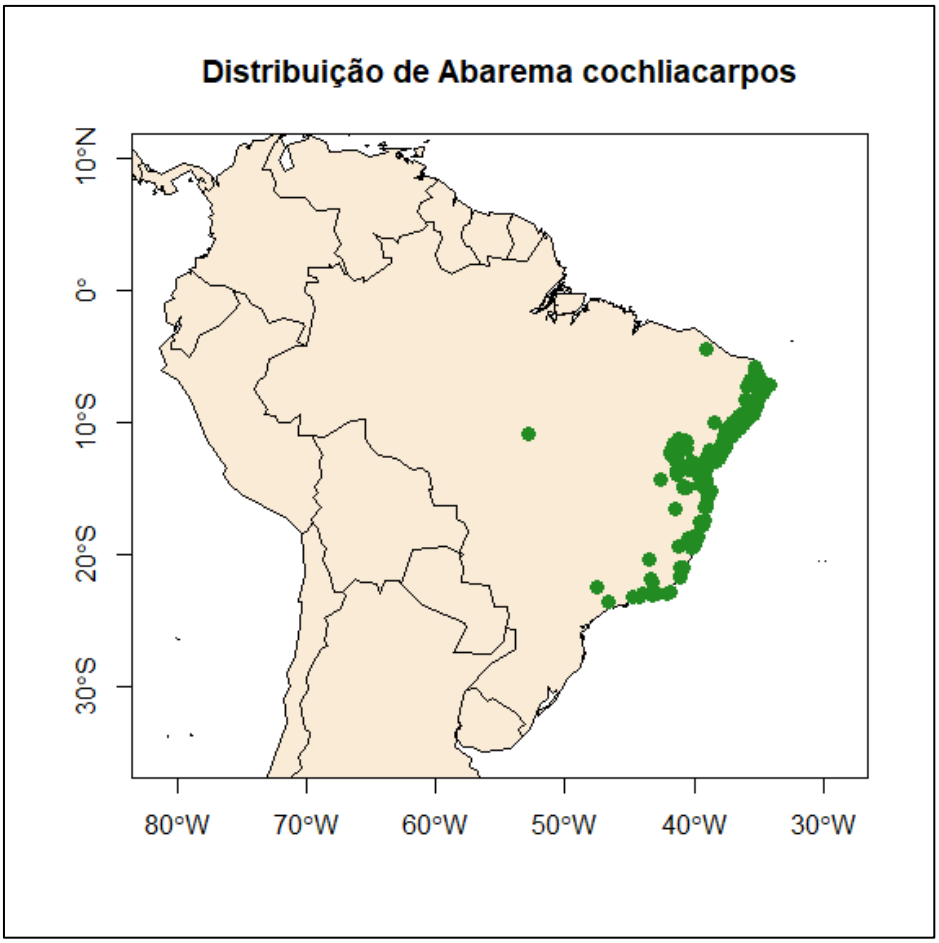
Abarema cochliacarpos é árvore com altura potencial de cerca de 30 m (OLIVEIRA-FILHO, 2010) podendo apresentar a forma de subarbusto arborescente (BARNEBY; GRIMES, 1996). Apesar de ter sido classificada como ameaçada pela IUCN, é considerada por CNCFlora (2020b) como espécie de ampla distribuição. Apesar da perda de habitat documentada em algumas localidades de ocorrência, não apresenta risco de extinção, conflitando com IUCN-Brasil, que a considera vulnerável.

A espécie foi registrada na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado na Área do Projeto.

No Brasil a espécie ocorre nos Domínios Fitogeográficos: Cerrado, Mata Atlântica, nas fisionomias de Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), e Restinga (MORIM *et al.,* 2020).

A Figura 266 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *A. cochliacarpos* construído a partir de 782 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 8 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 266 Distribuição geográfica de *Abarema cochliacarpos* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



Fonte: SETE, 2020

Foto 330 Abarema cochliacarpos - hábito.

Fonte: SETE, 2020

Foto 331 Abarema cochliacarpos - folha.

- ***Apuleia leiocarpa (Fabaceae)***

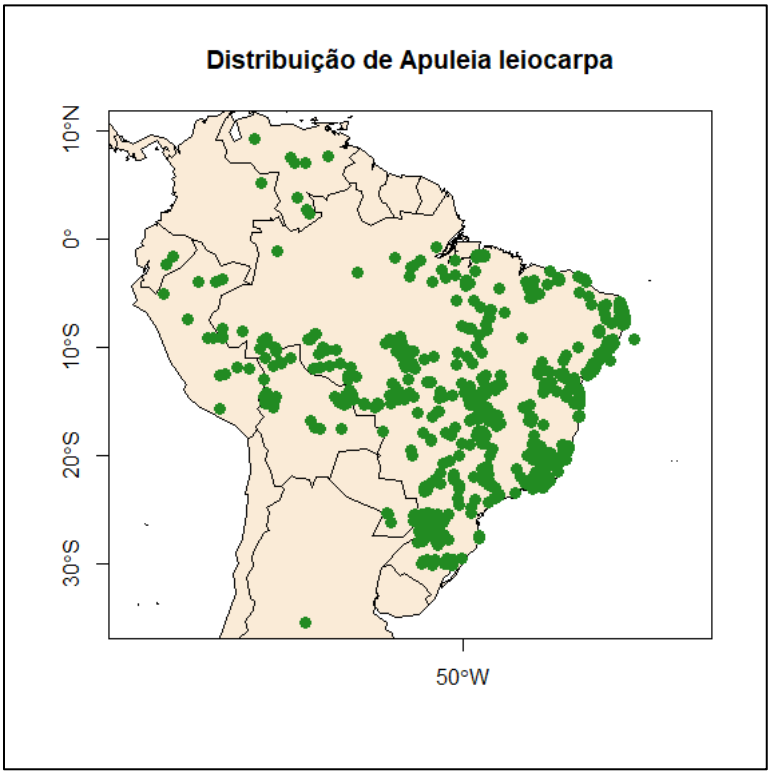
Apuleia leiocarpa é espécie amplamente utilizada pela indústria madeireira, e estima-se que, em um período de quatro anos, sua população tenha perdido 10% dos indivíduos no Estado de Santa Catarina (CNCFlora 2012h). Recomenda-se para o estado de SC, e por extensão para a espécie, o monitoramento a fim de estabilizar a população e a implementação do manejo sustentável da espécie. Ruschel *et al.* (2003) relatou a importância de *A. leiocarpa* como uma das principais espécies entre 65 utilizadas por madeireiros em Santa Catarina.

Ao longo das áreas estudadas a espécie foi encontrada na Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios de regeneração na Área do Projeto e na AEL e nos plantios de ecucalipto não manejados na área de expansão da cava Morro Agudo.

No Brasil a espécie ocorre nos Domínios Fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, nas fitosifisionomias de Área Antrópica, Caatinga (stricto sensu), Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Restinga, Savana Amazônica (FALCÃO JUNIOR & MANSANO, 2020).

A Figura 267 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *A. leiocarpa* a partir de 1870 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 241 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 267 Distribuição geográfica de *Apuleia leiocarpa* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



Fonte: SETE, 2020

Foto 332 *Apuleia leiocarpa* - hábito.

Fonte: SETE, 2020

Foto 333 *Apuleia leiocarpa*- ramos e frutos.

- ***Chamaecrista mucronata* (Fabaceae)**

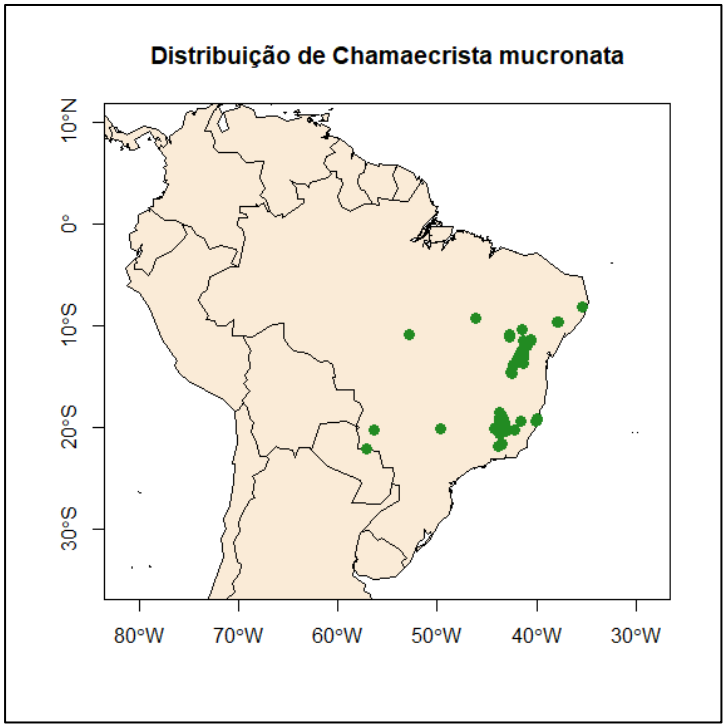
Chamaecrista mucronata é parte de um gênero que apresenta preferência por terrenos elevados, acima de 900 m de altitude, com destaque na Cadeia do Espinhaço. RANDO & PIRANI (2011) citam que esse é um dos seis táxons disjuntos do gênero, pois ocorre também no leste do Espírito Santo.

No Brasil a espécie ocorre nos Domínios Fitogeográficos: Cerrado, Mata Atlântica, nos tipos de vegetação de Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Restinga (*Chamaecrista* in FLORA DO BRASIL, 2020).

Ao longo das áreas estudadas a espécie foi encontrada no Campo Rupestre Ferruginoso na Área do Projeto.

A Figura 268 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *C. mucronata* a partir de 375 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 197 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 268 Distribuição geográfica de *Chamaecrista mucronata* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



- ***Dalbergia nigra* (Fabaceae)**

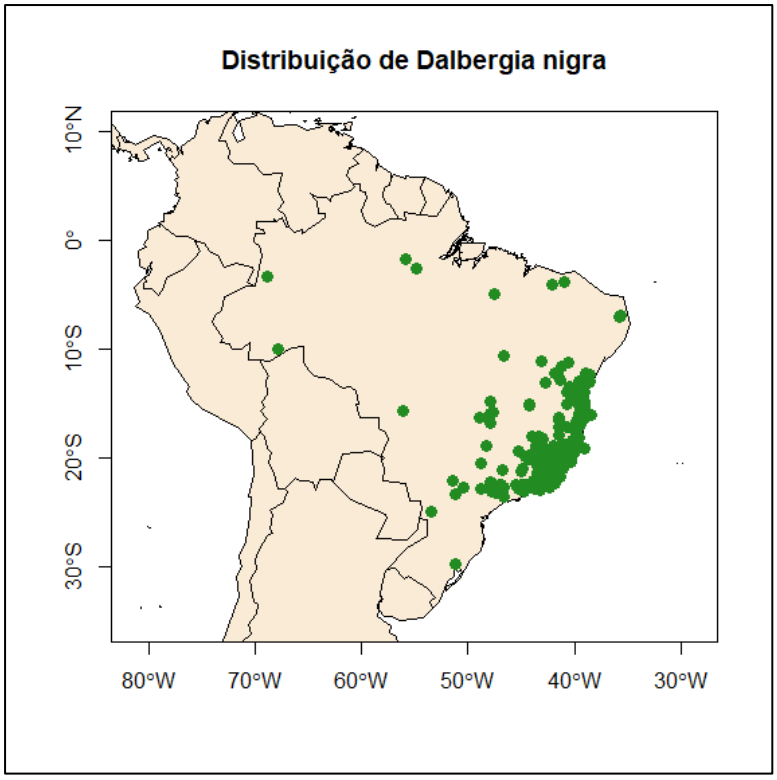
Dalbergia nigra é uma árvore com cerca de 25 m de altura (OLIVEIRA-FILHO, 2010), 15 a 45 cm de DAP, podendo atingir excepcionalmente até 35 m de altura e 155 cm de DAP na idade adulta (LEÃO & VINHA, 1975). É considerada endêmica da Floresta Atlântica do Brasil, ocorrendo nas fisionomias vegetais de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila (FILARDI *et al.*, 2021).

É espécie que tem valor econômico extremamente alto, tendo sido considerada a melhor madeira do Brasil para construção civil e fabricação de móveis finos e instrumentos musicais. Apresenta ampla distribuição no país, mas, ainda assim, é considerada rara em floresta primária. Atualmente é encontrada principalmente em áreas com algum nível de perturbação, sendo raros os indivíduos de grande porte (RIBEIRO *et al.,* 2011). Em função da extração ilegal da madeira é necessário o controle das suas áreas de ocorrência, assim como estudos que comprovem a variabilidade genética da população. (CNCFlora 2012f).

Ao longo das áreas estudadas a espécie foi encontrada na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e médio/avançado de regeneração.

A Figura 269 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *D. nigra* a partir de 813 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 263 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 269 Distribuição geográfica de *Dalbergia nigra* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



- ***Machaerium villosum* (Fabaceae)**

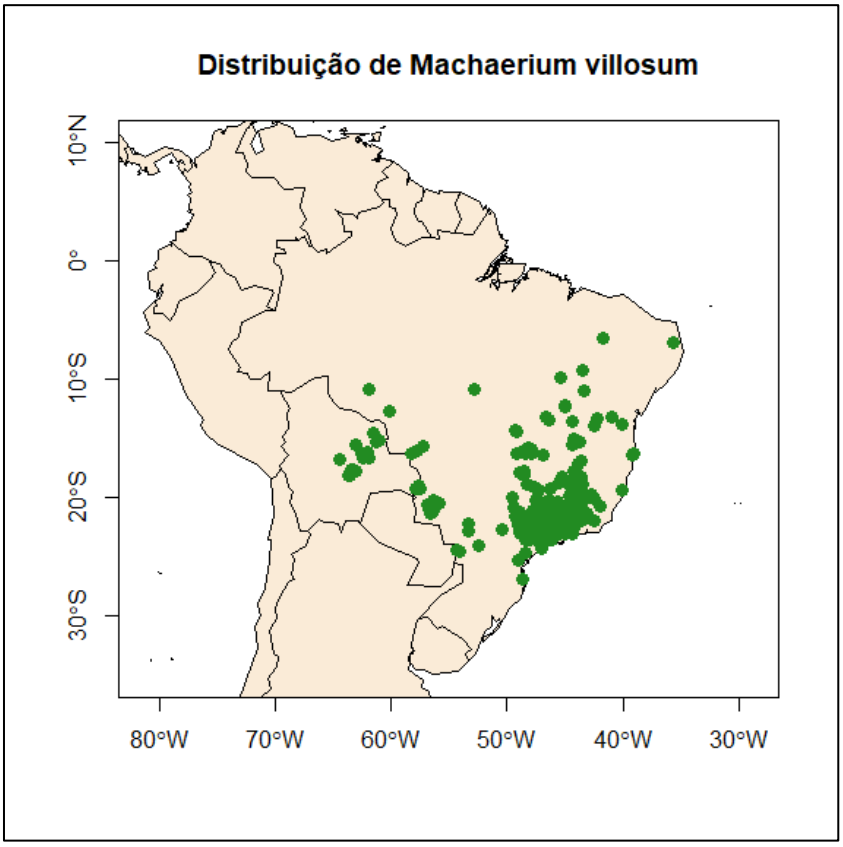
Machaerium villosum é uma árvore com cerca de 18 m de altura (OLIVEIRA-FILHO, 2010). Apesar da perda populacional para a espécie, *M. villosum* é amplamente distribuída e não apresenta uso nem ameaça pontual. Portanto não está sob risco de extinção segundo CNCFlora (2012d), diferentemente do que considera IUCN-Brasil.

Ao longo das áreas estudadas a espécie foi encontrada na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e médio/avanaçado de regeneração.

No Brasil a espécie ocorre nos Domínios Fitogeográficos: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal, nas fitofisionomias Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual. (*Machaerium* in Flora do Brasil 2020).

A Figura 270 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *M. villosum* a partir de 842 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 285 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 270 Distribuição geográfica de *Machaerium villosum* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



- ***Melanoxylon brauna* (Fabaceae)**

Melanoxylon brauna é uma árvore de até 30 metros de altura (OLIVEIRA-FILHO, 2010), intimamente ligada à suas regiões de ocorrência, pois apresenta especificidade de hábitat, a saber: Floresta Pluvial, Nebular e Semidecídua, na Mata Atlântica. Por outro lado, é uma planta considerada abundante em vários pontos de ocorrência (CNCFlora 2012e).

M. brauna é uma das madeiras mais apreciadas da Mata Atlântica, tendo sido amplamente utilizada para construção civil, sendo indicada para uso em peças de longa duração como vigas, cubos de roda, pontes, obras externas pesadas, pisos e similares (REMADE, 2012).

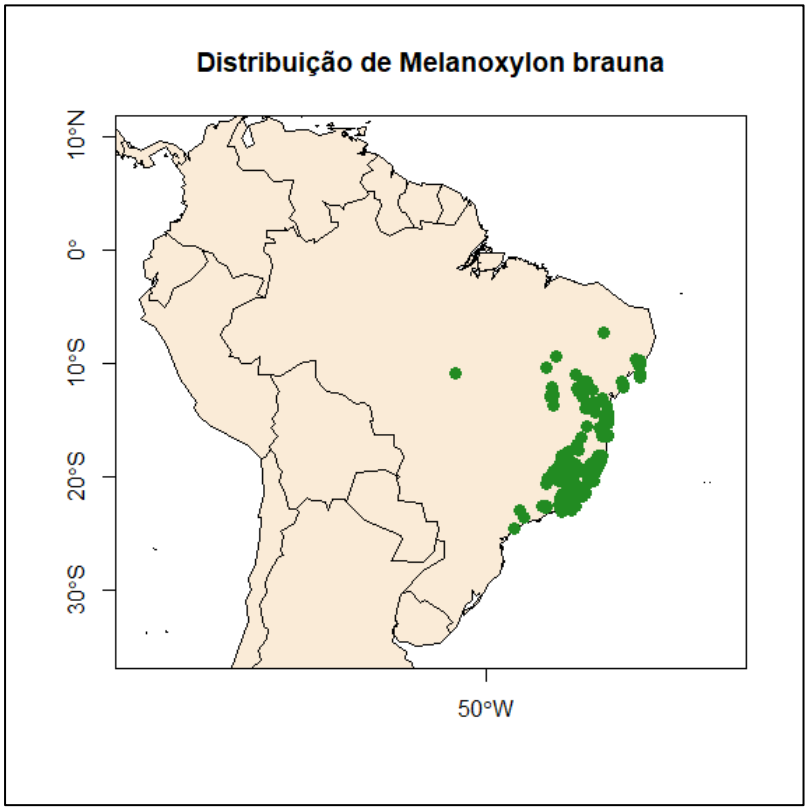
Está sujeita a duas situações de ameaça, considerando sua presença dentro e fora de unidades de conservação (SNUC): a extração ilegal fora das áreas de preservação e a perda de área de vida, já que a Mata Atlântica preservada está reduzida a 8,5% na Bahia; 10% no Espírito Santo e Minas Gerais; e 18,38% no Rio de Janeiro (SOS; INPE, 2011).

Ao longo das áreas estudadas a espécie foi encontrada na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração na AEL e na AP.

No Brasil a espécie ocorre nos Domínios Fitogeográficos: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, nas fisionomias de Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial) (RANDO *et al*., 2020).

A Figura 271 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *M. brauna* a partir de 525 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 160 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 271 Distribuição de *Melanoxylon brauna* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



- ***Plathymenia reticulata* (Fabaceae)**

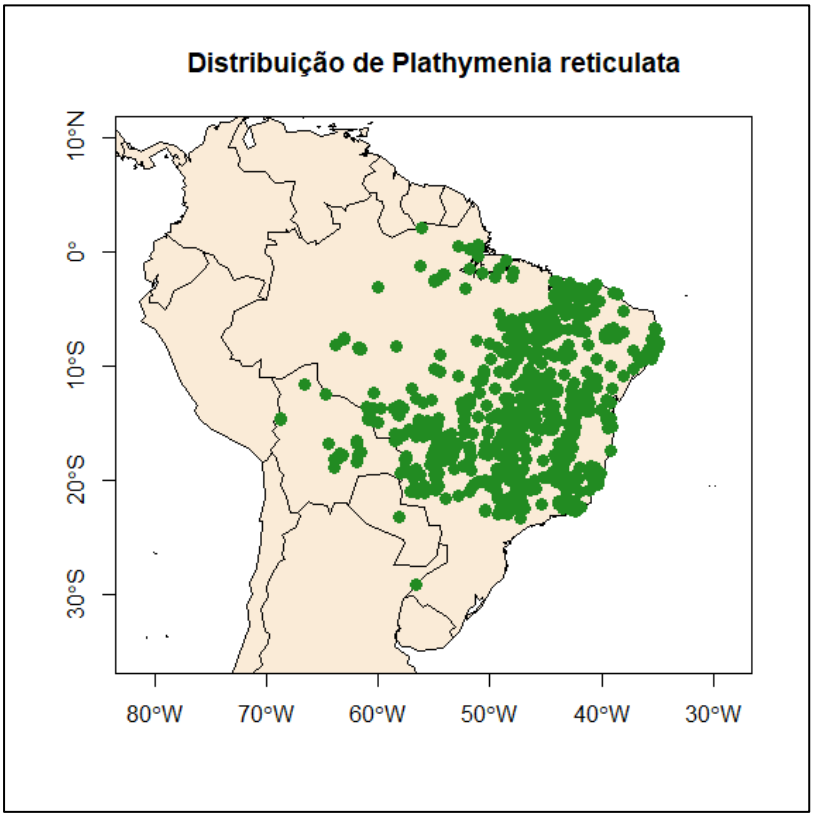
Plathymenia reticulata apresenta valor madeireiro e por isso CNCFlora (2012g), recomenda uma legislação para regulamentar sua retirada da natureza.

Ao longo das áreas estudadas a espécie foi encontrada na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/ avançado de sucessão na AP.

Plathymenia reticulata é uma espécie amplamente distribuída em diferentes domínios fitogeográficos. No Brasil a espécie ocorre nos Domínios Fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, nas vegetações de Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial) (MORIM, 2020).

A Figura 272 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *P. reticulata* a partir de 2186 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 413 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 272 Distribuição geográfica de *Plathymenia reticulata* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



- ***Tachigali friburgensis* (Fabaceae)**

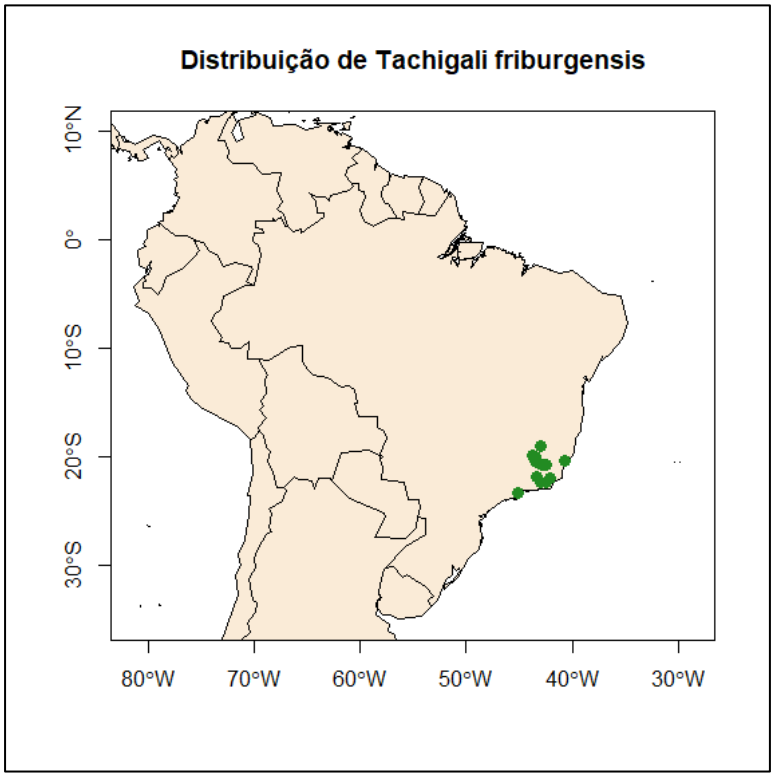
Tachigali friburgensis é uma árvore de até 22 m de altura, com ocorência nas encostas das serras do Mar e da Mantiqueira nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais.

A espécie foi encontrada na FESm e FESm/a, em fundos de vale e encostas íngremes, na AP.

Em geral tem sido observada em trechos de Floresta Ombrófila Densa, Montana e Altomontana, em trechos com altitude acima de 800 m e em Floresta Estacional Semidecidual na Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais (SILVA, 2007), ocorrendo no Domínio Fitogeográfico da Mata Atlântica (*Tachigali* in Flora do Brasil 2020).

A Figura 273 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *T. friburgensis* a partir de 33 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 14 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 273 Distribuição geográfica de *Tachigali friburgensis* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



Fonte: SETE, 2020

Foto 334 *Tachigali friburgensis* - circunferência do tronco.

Fonte: SETE, 2020

Foto 335 *Tachigali friburgensis* – folhas.

- ***Peixotoa glabra* (Malpighiaceae)**

Peixotoa glabra ocorre de forma ampla no território brasileiro e apresenta extensão de ocorrência de 182.170 Km². A espécie é bem representada em herbários, tendo sido documentada para diversas unidades de conservação. Portanto, *P. glabra* foi categorizada como "pouco preocupante" segundo CNCFlora (2012f), apesar de ser citada como "vulnerável" em Biodiversitas (2007).

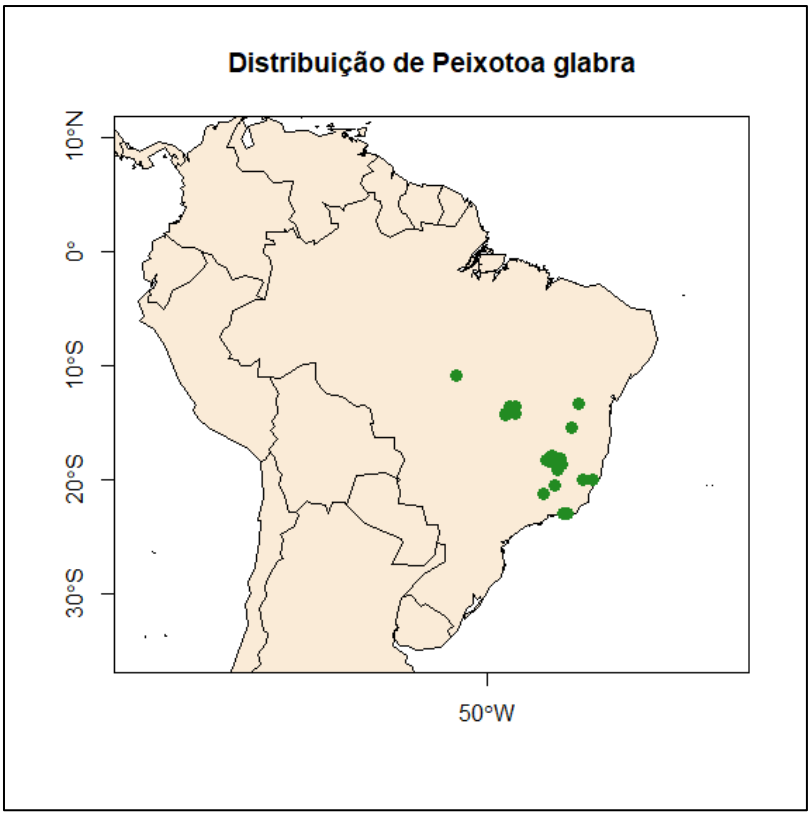
A espécie ocorre no bioma Cerrado, nos Estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais (MAMEDE, 2010). De acordo com Amorim (CNCFlora 2012f) os registros de ocorrência da espécie estão sendo ampliados desde sua descrição.

Ao longo das áreas estudadas a espécie foi encontrada no Campo Rupestre Ferruginoso na AP.

No Brasil, a espécie ocorre no Domínio Fitogeográfico do Cerrado, em Campo Rupestre (*Peixotoa* in Flora do Brasil 2020). Segundo Amorim (CNCFlora 2012f) a espécie está associada à adaptação ao fogo.

A Figura 274 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *P. glabra* a partir de 157 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 126 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 274 Distribuição geográfica de *Peixotoa glabra* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



Fonte: SETE, 2020

Foto 336 ***Peixotoa glabra*** **- flores.**

Fonte: SETE, 2020

Foto 337 ***Peixotoa glabra*** **– folhas.**

- ***Siphoneugena densiflora*** **(Myrtaceae)**

Siphoneugena densiflora é espécie arbórea amplamente distribuída encontrada na Mata Atlântica e no Cerrado. Apesar de ser encontrada em uma região com intensa ação antrópica, ocorre em diversas Unidades de Conservação e estima-se que seja abundante localmente. Dessa maneira a espécie é consideradacomo menos preocupante em relação ao risco de extinção (LC), segundo CNCFlora (2012i), ao contrário do citado por IUCN-Brasil.

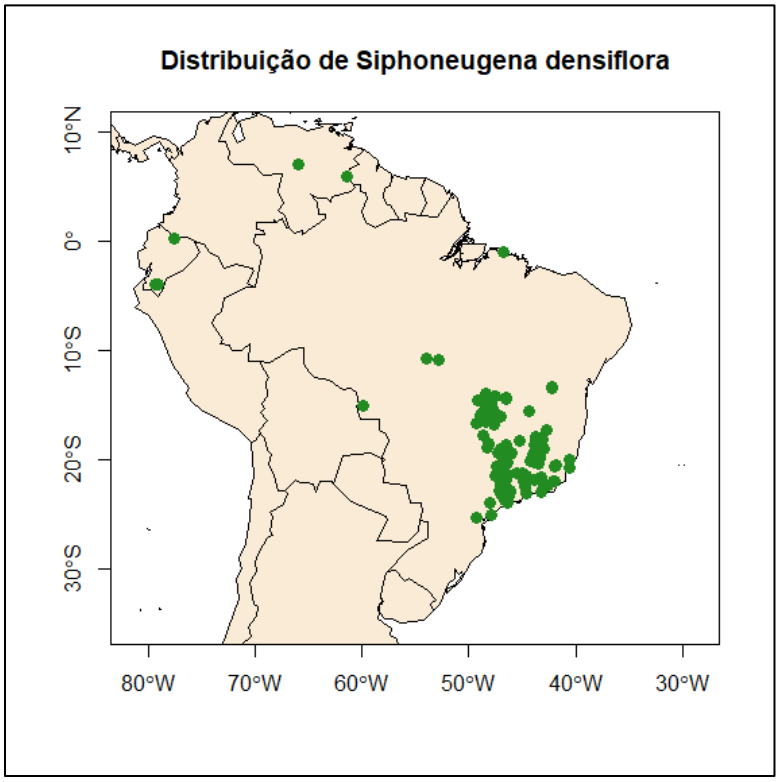
As florestas ripárias em que a espécie ocorre estão entre os ecossistemas mais impactados pelas atividades humanas (ROCHA *et al.* 2005). As florestas estacionais semideciduais montanas também são ameaçadas pela ocorrência de incêndios e pela expansão de atividades agropecuárias (OLIVEIRA-FILHO *et al.* 2004).

Nas áreas estudadas a espécie foi encontrada na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração e eucaliptais.

No Brasil, a espécie ocorre nos Domínios Fitogeográficos do Cerrado, Mata Atlântica e nas fisionomias vegetais de Cerrado (lato sensu) e Floresta Estacional Semidecidual (PROENÇA, C.E.B. 2020.).

A Figura 275 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *S. densiflora* a partir de 559 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 206 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 275 Distribuição Geográfica de *Siphoneugena densiflora* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



Fonte: SETE, 2020

Foto 338 *Siphoneugena densiflora*- circunferência do tronco.

Fonte: SETE, 2020

Foto 339 *Siphoneugena densiflora* – folhas.

- ***Rudgea gardenioides* (Rubiaceae)**

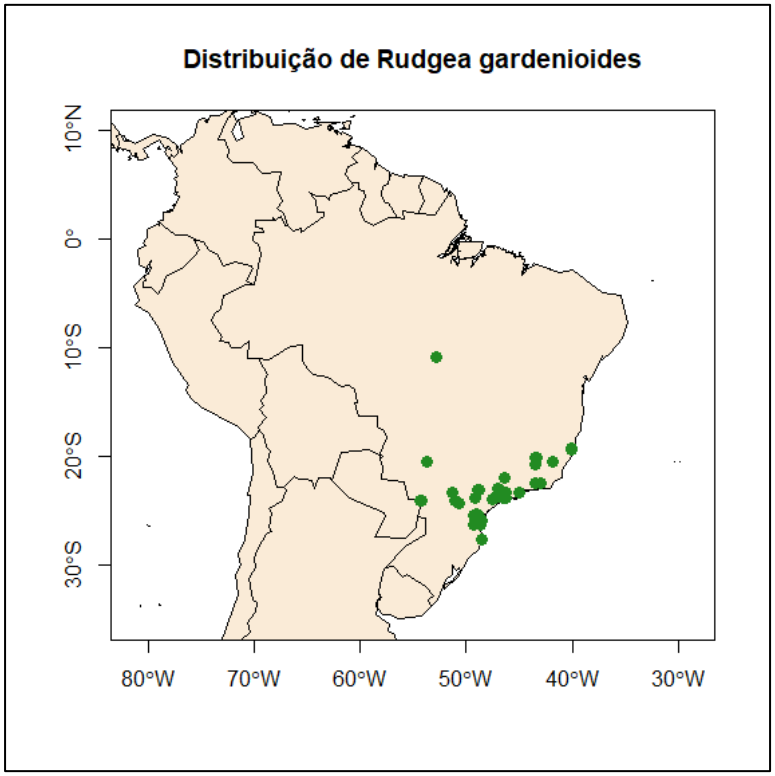
Rudgea gardenioides é uma árvore de até 8 metros de altura (Oliveira-Filho, 2006).

Ao longo das áreas estudadas a espécie foi encontrada na Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração em fundos de vale na AP.

No Brasil a espécie ocorre no Domínio Fitogeográfico da Mata Atlântica, nas fitofisionomias: Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial) e Floresta Ombrófila Mista (*Rudgea* in Flora do Brasil 2020).

A Figura 276 apresenta o mapa de distribuição geográfica de *R. gardenioides* a partir de 157 registros depositados nos mais diversos herbários. Destes registros, há 13 assinalados para o estado de Minas Gerais.

Figura 276 Distribuição geográfica de *Rudgea gardenioides* a partir de registros de ocorrência disponibilizados em herbários para o Brasil.



Considerando o conhecimento da ocorrência das 11 espécies da flora ameaçadas de extinção, descritas nos parágrafos acima, em outras áreas é possível afirmar que elas não se encontram restritas às áreas passíveis de intervenção para a implantação do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa, portanto, o impacto previsto, embora negativo, não implica em risco a sobrevivência ou de extinção das mesmas. Ressalta-se que algumas dessas espécies encontram-se amplamente distribuídas e protegidas em diversas Unidades de conservação do Estado de Minas Gerais.

11.6.3.2.2 Fauna

Durante os levantamentos de campo para coleta de dados primários 35 espécies da **herpetofauna** foram registradas, sendo 31 anfíbios e quatro répteis (SETE, 2021). Nenhuma das espécies é citada nas listas de espécies ameaçadas a nível estadual ou nacional.

A **mastofauna terrestre** registrada na AEL do Projeto contou com o registro de 28 mamíferos não voadores distribuídos em sete ordens (Artiodactyla, Carnivora, Cingulata, Didelphimorphia, Primates, Rodentia e Lagomorpha), contemplando 12 famílias distintas. Quatro registros da mastofauna de médio e grande porte merecem destaque devido à sua classificação de ameaça, conforme evidenciado no Quadro 202 a seguir. *Pecari tajacu* (cateto), *Lycalopex vetulus* (raposinha-do-campo), *Puma concolor* (onça-parda) e *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) estão contempladas pelo status "Vulnerável" nas listas estadual e/ou nacional.

Quadro 202 Espécies da mastofauna terrestre registradas no EIA, classificadas com status de ameaça das listas consultadas.

Fonte: Sete, 2021.

Legenda: Status de ameaça: VU = vulnerável; MG = lista oficial da fauna de Minas Gerais ameaçada de extinção (COPAM, 2010), BR = lista oficial da fauna brasileira ameaçada de extinção (MMA, 2014).

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Status de Conservação	
				MG	BR
Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	caititu	VU	-
Carnivora	Canidae	*Chrysocyon brachyurus*	lobo-guará	VU	VU
		Lycalopex vetulus	raposinha-do-campo	-	VU
	Felidae	*Puma concolor*	onça-parda	VU	VU

Estes mamíferos demandam extensas áreas de vida e possuem elevada capacidade de deslocamento/dispersão, cuja ocorrência geralmente está associadas às áreas preservadas e com remanescentes florestais. Desta forma, apesar de tais status, todas estas espécies possuem ampla distribuição geográfica conhecida e podem ser encontradas em uma grande variedade de hábitats.

A **mastofauna voadora**, amostrada por meio da metodologia de sonares que gravam suas vocalizações, contou com o registro de 24 espécies pertencentes às famílias Emballonuridae, Molossidae e Vespertilionidae (SETE, 2021). Nenhum dos táxons registrado é citado nas listas de fauna ameaçada de nível estadual e nacional.

Das 179 espécies de **aves** registradas por dados primários na AEL, distribuídas em 44 famílias, três se enquadram em algum grau de ameaça de acordo com as listas consultadas (COPAM, 2010; MMA, 2014). Conforme Quadro 203 a seguir, a águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) é classificada na categoria "Em Perigo" (EP) de extinção para todas as listas consultadas e o curió (*Sporophila angolensis*), considerada "Criticamente Ameaçada" (CR) no estado de Minas Gerais.

Quadro 203 Espécies da avifauna terrestre registradas no EIA, classificadas com status de ameaça das listas consultadas.

Fonte: Sete, 2021.

Legenda: Status de ameaça: CR = criticamente em perigo; EP = em perigo; MG = lista oficial da fauna de Minas Gerais ameaçada de extinção (COPAM, 2010), BR = lista oficial da fauna brasileira ameaçada de extinção (MMA, 2014).

Táxon	**Nome comum**	**Status de conservação**	
		MG	**BR**
Urubitinga coronata	águia-cinzenta	EP	EP
Sporophila angolensis	curió	CR	-

A **ictiofauna**, por sua vez, registrou 14 espécies distintas na AEL, mediante captura de 579 exemplares pertencentes a quatro ordens e cinco famílias. Dentre tais espécies apenas o cascudinho (*Pareiorhaphis scutula*) é citado em uma das listas de espécies ameaçadas, sendo contemplado na categoria "Em Perigo" a nível nacional (Quadro 204). Esta espécie é, também, restrita a certas porções das regiões de cabeceira da bacia do rio Doce – e, portanto, endêmica - especificamente na sub-bacia do rio Piracicaba, no Estado de Minas Gerais.

Quadro 204 Espécies da ictiofauna terrestre registradas no EIA, classificadas com status de ameaça das listas consultadas.

Fonte: Sete, 2021.

Legenda: Status de ameaça: EP = em perigo; MG = lista oficial da fauna de Minas Gerais ameaçada de extinção (COPAM, 2010), BR = lista oficial da fauna brasileira ameaçada de extinção (MMA, 2014).

Ordem	**Família**	**Táxon**	**Nome Popular**	**Status de Conservação**	
				MG	**BR**
Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhaphis scutula*	Cascudinho	-	EP

Analisados tais dados, e considerando a extensão e a conectividade da área de fragmentos florestais a ser suprimida, acredita-se que a implantação deste Projeto e seus impactos sobre a fauna não colocarão em risco a sobrevivência das espécies destacadas.

Considerando o conhecimento da ocorrência das espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção na região de inserção do Projeto, é possível afirmar que nenhuma delas encontra se restrita às áreas passíveis de intervenção, portanto, o impacto previsto não implica em risco a sobrevivência ou de extinção dessas espécies. Desta forma, desconsidera-se a aplicabilidade da restrição prevista na alínea "a" do inciso I do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006.

11.6.3.3 Discussão da Alínea "b" do Inciso I do Artigo 11: sobre a proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão

O Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa está inserido na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (bacia estadual), por sua vez afluente de primeira ordem da margem esquerda do rio Doce (bacia federal), localizada na porção centro-leste do estado de Minas Gerais.

A rede de drenagem da Área de Estudo Local e Área do Projeto é densa e de padrão dendrítico, apresentando um nítido controle estrutural segundo a direção de falhas, eixos de sinclinais e anticlinais, fraturas e lineamentos estruturais e abrange sub-bacias tributárias diretas da margem esquerda do rio Piracicaba, quais sejam: córrego Pé-de-Serra (sub-bacia 1), na porção norte; córrego do Diogo (sub-bacia 2), na porção leste; córrego Vale das Cobras (sub-bacia 3), na porção centro-oeste; córrego do Elefante (sub-bacia 4), na porção sudoeste; córrego da Pêra (sub-bacia 5), na porção sudeste; e uma pequena sub-bacia de curso d'água sem denominação formal (sub-bacia 6).

As cabeceiras dos principais cursos d'água dessa rede de drenagem estão situadas em cotas altimétricas entre 900 e 950 metros, na vertente leste-sudeste da serra da Água Limpa, da qual fazem parte as serras do Morro Agudo (porção noroeste-norte-nordeste) e do Morro do Elefante (porção sudoeste).

A sub-bacia do córrego Pé-de-Serra está localizada na porção norte da AEL e fora do limite da área do Projeto e tem cabeceiras situadas na serra do Morro Agudo a uma altitude de 950 m e seu leito principal drena no sentido oeste-leste.

A sub-bacia do córrego Vale das Cobras constitui a rede de drenagem principal da área do Projeto. O córrego Vale das Cobras é formado pela confluência de três drenagens com cabeceiras em altitudes entre 900-950 metros situadas na vertente leste-sudeste da serra do Morro Agudo e seu talvegue principal drena segundo noroeste-sudeste.

As sub-bacias dos córregos do Elefante e da Pêra estão situadas na porção sul sudoeste da AEL e, também, fora dos limites da área do Projeto. O córrego do Elefante nasce entre a serra Morro do Elefante e a serra de Água Limpa e seu leito principal drena segundo a direção sudoeste-nordeste. O córrego da Pêra e tem cabeceiras situadas na serra do Morro do Elefante a cerca de 900 m de altitude e seu talvegue principal drena segundo noroeste-sudeste. Uma pequena sub-bacia sem denominação integra a rede de drenagem da AEL e seu curso d'água principal nasce a 650 m de altitude e drena sentido noroeste-sudeste até desaguar no rio Piracicaba.

A Lei Estadual nº 10.793/1992, que dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no estado de Minas Gerais, estabelece em seu artigo 1º que:

> "Ficam considerados mananciais, para os efeitos desta lei, aqueles situados a montante de ponto de captação previsto ou existente, cujas águas estejam ou venham a estar classificadas na Classe Especial e na Classe I da Resolução 20, de 18 de junho de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, e na Deliberação Normativa nº 10 de 16 de dezembro de 1986 do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM".

A Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, em âmbito federal visando à avaliação da qualidade das águas superficiais. Em âmbito estadual, em Minas Gerais, utiliza-se a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008. No presente diagnóstico serão adotados os valores máximos permitidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008 (DN COPAM-CERH nº 01/2008), por se tratar da legislação mais restritiva.

O enquadramento dos corpos d'água da bacia do rio Piracicaba foi definido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 09/1994. Segundo esta legislação o rio Piracicaba é classificado como Classe 1 em sua cabeceira, próximo à serra do Caraça, em Ouro Preto, e como Classe 2 no trecho da AEL e da área do Projeto em estudo estão inseridas. Contudo, essa legislação não apresenta enquadramento dos cursos d'água avaliados neste diagnóstico na AEL e na área do Projeto. Assim sendo e considerando o estabelecido pelo art. 42 da Resolução CONAMA nº 357/2005, o enquadramento é considerado como Classe 2 para fins deste diagnóstico:

> "Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade forem melhores, o que determinará a aplicação de classe mais rigorosa correspondente".

Aplicando este conceito para determinação da abrangência da alínea "b", a área do Projeto em estudo **não é considerada manancial** de acordo com a Lei Estadual nº 10.793/1992.

Na AEL as classes de solo dominantes são: Latossolo Vermelho-Amarelo (27,74%), Neossolo Litólico (18,58%) e Cambissolo (11,90%), correspondendo à 46,12% de toda esta área. Verifica-se, ainda, que grande parte da AEL (25,55%) corresponde a solo antropizado pela atividade minerária (cavas, pilhas e outras estruturas da Mina de Água Limpa). Na Área do Projeto predomina Latossolo Vermelho-Amarelo (49,11%) que ocupa 83,48 ha. As demais classes (Cambissolo + Cambissolo/Neossolo Litólico + Neossolo Litólico) compreendem juntas 17,22% da área perfazendo 29,26 ha; solo antropizado ocupa 29,10% (49,47 ha) e acessos operacionais ocupam 4,58% (7,78 ha) da área do Projeto.

A AEL e área do Projeto apresentam aptidão agrícola, em geral, baixa ou nula, decorrente principalmente do relevo movimentado e da pouca profundidade dos solos. Esse fator ocasionou o aproveitamento, no passado, por reflorestamento de eucalipto em porções de terra com relevo menos movimentado. Na AEL o predomínio de solos de baixa aptidão agrícola ocasionou o aproveitamento, no passado, por reflorestamento de eucalipto nas terras de menor declividade e a manutenção da vegetação natural nas terras sem aptidão, formada atualmente por matas nativas. Por outro lado, na área do Projeto a composição geológica refletiu na sua utilização para mineração. A suscetibilidade erosiva na AEL e na Área do Projeto é baixa a média, com trechos mais restritos, de áreas alteradas e sem cobertura vegetal e em relevo íngreme onde a suscetibilidade é alta.

Assim as áreas de Estudo Local e do Projeto não se aplicam ao conceito de exercer a função de prevenção ou controle de erosão.

Descarta-se, desta forma, a necessidade de aplicação das restrições previstas na alínea "b" do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006, do território da AEL e da Área do Projeto de exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão.

11.6.3.4 Discussão da Alínea "c" do Inciso I do Artigo 11: sobre os corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração

Como evidenciado, os remanescentes florestais presentes na área de implantação do Projeto e na Área de Estudo Local apresentam elevada heterogeneidade em relação ao seu grau de conservação e estágio de sucessão.

Dados históricos demonstram que as formações florestais existentes na região foram intensamente suprimidas no início do século XVIII. No século XX, o processo de industrialização na bacia do rio Piracicaba teve início no final da década de 30 com a chegada da ferrovia no município mineiro de Itabira.

Em função dos recursos naturais encontrados na região adjacente à Itabira, associado à existência de uma rede ferroviária possibilitando o escoamento do minério (Estrada de Ferro Vitória-Minas – EFVM), foram criadas condições favoráveis para implantação do polo siderúrgico. No ano de 1975 ocorreu ainda a instalação de um outro segmento industrial, o da celulose. Nesse período extensas áreas florestadas foram alvo de extração de madeira para carvoaria sendo substituídas por vastas plantações de eucalipto.

Dessa forma, as formações vegetais presentes na AEL e na Área do Projeto, podem ser classificadas como Floresta Estacional Semidecidual secundária. Conforme resultados das análises fitossociológicas e parâmetros da Resolução CONAMA nº 392/2007, na área de abrangência do Projeto a Floresta Estacional Semidecidual se expressa predominantemente como **formações secundárias nos estágios inicial e médio de regeneração**, não havendo, portanto, remanescentes primários ou no estágio avançado de regeneração.

Apenas um pequeno trecho caracterizado como Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração foi registrado na Área do Projeto. Porém, este se encontrada circundado por áreas antropizadas e não forma corredor com outros trechos de vegetação primária e/ou em estágio avançado de regeneração.

Outro aspecto relevante refere-se à fragmentação na paisagem natural em função da presença de minerações, campos antrópicos e plantios de eucalipto. Em alguns locais a vegetação encontra-se profundamente alterada, com trechos onde a influência antrópica se mostra atuante, condicionando a distribuição dos diferentes ambientes e formações vegetais na paisagem. A fauna local já se encontra exposta a movimentação do trânsito local de máquinas e pessoas, em razão do processo histórico de ocupação da área do Projeto, da presença de propriedades rurais e estradas, bem como da operação da Mina de Água Limpa.

Diante do exposto, considera-se não ser a alínea "c" do inciso I, contidos artigo 11 da Lei nº11.428/2006 para este caso.

11.6.3.5 Discussão da Alínea "d" do Inciso I do Artigo 11: sobre a proteção do entorno de Unidades de Conservação

Como apresentado no Item 11.1 no Volume 1 deste EIA (Contexto de Áreas Protegidas), considerando um raio de 3,0 km a partir do entorno do empreendimento, identifica-se a presença da Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN do Diogo, Unidade de Conservação de Uso Sustentável de propriedade da Vale S.A., que perpassa um total de 195,31 ha aproximadamente.

A vegetação a ser suprimida com a implantação do projeto do Projeto não se encontra no entorno imediato ou na zona de amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral e, consequentemente, não exerce a função de proteger o entorno de Unidade de Conservação, descaracterizando a aplicação da "alínea d" do Inciso I do Artigo 11 da Lei nº11.428/2006.

11.6.3.6 Discussão da Alínea "e" do Inciso I do Artigo 11: sobre o excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos competentes do SISNAMA

A Área de Estudo Local, que inclui a área de implantação do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa, está posicionada na área do complexo minerário da Mina de Água Limpa.

Não existe qualquer registro de reconhecimento de excepcional valor paisagístico da área do projeto por órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. Desta maneira, não se aplicam as restrições previstas na alínea "e" do Inciso I do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006.

11.6.3.7 Conclusão

Conforme discussão apresentada as restrições previstas no Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006, definindo o veto ao corte de vegetação primária ou nos estágios médio ou avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica, não se aplicam à supressão da vegetação presente na área de implantação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**.

Desta forma, para a supressão desta vegetação, após avaliação dos impactos ambientais oriundos da implantação do empreendimento, serão aplicadas as medidas mitigatórias e compensatórias pertinentes, possibilitando a conservação das espécies de Fauna e Flora ali presentes.

11.7 Meio Socioeconômico e Cultural

11.7.1 Metodologia

Seguindo os critérios apresentados nos itens anteriores para o **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, a Área de Estudo Regional compreende os municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara onde está inserido o empreendimento.

Já a Área de Estudo Local constitui-se dos bairros Louis Ensch e Santa Isabel, também conhecido como Fundão, e a comunidade de Morro Agudo, localizados no município de Rio Piracicaba e nas proximidades do empreendimento.

Para subsidiar a análise referente às áreas de estudo regional e local do Projeto em pauta foram utilizados dados secundários e primários obtidos em diferentes fontes, principalmente por meio de endereços eletrônicos, de órgãos dos governos federal e estadual.

Procurou-se formular uma caracterização que enfocasse os traços básicos da dinâmica socioeconômica dos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara de forma que a implantação do empreendimento, seus potenciais impactos e medidas de controle propostas, estivessem referenciados neste contexto.

No diagnóstico aqui apresentado, com base nas informações e dados coletados, sempre que julgado procedente, foram feitas análises comparativas com os indicadores relativos às unidades geográficas mais abrangentes, como a microrregião de Itabira, na qual os municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara estão inseridos, além da Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e do estado de Minas Gerais.

Foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Censos Demográficos, Censo Agropecuário, Cidades, Estimativas da População, Produto Interno Bruto), Agência Nacional de Mineração - ANM, Ministério da Economia – ME/Relação Anual de Informações Sociais – RAIS, INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Censo Escolar, IDEB e Informações Estatísticas), Ministério da Educação (Cadastro e-MEC), Ministério da Saúde/Sistema Único de Saúde (TABNET: estatísticas vitais, informações epidemiológicas e morbidade, indicadores de saúde, informações de saúde, Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde), Fundação Nacional de Índios – FUNAI (terras indígenas), Fundação Cultural Palmares (Comunidades Quilombolas), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD/ Fundação João Pinheiro / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil), IPEA (Índice de Vulnerabilidade Social), Sistema Firjan e Tesouro Nacional (Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro – SICONFI), entre outros. Também foi utilizado como fonte de dados secundários do Estudo de Impacto Ambiental do Projeto de Ampliação de Morro Agudo (TOTAL MEIO AMBIENTE, 2018) de dezembro de 2018.

Vale ressaltar que foram também utilizados dados primários e informações obtidas por meio de entrevistas realizadas à época da elaboração do diagnóstico do Projeto de Sondagem Geotécnica Rio Piracicaba 2, no período de 21 a 23 de maio de 2019 (SETE, 2020), como aquelas no 5º Pelotão da Polícia Militar (Sargento Giovanni) e na Delegacia de Polícia Civil – Fabrício Queiróz Carvalho (investigador de polícia) na cidade de Rio Piracicaba.

Considerando o momento atual da pandemia COVID-19 e a impossibilidade da realização de entrevistas *in loco*, optou-se pela atualização das informações por meio de contato telefônico.

Para a elaboração do diagnóstico socioeconômico também foram utilizados dados primários por meio de entrevistas realizadas no período de 10 de julho a 21 de setembro de 2020, a partir de roteiros semiestruturados junto aos gestores públicos e instituições nos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara. Foram também identificados e caracterizados os bairros de Santa Isabel (Fundão), Louis Ensch e a comunidade de Morro Agudo, de Rio Piracicaba, localizados nas proximidades do projeto, por meio de entrevistas com lideranças comunitárias e, também, via contato telefônico (roteiros de entrevistas apresentados no **Anexo 19**).

Tais entrevistas foram realizadas com o objetivo de obter informações sobre a infraestrutura de serviços públicos, nível de organização do setor público local e a questão ambiental do município, assim como sobre informações socioeconômicas dos bairros e comunidades localizadas no entorno do projeto.

A listagem dos entrevistados, via contato telefônico, é apresentada no Quadro 205.

Quadro 205 Lista dos entrevistados

Município	Órgão/entidade	Cargo	Nome
Santa Bárbara	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Agricultura e Desenvolvimento Sustentável	Secretário Municipal	Felipe Fernandes Guerra
Santa Bárbara	CODEMA	Presidente	Felipe Fernandes Guerra
Rio Piracicaba	Hospital Júlia Kubistchek	Administradora do hospital	Adriana Ferreira de Souza
Rio Piracicaba	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura	Secretário Municipal	Gilberto Paixão dos Reis
Rio Piracicaba	CODEMA	Presidente	Gilberto Paixão dos Reis
Rio Piracicaba	-	Liderança comunitária do Bairro Santa Isabel	Leandro Augusto Ribeiro
Rio Piracicaba	Secretaria Municipal de Saúde	Secretária Municipal	Josélia Cristina Domingues Brandão
Rio Piracicaba	Associação dos Moradores do Bairro Louis Ensch - ALEAM	Presidente	Tatiane Aparecida Gomes Ferreira
Rio Piracicaba	Sociedade Esportiva de Morro Agudo	Presidente	Peron Peres de Paula
Rio Piracicaba	Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Rio Piracicaba - ACIARP	Presidente	Afonso Carlos Moura Alves
Rio Piracicaba	Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Rio Piracicaba - ACIARP	Gerente Executiva	Tatiana Paula da Silva Caldeira de Melo Camilo
Rio Piracicaba	Secretária Municipal de Administração	Secretária Municipal	Maria Cristina Martins
Rio Piracicaba	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social	Assistente Social	Amanda Muniz de Brito
Rio Piracicaba	Fazenda Pé da Serra - Comunidade de Morro Agudo/Rio Piracicaba	Proprietário	Raimundo Araújo
Rio Piracicaba	Comunidade de Morro Agudo/Rio Piracicaba	Residente da comunidade	Laércio José Sérgio Rodrigues

11.7.2 Contexto Regional

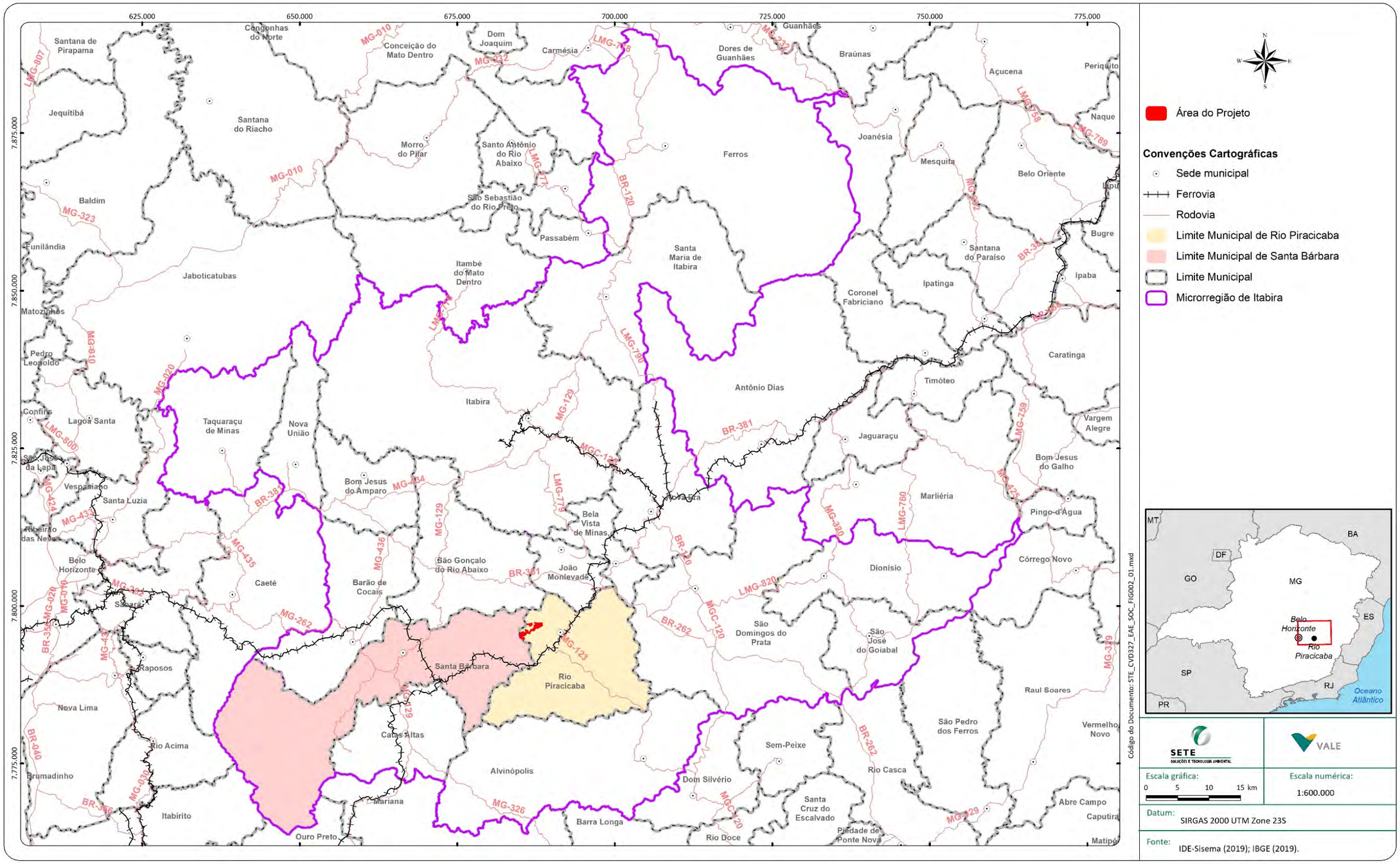
Segundo a Divisão do Brasil por Regiões Geográficas do IBGE da década de 1990, os municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara pertencem à microrregião de Itabira e à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, sendo esta última a principal mesorregião de Minas Gerais e que concentra grande parte da produção industrial e de serviços do estado (Figura 277).

A importância econômica da mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte pode ser medida pelo seu PIB – Produto Interno Bruto, que em 2017 representou 40,12% de todo o estado de Minas Gerais (IBGE, 2020i). No ano de 2020 a mesorregião respondeu por 32,24% da população estimada para o estado (IBGE, 2020h).

Já em relação à microrregião de Itabira, respondeu por 6,58% do PIB da mesorregião, e, portanto, a 2,64% do PIB do estado de Minas Gerais. O setor com maior peso na composição do valor adicionado no contexto da microrregião foi o industrial, com participação de 51,49%, seguido dos serviços com 34,02%, administração pública com 12,91% e agropecuária com 1,58% (IBGE, 2020i). Em termos de populacionais, foi responsável por 5,92% da população estimada no ano de 2020 para a mesorregião e por 1,91% de todo o estado (IBGE, 2020h).

Em relação a participação do município de Rio Piracicaba no contexto da microrregião, respondeu por 3,53% da população, segundo estimativa populacional do ano de 2020, e por 3,36% do PIB. Já Santa Bárbara respondeu por 7,78% da população estimada para o ano de 2020 e por 5,03% do PIB de 2017 na comparação com a microrregião de Itabira (IBGE, 2020h,i).

Figura 277 Localização dos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara no contexto da Microrregião de Itabira



11.7.3 Área de Estudo Regional - Município de Rio Piracicaba

11.7.3.1 Aspectos Históricos[4]

O nome do rio que dá nome à cidade, vem do tupi-guarani, significando "*lugar onde os peixes se juntam e/ou param*", embora algumas traduções citem "*rio sem peixe*" devido à cor escura característica do rio na época colonial.

O Município de Rio Piracicaba, antigo arraial de São Miguel de Rio Piracicaba, foi elevado à sede do município pela Lei Estadual número 556 de 30 de agosto de 1911. Situado na região central de Minas, na bacia do Rio Doce, o povoado teve sua origem, na última década do século XVII e início do século XVIII, os bandeirantes paulistas e baianos de que tanto nos falam as crônicas históricas. O arraial de São Miguel de Rio Piracicaba, hoje Rio Piracicaba, foi fundado pelo Paulista João dos Reis Cabral, casado com D. Maria Antunes de Camargos. No dia 29 de setembro de 1713, assentou-se às margens de um pequeno ribeirão, afluente do Rio Piracicaba, onde logo constatou a existência de grande quantidade de pepitas de ouro, lugar este que a partir desta data passou a chamar-se Córrego São Miguel, nome dado ao bairro da cidade onde se iniciou o arraial, em homenagem ao Santo do dia.

11.7.3.1.1 Dinâmica Demográfica

Entre 2000 e 2010, a população total de Rio Piracicaba cresceu 6,93%, o que equivale a uma taxa média geométrica de 0,17% ao ano, muito menor que a nacional (1,81%) e a estadual (1,34%) (IBGE, 2020b). A população urbana que respondia por 58,63% em 1970, passou a representar 79,67% em 2010, conforme dados do Quadro 206. Tal comportamento se deve mais ao declínio da população rural, redução de 47,44% entre 1970 e 2010, do que efetivamente um grande crescimento da população urbana que no mesmo período aumentou 45,30%. No ano de 2020, a estimativa para a população do município foi de 14.332 habitantes (IBGE, 2020h), crescimento de 1,29% em relação à população do ano de 2010.

Quadro 206 População total municipal, absoluta e relativa, por local de residência – Município de Rio Piracicaba (1970, 1980, 1991, 2000 e 2010)

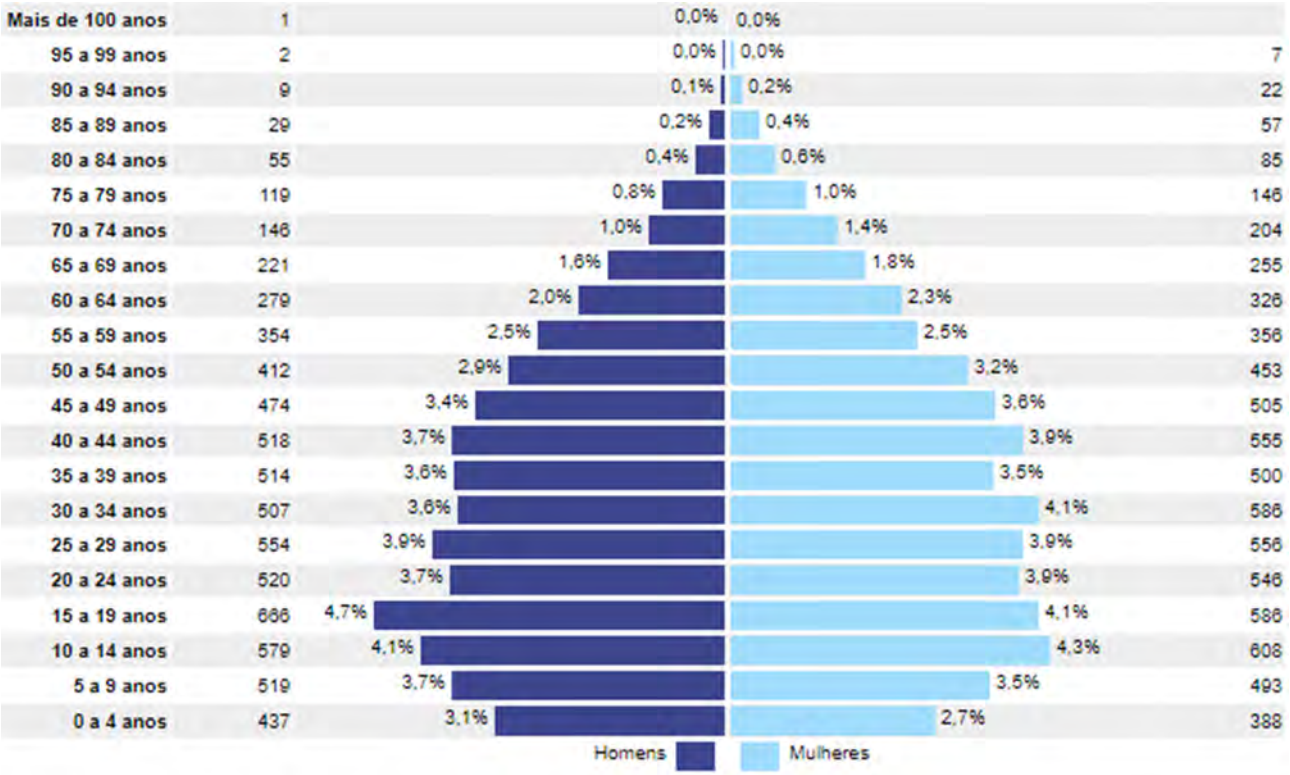
Ano	População					
	Urbana		Rural		Total	
	Absoluta	%	Absoluta	%	Absoluta	%
1970	7.758	58,63	5.474	41,37	13.232	100,00
1980	9.079	71,98	3.534	28,02	12.613	100,00
1991	10.277	75,15	3.399	24,85	13.676	100,00
2000	10.898	77,08	3.240	22,92	14.138	100,00
2010	11.272	79,67	2.877	20,33	14.149	100,00

Fonte: IBGE, 2020b, c, d, e, f.

[4] Extraído literalmente de Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba (2020a).

A distribuição etária do município em 2010, ano do último Censo Demográfico[5], é apresentada na Figura 278. É possível visualizar que as mulheres responderam por 51,1% da população e que havia uma menor participação da população de faixas de idade mais baixas, resultado que pode ser explicado, entre outros fatores, pela queda na taxa de fecundidade - passando de 2,94 filhos por mulher em 1991, para 2,3 em 2000 e 1,92 em 2010 (PNUD et al, 2020) - e do aumento na esperança de vida ao nascer - de 64,18 anos em 1991 para 67,71 em 2000 e 72,63 em 2010 (*ibidem*).

Figura 278 Distribuição Etária – Município de Rio Piracicaba (2010)



Fonte: IBGE, 2020b.

11.7.3.1.2 Dinâmica Social

11.7.3.1.2.1 Saúde

Em maio de 2020 o município de Rio Piracicaba dispunha de 23 estabelecimentos de atendimento à saúde, dos quais seis eram vinculados a administração pública (26,1%), 12 a entidades empresariais (52,2%), três a entidades sem fins lucrativos (13%), com destaque para um hospital geral, e um ligado a pessoa física (4,3%). Como mostrado no Quadro 207, das unidades vinculadas às entidades empresariais, sete eram consultórios. Na administração pública municipal, a maior parte eram postos de saúde.

[5] Previsto para o ano de 2020, o Censo Demográfico de 2020 foi adiado para 2021 em função da pandemia de COVID-19 (IBGE, 2020m).

Quadro 207 Estabelecimentos disponíveis no município de Rio Piracicaba, por tipo de estabelecimento e tipo de prestador - 2020

Tipo de Estabelecimento	Esfera Jurídica					
	Administração Pública		Demais Entidades Empresariais	Entidades sem Fins Lucrativos	Pessoas Físicas	Total
	Estadual	Municipal				
Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde	1	1	-	1	-	3
Clínica Especializada/Ambulatório Especializado	-	-	2	1	-	3
Consultório	-	-	7	-	1	8
Farmácia	-	-	2	-	-	2
Hospital Geral	-	-	-	1	-	1
Posto de Saúde	-	4	-	-	-	4
Secretaria de Saúde	-	1	-	-	-	1
Unidade de Serviço de Apoio de Diagnose e Terapia	-	-	1	-	-	1
Total	**1**	**6**	**12**	**3**	**1**	**23**

Fonte: Ministério da Saúde, 2020a.

Em maio de 2020 o hospital existente no município - Hospital Júlia Kubistchek, de caráter filantrópico - disponibilizava 38 leitos para internação, sendo 28 (73,7%) conveniados ao SUS. Predominavam os leitos clínicos (52,6%), seguido dos pediátricos (18,4%) e obstétricos (15,8%), conforme pode ser visualizado no Quadro 208.

Quadro 208 Número de leitos hospitalares de internação disponíveis, gerais e pelo SUS, por especialidade – Município de Rio Piracicaba - 2020

Especialidade	Leitos Disponíveis	
	Quantidade Existente	Quantidade SUS
Cirúrgicos	4	2
Clínicos	20	18
Obstétrico	6	3
Pediátrico	7	4
Outras Especialidades	1	1
Total	**38**	**28**

Fonte: Ministério da Saúde, 2020a.

Ao ser levada em conta a estimativa populacional para 2020 (IBGE, 2020h) calculou-se uma média de aproximadamente 2,65 leitos para cada 1.000 habitantes. Esse valor está dentro do parâmetro de referência do Ministério da Saúde (2,5 a 3 leitos/mil habitantes, segundo a Portaria nº 1.101/2002)[6].

O Hospital Júlia Kubistchek presta atendimento apenas em clínica médica e casos de baixa e média complexidade. Conta com 10 plantonistas (clínicos gerais) em seu quadro, mas o atendimento é realizado por apenas um clínico geral por turno. As cirurgias eletivas são realizadas por meio de médicos contratados. O Hospital dispõe de um ambulatório, duas salas de emergência/estabilização, uma sala de pequenas cirurgias, uma sala de cirurgia, uma sala de Raio X e um laboratório de análises clínicas. Não possui CTI/UTI.

Rio Piracicaba conta com quatro postos de Estratégia de Saúde da Família – ESF localizados nos distritos de Padre Pinto e de Conceição de Piracicaba, no bairro Louis Ensch e no centro da sede urbana. Dispõe também de duas unidades básicas de saúde situadas no bairro de Fátima e no centro (Centro Municipal de Saúde).

Em maio de 2020 o município de Rio Piracicaba contava com um total de 116 equipamentos para o atendimento à saúde, dos quais 36 (28,57%) estavam disponíveis no SUS. Trata-se de equipamentos de odontologia, de diagnóstico por imagem, por métodos gráficos, de manutenção da vida e de infraestrutura. Aqueles de odontologia representam 73,81% do total (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020a).

Em 2019 as causas de internação hospitalares, de acordo com a Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (também conhecida como Classificação Internacional de Doenças – CID 10) mais registradas no município foram aquelas relacionadas às doenças do aparelho circulatório (18,24%), à gravidez, parto e puerpério (12,38%), às doenças do aparelho respiratório (11,94%) e às doenças endócrinas nutricionais e metabólicas (11,40%) – (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b). Houve, naquele ano, um total de 921 internações de pessoas residentes no município.

Segundo a CID-10, em 2019 as principais causas de óbito dos residentes do município foram as doenças do aparelho respiratório responsáveis por 35,56% dos 45 óbitos hospitalares em Rio Piracicaba, seguido das doenças do aparelho circulatório (20,0%). Tais doenças representaram 55,56% do total de óbitos. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b).

A taxa de mortalidade infantil - número de mortes de crianças no primeiro ano de vida por 1.000 nascidos vivos – e a taxa de mortalidade de crianças de até 5 anos por 1.000 nascidos vivos, apresentaram queda significativa no período intercensitário 1991 - 2010 no município de Rio Piracicaba. Observa-se pelo Quadro 209 que o primeiro indicador regrediu de 41,05 para 19,20 no intervalo de 19 anos, enquanto o segundo reduziu consideravelmente passando de 53,69 para 22,38.

[6] A portaria foi revogada em 2015 e os parâmetros de referência foram substituídos por outros que levam em consideração especificidades de cada município. No entanto, esses dados não se encontram disponíveis em fontes de dados secundários e, por isso, neste estudo está sendo apresentado o enquadramento na referida Portaria.

Quadro 209 Mortalidade infantil e mortalidade até 5 anos de idade, por mil nascidos vivos – Município de Rio Piracicaba, Estado de Minas Gerais e Brasil – 1991, 2000 e 2010

Municípios	Mortalidade infantil			Mortalidade até 5 anos de idade		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Rio Piracicaba	41,05	36,05	19,20	53,69	39,43	22,38
Minas Gerais	35,39	27,75	15,08	46,23	30,37	17,30
Brasil	44,68	30,57	16,70	55,74	36,98	18,83

Fonte: PNUD *et al*, 2020.

No ano de 2018, a taxa de mortalidade infantil em Rio Piracicaba foi de 12,99. O valor foi superior quando comparado ao estado de Minas Gerais que apresentou uma taxa de 10,96 e ao registrado no Brasil de 12,18 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b). No ano foi registrado um total de 154 nascidos vivos e dois óbitos infantis. É importante destacar que pelo reduzido número de nascimentos e óbitos, pequenas variações absolutas no número de óbitos causam grandes variações na taxa de mortalidade infantil.

Rio Piracicaba conta com uma farmácia básica e, segundo a entrevista realizada, as principais dificuldades do setor dizem respeito à falta de estrutura física (necessidade de construção de mais salas) e aquisição de equipamentos para atendimento a novas demandas, como exames de endoscopia.

Finalmente cabe ressaltar que exames laboratoriais mais complexos e casos de saúde de alta complexidade são encaminhados para a cidade de João Monlevade.

Foto: Acervo Sete., 2018

Foto 340 Hospital Júlia Kubistchek em Rio Piracicaba.

Foto: Acervo Sete, 2018.

Foto 341 Posto de Saúde - bairro de Fátima na cidade de Rio Piracicaba.

11.7.3.1.2.2 Educação

A rede escolar de Rio Piracicaba, em 2019, era composta por 16 unidades de ensino em atividade, conforme demonstrado no Quadro 210. Dessas unidades, nove (56,25%) pertenciam à rede municipal, cinco (31,25%) à rede estadual e duas à rede privada (12,50%). A maioria dos estabelecimentos de ensino (15) estava localizada na zona urbana do município (93,8%). Rio Piracicaba não conta com unidade de ensino pertencente à rede federal. Havia apenas um estabelecimento localizado na área rural (comunidade de Ponte Novinha) e era pertencente à rede municipal de ensino.

Quadro 210 Número de estabelecimentos de ensino por dependência administrativa e localização – Município de Rio Piracicaba – 2019

Dependência Administrativa	Número de Estabelecimentos de Ensino		
	Urbana	Rural	Total
Estadual	5	-	5
Federal	-	-	-
Municipal	8	1	9
Privada	2	-	2
Total	**15**	**1**	**16**

Fonte: INEP, 2020a.

Das 2.930 matrículas registradas em 2019 (Quadro 211), 1.567 (53,5%) se referiram ao ensino fundamental (anos iniciais e anos finais). A grande maioria dessas matrículas (58,3%) foi efetivada em estabelecimentos da rede municipal. No ensino médio, por sua vez, foram registradas 523 matrículas, em sua totalidade na rede estadual. Na educação infantil foram efetivadas 591 matrículas, em sua maioria em instituições de ensino municipais (95,8%). Na Educação de Jovens e Adultos - EJA foram registradas 249 matrículas, sendo aproximadamente 84,3% na rede Estadual. Vale destacar que Rio Piracicaba não conta com o ensino profissional (nível técnico).

Quadro 211 Número de alunos matriculados, por dependência de ensino - Município de Rio Piracicaba - 2019

Dependência	Matrícula								
	Educação infantil		Ensino fundamental		Ensino Médio	Educação Profissional (Nível Técnico)	EJA (*)	Educação especial	Total
	Creche	Pré-Escola	Anos Iniciais	Anos Finais					
TOTAL	243	348	819	748	523	-	249	108	2.930
Federal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estadual	-	-	376	275	523	-	210	39	1.384
Municipal	230	336	441	473	-	-	10	37	1.490
Privada	13	12	2	-	-	-	29	32	56

Fonte: INEP, 2020a.

O IDEB foi criado em 2007 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Formulado para medir a qualidade do aprendizado nacional e estabelecer metas para a melhoria do ensino, é calculado a partir de dois componentes: a taxa de rendimento escolar (aprovação) e as médias de desempenho nos exames aplicados pelo INEP. Os índices de aprovação são obtidos a partir do Censo Escolar, realizado anualmente.

Observa-se que o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB Anos Iniciais registrados para o município de Rio Piracicaba (Quadro 212) alcançou, à exceção do ano de 2007 todas as metas projetadas em seus respectivos anos entre 2007 e 2019. Já o IDEB Anos Finais não alcançou as metas em 2011, 2017 e 2019, se destacando a estagnação no índice entre 2013 e 2017 e redução em 2019. No ensino médio, não houve registro em 2019 pela participação insuficiente de alunos para a construção do indicador.

Quadro 212 Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB observado em 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 e metas para rede pública – Município de Rio Piracicaba

Ensino Fundamental	2005		2007		2009		2011		2013		2015		2017		2019		2021
	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Meta
Anos Iniciais	4,6	-	4,3	4,7	6,3	5,0	6,1	5,4	6,8	5,7	6,7	5,9	6,9	6,2	6,7	6,4	6,4
Anos Finais	4,0	-	4,3	4,1	4,4	4,2	4,3	4,5	5,3	4,9	5,3	5,2	5,3	5,5	5,1	5,7	5,7
Ensino médio	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3	0	*	4,6	4,6

Fonte: INEP, 2020b.

Notas: valores em cinca indicam que a meta para o ano foi cumprida;

* número de participantes no SAEB insuficiente para que os resultados sejam divulgados.

Conforme pode ser observado no Quadro 213, o município de Rio Piracicaba possuía uma parcela da população com 25 anos ou mais de idade na condição de analfabetos similar à do estado de Minas Gerais, 10,48% contra 10,36%. Além disso, havia uma maior participação da população com o ensino fundamental incompleto e alfabetizadas na mesma comparação (55,08% contra 43,24%), mas nas faixas superiores de escolaridade o município tinha um percentual menor da população frente à do estado (Quadro 212).

Quadro 213 Escolaridade da população com 25 anos ou mais de idade – Município de Rio Piracicaba e Estado de Minas Gerais - 2010

Indicador	Rio Piracicaba	Minas Gerais
Ensino fundamental incompleto e analfabetos	10,48%	10,36%
Ensino fundamental incompleto e alfabetizados	55,08%	43,24%
Ensino fundamental completo e médio incompleto	12,22%	14,15%
Ensino médio completo e superior incompleto	16,38%	21,68%
Ensino superior completo	5,84%	10,57%

Fonte: PNUD et al, 2020.

Não há instituições no ensino superior com cursos presenciais em Rio Piracicaba (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2020).

A principal referência para a realização do ensino superior é a cidade de João Monlevade que conta com a Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP (extensão) e a Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG (Campus de Engenharia). Tem-se também como referência a cidade de Itabira (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI – Campus Itabira).

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 342 Escola Estadual Conselheiro José Joaquim da Rocha.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 343 Escola Municipal Córrego São Miguel.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018.

Foto 344 Escola Municipal em Rio Piracicaba.

11.7.3.1.2.3 Segurança pública

O município de Rio Piracicaba dispõe do 5º Pelotão da Polícia Militar de Minas Gerais, que está subordinado à 17ª Cia. de Polícia Militar de João Monlevade.

De acordo com entrevista realizada, o Pelotão conta com um efetivo de 15 policiais militares e apenas duas viaturas. O índice de criminalidade é muito baixo, segundo o sargento entrevistado, e as maiores ocorrências registradas dizem respeito a casos relacionados à Lei Maria da Penha e pequenos furtos com destaque para aparelhos celulares. Salientou a necessidade de adequação das instalações do Pelotão e a aquisição de veículos mais novos, assim como de equipamentos de segurança como câmeras e monitores (SETE, 2019).

Rio Piracicaba possui uma Delegacia de Polícia Civil que conta com um delegado de duas a três vezes por semana, três investigadores, um escrivão, um escrivão "à doc" e um vistoriador. Tem como área de atuação apenas o município de Rio Piracicaba (*ibidem*).

De acordo com a entrevista realizada com o investigador de polícia, a delegacia dispõe de dois veículos sendo um descaracterizado e uma moto também descaracterizada. Mencionou como principais ocorrências os crimes contra a honra com destaque para calúnia, injúria e difamação (*ibidem*).

Rio Piracicaba não conta com Polícia Militar Ambiental e a principal referência é a cidade de João Monlevade. Possui um presídio feminino e no caso de detentos masculinos a referência é, também, a cidade de João Monlevade (*ibidem*).

A Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP, 2020) apresenta as estatísticas criminais registradas nos 853 municípios no Estado, permitindo uma avaliação detalhada da dinâmica da violência nos municípios. Os dados são apresentados no Quadro 214, pelo qual se observa que dentre os crimes não violentos o furto consumado foi o que apresentou a maior frequência, respondendo por 71,91% dos crimes não violentos no município no ano de 2019. Em relação aos crimes violentos, os mais frequentes foram o roubo consumado, com quatro registros (28,57% dos crimes violentos), e o estupro de vulnerável consumado e homicídio tentado, com três registros (21,43%) cada crime. O Quadro 213 apresenta mais detalhes.

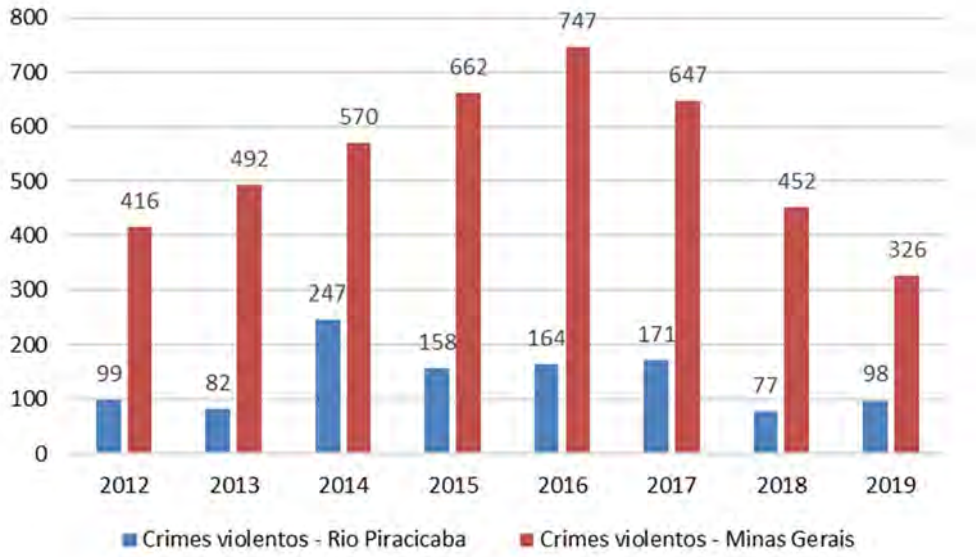
Quadro 214 Número registrado de crimes por natureza – Município de Rio Piracicaba – 2012 a 2019

Crimes	Ano							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Violentos								
Estupro Consumado	0	1	3	2	0	1	0	2
Estupro de Vulnerável Consumado	0	0	0	1	1	1	3	3
Estupro de Vulnerável Tentado	1	0	1	0	0	0	0	0
Estupro Tentado	0	0	1	0	0	0	0	0
Extorsão Consumado	0	0	0	0	1	0	0	2
Extorsão Mediante Sequestro Consumado	0	0	0	0	0	0	0	0
Extorsão Tentado	0	0	2	0	1	1	0	0
Homicídio Consumado (Registros)	1	0	0	1	0	0	2	0
Homicídio Tentado	2	4	2	5	5	2	0	3
Roubo Consumado	9	6	26	13	13	20	6	4
Roubo Tentado	1	1	1	1	3	0	0	0
Sequestro e Cárcere Privado Consumado	0	0	0	0	0	0	0	0
Sequestro e Cárcere Privado Tentado	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	14	12	36	23	24	25	11	14
Não violentos								
Furto Consumado	57	57	110	149	175	146	115	128
Lesão Corporal Consumado	39	60	65	47	50	45	38	50
Total	96	117	175	196	225	191	153	178
Total Geral	110	129	211	219	249	216	164	192

Fonte: SEJUSP, 2020.

Utilizando-se o número de registros e a população estimada para o período é possível calcular o índice de crimes por 100 mil habitantes. Em Rio Piracicaba, os crimes violentos passaram por um crescimento significativo no ano de 2014, com redução no ano de 2015, mas continuou em patamar bem maior que o registrado nos anos de 2012 e 2013. Em 2016 e 2017 houve um crescimento em relação à 2015, mas em 2018 e 2019 os valores registrados retornam aos níveis de 2012 e 2013. No comparativo com todo o Estado de Minas Gerais, o município de Rio Piracicaba sempre apresentou valores inferiores, terminando 2019 com um índice de crimes violentos 70,09% menor que o do Estado, ante 76,2% menor em 2012 (Figura 279).

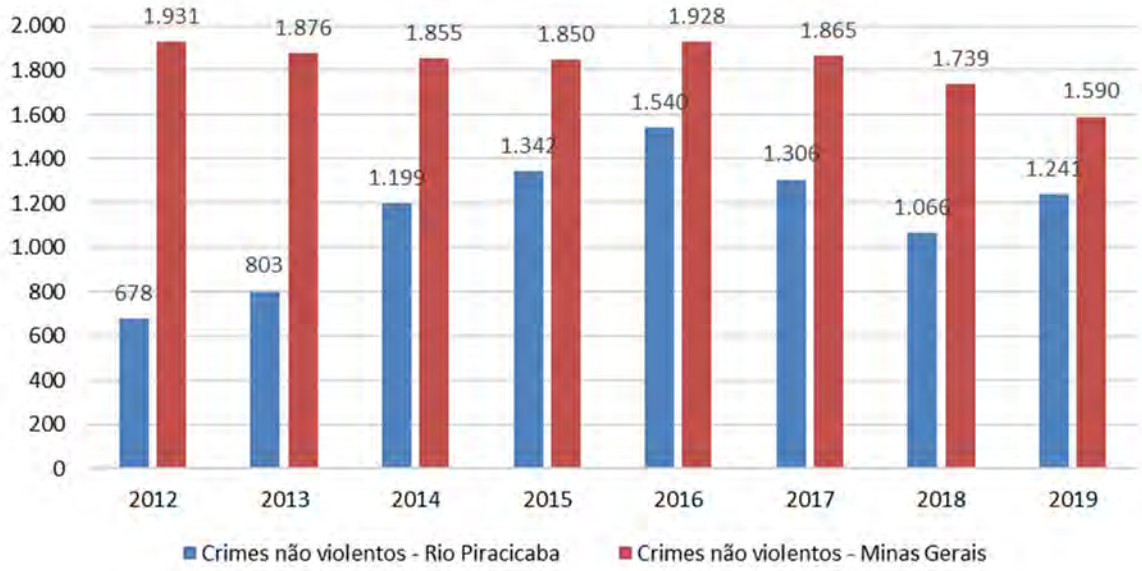
Figura 279 Índice de crimes violentos por mil habitantes – Município de Rio Piracicaba e Estado de Minas Gerais – 2012 a 2019



Fonte: SEJUSP, 2020.

Quanto aos crimes não violentos por 100 mil habitantes é possível observar pela Figura 280 que os registros no município de Rio Piracicaba apresentaram crescimento entre 2012 e 2016, quanto a partir de então passa por redução nos dois anos seguintes e retorna o crescimento em 2019. Comparativamente ao Estado de Minas Gerais, percebe-se um crescimento no município de Rio Piracicaba que não foi observado em nível estadual, de modo que se em 2012 o valor apresentado no município respondeu por 35,12% do registrado no Estado, em 2019 passou para 78,07%.

Figura 280 Índice de crimes não violentos por mil habitantes – Município de Rio Piracicaba e Estado de Minas Gerais – 2012 a 2019



Fonte: SEJUSP, 2020.

Foto: Acervo Sete. 2018

Foto 345 Delegacia de Polícia Civil de Rio Piracicaba.

Foto: Acervo Sete. 2018

Foto 346 5º Pelotão de Polícia Militar de Rio Piracicaba.

11.7.3.1.2.4 Saneamento básico

O sistema de abastecimento de água de Rio Piracicaba está sob a responsabilidade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA desde 1979. A captação é realizada em uma área da Vale denominada Talho Aberto. Trata-se de uma cessão de uso por parte da Vale para a COPASA e é um único ponto de captação do município.

A COPASA é também responsável pelo abastecimento de água dos dois distritos de Rio Piracicaba Padre Pinto (curso d'água) e Conceição de Piracicaba (poço artesiano).

O município conta com uma Estação de Tratamento de Água (ETA) localizada no bairro Mariana de Vasconcelos, conhecido como Chacrinha e o tratamento é do tipo convencional que purifica a água bruta por processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH e fluoretação.

Em 2010, 84,58% dos domicílios de Rio Piracicaba contavam com abastecimento de água por meio de rede geral, situação observada fundamentalmente em sua área urbana (97,85% dos domicílios), visto que na área rural apenas 31,85% dos domicílios eram abastecidos dessa forma, com o predomínio de abastecimento por meio de poço ou nascente fora e dentro da propriedade (66,21%), conforme o Quadro 215 a seguir.

Quadro 215 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo a forma de abastecimento de água – Município de Rio Piracicaba – 2010

Forma de Abastecimento	Domicílios Particulares Permanentes					
	Urbanos	(%)	Rurais	(%)	Total	(%)
Rede geral	3.408	97,85	279	31,85	3.687	84,58
Poço ou nascente na propriedade	53	1,52	421	48,06	474	10,87
Poço ou nascente fora da propriedade	21	0,60	159	18,15	180	4,13
Carro-pipa ou água da chuva	-	-	-	-	-	-
Rio, açude, lago ou igarapé	-	-	2	0,23	2	0,05
Poço ou nascente na aldeia	-	-	-	-	-	-
Poço ou nascente fora da aldeia	-	-	-	-	-	-
Outra	1	0,03	15	1,71	16	0,37
Total	**3.483**	**100,00**	**876**	**100,00**	**4.359**	**100,00**

Fonte: IBGE, 2020b.

Segundo MDR (2020), o índice de atendimento de água da população urbana no ano de 2018 foi de 91,6%.

O sistema de esgotamento sanitário é administrado pela Prefeitura Municipal. Há rede coletora, mas não há estação de tratamento de esgoto, sendo os efluentes sanitários lançados *in natura* diretamente no rio Piracicaba.

Segundo o secretário de Meio Ambiente, está em estudo a revisão do contrato de concessão de água com a COPASA para a inclusão do tratamento do esgoto do município.

Em 2010, 72,13% do total de domicílios possuíam acesso à rede geral de esgoto, principalmente na área urbana (84,64%), enquanto na área rural correspondia a 22,37% dos domicílios. Nos domicílios rurais destacam-se aqueles com esgoto sanitário lançado em cursos d'água (54,57%), assim como aqueles que tinham fossas rudimentares (10,84%) como o principal tipo de esgotamento sanitário, conforme apresentado no Quadro 216.

Quadro 216 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo o tipo de esgotamento sanitário – Município de Rio Piracicaba - 2010

Tipo de Esgotamento Sanitário	Domicílios Particulares Permanentes					
	Urbanos	(%)	Rurais	(%)	Total	(%)
Rede geral de esgoto ou pluvial	2.948	84,64	196	22,37	3.144	72,13
Fossa séptica	3	0,09	33	3,77	36	0,83
Fossa rudimentar	21	0,60	95	10,84	116	2,66
Vala	12	0,34	23	2,63	35	0,80
Rio, lago ou mar	482	13,84	478	54,57	960	22,02
Outro tipo	13	0,37	44	5,02	57	1,31
Não tinham	4	0,11	7	0,80	11	0,25
Total	**3.483**	**100,00**	**876**	**100,00**	**4.359**	**100,00**

Fonte: IBGE, 2020b.

No ano de 2018 a área urbana do município de Rio Piracicaba tinha um índice de coleta de esgoto de 100%, mas não havia tratamento de esgoto (MDR, 2020).

A Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria de Obras, é a responsável pela coleta de lixo no município de Rio Piracicaba. O recolhimento do lixo orgânico da área urbana é realizado diariamente, de segunda a sábado. A disposição final dos resíduos sólidos é no aterro sanitário localizado na entrada da cidade, município de João Monlevade. O sistema de resíduos sólidos do município é de administração do Consórcio Intermunicipal, o Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos (CPGRS), que abrange os municípios de João Monlevade, Rio Piracicaba, Bela Vista de Minas e Nova Era e Alvinópolis.

O Consórcio foi criado em 2005 devido a um dos grandes problemas que os municípios tinham em comum: a destinação inadequada de resíduos sólidos em lixões. Tendo-se em vista a necessidade de adequações às normas ambientais de disposição de resíduos sólidos urbanos, bem como a diminuição dos custos, foi criado o Consórcio Público.

O aterro conta com uma área de 25 hectares e foi inaugurado em 2007. Foi construído para uma vida útil de 20 anos. Está localizado a 5,5 km do centro de João Monlevade, 15 km de Bela Vista de Minas, 20 km de Nova Era e 7 km de Rio Piracicaba (ENGECORPS ENGENHARIA, 2015).

As despesas do aterro sanitário ficam por conta do consórcio e todas as despesas relativas a programas de educação ambiental estão definidas nas obrigações do consórcio, com a participação dos municípios consorciados.

Segundo o secretário, além de Rio Piracicaba, o aterro atende aos municípios de Bela Vista de Minas, João Monlevade, Nova Era, São Domingos do Prata, Alvinópolis, Bom Jesus do Amparo, Ferros e Passabém. O lixo hospitalar e das unidades de saúde são coletados por empresa terceirizada de Timóteo – Ambientar, contratada pela administração do aterro.

Rio Piracicaba conta com coleta seletiva de lixo, porém não muito eficiente, segundo a entrevista realizada. Encontra-se em fase de elaboração um diagnóstico para a ampliação da coleta. O município possui a Associação dos Catadores de Rio Piracicaba – ASCARIPI, que foi criada após a implantação do aterro sanitário e conta com um galpão cedido pela Prefeitura Municipal. O material é comercializado diretamente com atravessadores e catadores de João Monlevade.

Em 2010, 97,59% dos domicílios localizados em área urbana contavam com serviço de coleta de lixo, ao passo que na área rural esse índice correspondia a 42,35%. Considerando o total municipal, percebe-se que, no ano em consideração, 86,49% dos domicílios municipais eram contemplados com coleta de lixo, enquanto em 12,46% dos casos os resíduos sólidos eram queimados na própria propriedade, com destaque para os domicílios rurais (52,97%), conforme apresentado no Quadro 217.

Quadro 217 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo o destino do lixo – Município de Rio Piracicaba – 2010

Destino do lixo	Domicílios Particulares Permanentes					
	Urbanos	(%)	Rurais	(%)	Total	(%)
Coletado por serviço de limpeza	3.374	96,87	314	35,84	3.688	84,61
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	25	0,72	57	6,51	82	1,88
Subtotal (Coletado)	3.399	97,59	371	42,35	3.770	86,49
Queimado (na propriedade)	79	2,27	464	52,97	543	12,46
Enterrado (na propriedade)	1	0,03	13	1,48	14	0,32
Jogado em terreno baldio ou logradouro	-	-	22	2,51	22	0,5
Jogado em rio, lago ou mar	-	-	-	-	-	-
Outro destino	4	0,11	6	0,68	10	0,23
Total	**3.483**	**100**	**876**	**100**	**4.359**	**100**

Fonte: IBGE, 2020b.

No ano de 2018 a taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduo sólidos em todo o município era de 96,19% e de 100% na zona urbana (MDR, 2020). Ainda segundo o secretário do Meio Ambiente, o sistema de drenagem do município é muito falho e ineficiente o que acarreta problemas de alagamentos em época de chuva. O município possui Plano de Saneamento Básico, porém ainda não implantado.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 347 Estação de Tratamento de Água que abastece a sede urbana de Rio Piracicaba.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 348 Aterro Sanitário de João Monlevade/MG.

11.7.3.1.2.5 Habitação

Em 2010, havia 4.359 domicílios particulares permanentes em Rio Piracicaba, dos quais 3.483 (79,90%) estavam em área urbana e 869 (20,10%) em área rural (IBGE, 2020b). No mesmo ano, o percentual de pessoas que viviam em domicílios e terrenos próprios era de 82,86%, sendo a segunda principal condição a alugada com 9,70%.

Em relação às características no entorno dos domicílios, as quais possibilitam conhecer as condições de habitação nas áreas urbanas com ordenamento regular no ano de 2010, 97,44% dos domicílios contavam com iluminação pública, 95,15% com pavimentação, 77,98% com calçada, 95,55% meio-fio/guia, 56,99% com bueiro/boca de lobo e 0,927% tinha esgoto à céu aberto (IBGE, 2020b).

No ano de 2010, havia no município de Rio Piracicaba um déficit habitacional de 198 moradias, o que representa o déficit relativo de 4,54% habitação (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2020). O déficit é calculado somando-se quatro componentes: (i) domicílios precários (soma dos domicílios improvisados e dos rústicos), (ii) coabitação familiar (soma dos cômodos e das famílias conviventes secundárias com intenção de constituir um domicílio exclusivo), (iii) ônus excessivo com aluguel urbano e (iv) adensamento excessivo de domicílios alugados (*ibidem*). No município, 65,9% do déficit se deveu às residências com coabitação familiar, 29,8% com ônus excessivo com aluguel urbano, 4,3% domicílios precários e não havia domicílios alugados com adensamento excessivo.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 349 Edifício residencial em Rio Piracicaba.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 350 Domicílios residenciais em Rio Piracicaba.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 351 Via na sede urbana de Rio Piracicaba.

11.7.3.1.2.6 Infraestrutura

Energia elétrica

O serviço de distribuição de energia elétrica para o município de Rio Piracicaba é prestado pela CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais.

Em 2010, 99,72% dos domicílios do município de Rio Piracicaba possuíam energia elétrica. Vale dizer que apenas 12 domicílios não contavam com este tipo de serviço, sendo sete localizados na zona rural e cinco situados na área urbana (IBGE, 2020b).

Telecomunicações

Rio Piracicaba possui uma agência de correio e um posto de coleta nos distritos de Padre Pinto e Conceição de Piracicaba. Conta com os seguintes jornais locais: Tribuna de Piracicaba, O Jequi, Páginas e Rio Pira. Dispõe de uma rádio comunitária em funcionamento na rodoviária local. Os serviços de internet são prestados pela Velox e Valenet. Em termos de telefonia móvel, Rio Piracicaba conta com as operadoras Tim, Oi, Vivo e Claro.

Infraestrutura de transporte

O principal acesso à sede urbana de Rio Piracicaba pelo modal rodoviário se dá pela MG-123 que se liga à BR-381 por uma distância de cerca de 22 km. Por meio dessa rodovia federal é possível acessar a região central de Belo Horizonte e outros estados pelas principais rodovias, como a própria BR-381. A sede urbana do município fica distante cerca de 130 km da capital mineira.

Pelo modal ferroviário existe no município uma estação de passageiros na Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM). A viagem até a capital do Estado tem uma duração de cerca de duas horas e cinquenta minutos. Existem regulamente todos os dias da semana uma viagem de ida e outra de volta. Para o município de Cariacica, última estação no Estado do Espírito Santo, as viagens têm duração prevista de cerca de dez horas e trinta minutos.

Segundo Total Meio Ambiente (2018), o município de Rio Piracicaba conta com transporte por meio de ônibus coletivo intermunicipal prestado pela empresa "Lopes" apenas para João Monlevade, com viagens diárias em dois horários por dia, e para Belo Horizonte, com viagens em três dias da semana e em apenas um horário. Além disso, a área urbana do distrito sede de Rio Piracicaba possui serviços de transporte por meio de táxi e moto táxi, única modalidade de transporte não particular disponível para deslocamento da população na cidade, que também utiliza o serviço do transporte escolar, carro particular, carona, bicicleta e "a pé, para locomover-se entre os bairros e o centro da sede urbana de Rio Piracicaba.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 352 Estação Ferroviária de Rio Piracicaba.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 353 Serviço de moto táxi em Rio Piracicaba.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 354 Via de acesso (MG-123) que liga a BR-381 à sede urbana de Rio Piracicaba.

11.7.3.1.2.7 Assistência Social

A política municipal de assistência social visa consolidar o Sistema Único de Assistência Social - SUAS no município de Rio Piracicaba com a ampliação e qualificação dos serviços de proteção social básica e especial, assegurando o acesso da população em situação de risco e vulnerabilidade social à rede socioassistencial e garantindo a convivência familiar e comunitária.

A cidade de Rio Piracicaba conta com uma Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social para atendimento das demandas referentes à assistência social. A cidade dispõe de um Plano Municipal de Assistência Social, que contempla ações, prioridades e metas para efetivação de acesso a bens e serviços de assistência.

Rio Piracicaba segue a normatização do Sistema Único de Assistência Social - SUAS. Conta com um Centro de Referência de Assistência Social - CRAS localizado no bairro Córrego São Miguel.

O município não possui um Centro de Referência Especializada de Assistência Social – CREAS, levando-se em conta tratar-se de município de pequeno porte.

No CRAS são desenvolvidas as seguintes atividades: oficinas (cavaquinho/violão, pintura em tecido, costura/artesanato); grupos de convivência; sessão cinema; cinema comentado; rodas de conversa e datas comemorativas/campanhas.

O município conta também com o Programa de Bolsa Família e o BPC – Benefício de Prestação Continuada, ambos do governo federal. Não foi implantado o Programa Minha Casa Minha Vida.

Segundo a entrevista realizada, a situação do município em relação à assistência social é considerada muito boa. Mencionou a mineração como o ponto forte e o desemprego e o sistema de esgotamento sanitário como os principais pontos fracos de Rio Piracicaba, já que o município não conta com Estação de Tratamento de Esgoto - ETE. Salientou também a inexistência de trabalho e prostituição infantil no município.

Destacou os Conselhos Municipais dos Direitos da Criança e do Adolescente (CMDCA), o Tutelar, o de Assistência Social (CMAS) e o do Idoso. Enfatizou a atuação dos escritórios da EMATER e do IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária, assim como dos Sindicatos Rural e dos Trabalhadores Rurais.

Quanto às principais associações do município destacam-se (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO PIRACICABA, 2020c):

- APAC – Associação de Proteção e Assistência aos Condenados de Rio Piracicaba;
- Associação Comunitária de Padre Pinto;
- ATAP – RP – Associação dos Trabalhadores Aposentados e Pensionistas de Rio Piracicaba;
- APAE – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais de Rio Piracicaba;
- APIMEL – Associação Apícola do Médio Piracicaba;
- Assistência Social de Rio Piracicaba;
- Corporação Musical Nossa Senhora Auxiliadora do distrito de Padre Pinto;
- PLANFAC – Planejamento Familiar, Assistência e Combate ao Câncer;
- Associação Comunitária Córrego São Miguel;
- Associação Comunitária Amigos de Bicas;
- Associação Clube de Mães N.Sra. da Guia dos Moradores do distrito de Conceição de Piracicaba;
- Congado de Nossa Senhora Rosário de Rio Piracicaba;
- Banda de Música Santa Cecília de Rio Piracicaba;
- Sociedade Cultural Escola de Samba Meneno;
- CREB – Associação Centro de Recuperação Ebenezer – Resgate Vida;
- ACIARP – Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Rio Piracicaba;
- ASCARIPI – Associação dos Catadores de Rio Piracicaba;
- Moto Clube Fugitivos de Rio Piracicaba;
- Associação dos Produtores Rurais de Caxambu e Região;
- Igreja Matriz São Miguel- Matriz.

O Cadastro Único para Programas Sociais reúne informações socioeconômicas das famílias brasileiras de baixa renda – aquelas com renda mensal de até meio salário mínimo/ por pessoa (MINISTÉRIO DA CIDADANIA, 2020). Em junho de 2020 havia 2004 famílias inscritas no Cadastro Único e 937 delas eram beneficiárias do programa Bolsa Família com uma média de R$ 150,52 no valor do benefício. Estima-se que 19,92% da população do município era beneficiária do programa (*ibidem*). Quanto ao Benefício de Prestação Continuada (BPC), havia, em junho de 2020, um total de 312 beneficiários, sendo 49,36% (154) pessoas com deficiência e 50,64% (158) idosos (*ibidem*).

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), em parceria com outras seis instituições, construiu o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) para os municípios brasileiros com dados do Censo Demográfico do IBGE para os anos de 2000 e 2010.

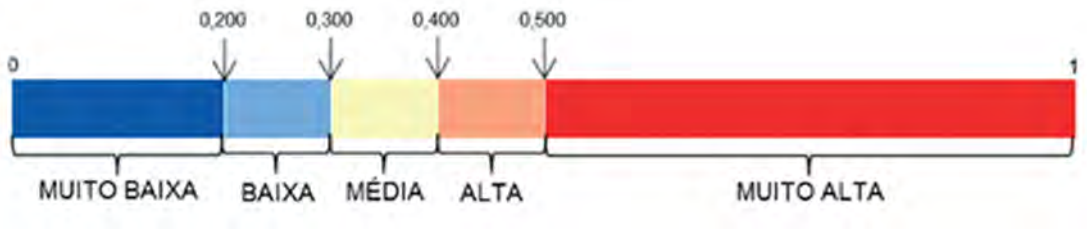
A vulnerabilidade social é entendida como a,

> "(...) ausência ou insuficiência de alguns ativos, recursos ou estruturas (como fluxo de renda; condições adequadas de moradia; acesso a serviços de educação, dentre outros) que deveriam estar à disposição de todo cidadão, promovendo condições de vida e de inserção social favoráveis." (IPEA, 2020).

É um índice sintético de três componentes com pesos iguais: o subíndice infraestrutura urbana procura refletir as condições de acesso aos serviços de saneamento básico e de mobilidade urbana; o subíndice capital humano envolve aspectos relacionados à saúde e educação, que determinam as perspectivas atuais e futuras de inclusão social dos indivíduos; e o subíndice renda e trabalho agrupa indicadores relativos à insuficiência de renda presente e fatores que configuram um estado de insegurança de renda (IPEA, 2020).

O índice varia entre 0 e 1 e quanto mais próximo a 1, maior é a vulnerabilidade social, sendo classificado o nível de vulnerabilidade conforme Figura 281 a seguir.

Figura 281 Escala de vulnerabilidade social



Fonte: IPEA, 2020.

O município de Rio Piracicaba passou de um IVS de 0,451 em 2000 para 0,262 em 2010, sendo, portanto, classificado como de baixa vulnerabilidade social neste último ano. O município encontra-se em condição melhor comparativamente ao estado de Minas Gerais (0,282) e ao Brasil (0,326). O componente mais crítico foi renda e trabalho, com índice de 0,379, seguido pelo capital humano com 0,292 e infraestrutura urbana com 0,113.

Fonte: Acervo Sete, 2018

Foto 355 Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social de Rio Piracicaba.

11.7.3.1.2.8 Indicadores de qualidade de vida

Índice de desenvolvimento humano

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida de bem-estar da população, criada no início dos anos 90 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a partir da definição de critérios de avaliação, com referência mundial, do desenvolvimento humano de países, regiões, estados, microrregiões e municípios, contemplando variáveis econômicas e sociais. No Brasil, a Fundação João Pinheiro (FJP) em parceria com o Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA) desagregaram esse índice em nível municipal (IDH-M): além do índice sintético, são disponibilizadas as dimensões renda, educação e longevidade. O IDH-M Renda *per capita* mensura toda a riqueza produzida ao longo de um ano dividida aritmeticamente por sua população; o IDH-M Longevidade se refere à esperança de vida ao nascer e o IDH-M Educação está relacionado à alfabetização e taxa de matrícula bruta. As três dimensões têm a mesma importância no índice, que varia de 0 a 1, onde, quanto mais próximos de 1 os indicadores estiverem, melhor é a qualidade de vida da população analisada.

A partir dos indicadores supramencionados são apresentadas abaixo as faixas de desenvolvimento humano:

- IDHM entre 0 – 0,499: muito baixo desenvolvimento humano;
- IDHM entre 0,500 – 0,599: baixo desenvolvimento humano;
- IDHM entre 0,600 – 0,699: médio desenvolvimento humano;
- IDHM entre 0,700 – 0,799: alto desenvolvimento humano;
- IDHM entre 0,800 e 1: muito alto desenvolvimento humano.

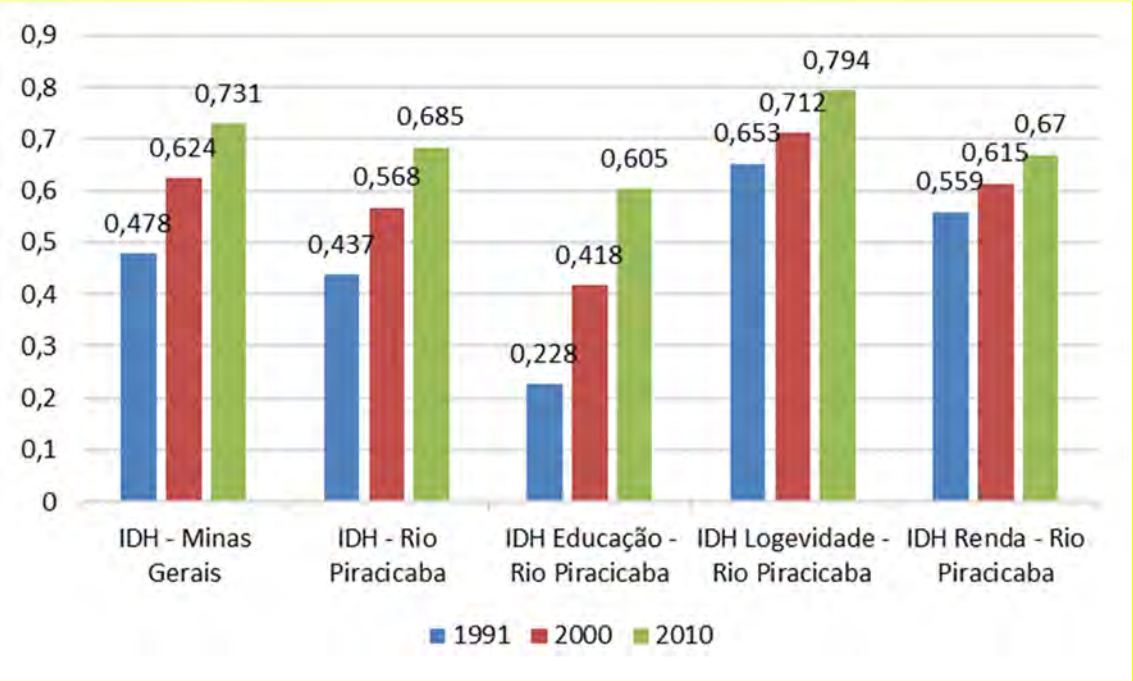
De acordo com índices supramencionados, verifica-se que o município de Rio Piracicaba apresentou médio desenvolvimento humano em 2010 (0,685). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,794, seguida de Renda, com índice de 0,670, e de Educação, com índice de 0,605.

Vale destacar que o índice apresentado para Rio Piracicaba ocupa a 316ª posição dentre os 853 municípios mineiros e a 2.309ª posição no *ranking* dos 5.565 municípios. Nesse *ranking*, o maior IDHM é 0,862 (São Caetano do Sul - SP) e o menor é 0,418 (Melgaço - PA).

O IDHM de Rio Piracicaba registrou avanços consideráveis nas últimas décadas. De 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,437, em 1991, para 0,685, em 2010, enquanto o IDHM da Unidade Federativa (UF) passou de 0,478 para 0,731. Isso implica em uma taxa de crescimento de 56,75% para o município e 47,0% para a UF; e em uma taxa de redução do hiato de desenvolvimento humano de 55,95% para o município e 53,85% para a UF. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,377), seguida por Longevidade e por Renda, acompanhando o comportamento verificado para o estado de Minas Gerais.

A Figura 282 apresenta a evolução do IDH total de Rio Piracicaba e de seus componentes entre 1990 e 2010. Mostra ainda a evolução observada no estado de Minas Gerais.

Figura 282 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM – Município de Rio Piracicaba e Estado de Minas Gerais – 1991-2010



Fonte: PNUD et al (2020).

Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM)

O IFDM combina três dimensões de desenvolvimento: emprego e renda (formais), educação (fundamental) e saúde (atendimento básico). É definido de forma que assume valores entre 0 e 1, de modo tal que, quanto mais próximo de 1, maior é o grau de desenvolvimento municipal.

Os dados mais recentes disponíveis para o município de Rio Piracicaba referem-se a 2016, quando o IFDM médio para o Brasil atingiu 0,6678, variando de 0,3214 (município de Ipixuna, Amazonas - AM) até 0,9006 (município de Louveira, São Paulo - SP) (FIRJAN, 2020).

O índice apurado para o município de Rio Piracicaba foi de 0,6557, que configura "desenvolvimento moderado", segundo as definições do IFDM - FIRJAN (entre 0,6 pontos e 0,8 pontos). O município ocupava a 536ª posição no *ranking* dos 842 municípios mineiros avaliados e a 3.167ª posição no *ranking* dos 5.471 municípios brasileiros avaliados (FIRJAN, 2020).

11.7.3.1.2.9 Cultura e Turismo[7]

A principal festa da cidade de Rio Piracicaba é o Jubileu do Senhor Bom Jesus, que acontece nos dias 1º a 3 de maio, reunindo milhares de fiéis que acompanham os cortejos com as imagens do Senhor Bom Jesus, Nossa Senhora dos Passos e de São Miguel, recebendo turistas de todo o Brasil. Segundo a tradição do jubileu, no ano de 1811, um escravo de nome Jeremias, temendo ser reprimido pelo seu senhor, fugiu e refugiou-se nas matas vizinhas à fazenda de seu proprietário. Iluminado pelo Espírito Santo, o escravo esculpe em madeira a imagem do Jesus crucificado. Após terminar a escultura, Jeremias resolve voltar a fazenda levando a imagem de presente ao seu dono, o Capitão Anastácio Correia Barros. O Capitão é surpreendido pelo escravo ao retornar, carregando consigo a escultura, e dizendo: "Sinhô, meu padrinho está aqui!".

Anos depois, o famoso pintor e escultor espanhol Dom Vicente retocou a imagem, dando-lhe as características atuais.

Durante a tradicional festa na cidade acontecem vários outros eventos, como a tradicional Corrida Rústica PIRAMON, que acontece desde 1982 no dia 1º de maio, da qual já participaram atletas profissionais de todo o Brasil, seu trajeto se estende entre a cidade de João Monlevade e Rio Piracicaba. Também no campo dos esportes, acontece o Enduro do Jubileu, onde jipeiros e motociclistas adeptos de trilhas e *off-road* se encontram e promovem o ecoturismo.

A festa de Carnaval, sempre marcada pela descontração, alegria, organização, segurança e paz. São cinco dias de muita festa, com a apresentação das bandas típicas no palco fixo da Praça Maria do Rosário situada no centro da cidade. O Carnaval ainda conta com dois dias de matinês e com o desfile dos blocos da cidade. É uma festa aconchegante, familiar e ordeira, típica de cidades do interior.

[7] Segundo Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba (2020b).

Outra tradicional festa da cidade é a de Nossa Senhora do Rosário, no mês de agosto, com apresentação de várias Guardas de Congado de toda a região. O congado é uma manifestação cultural e religiosa de influência africana. Trata basicamente de três temas em seu enredo: a vida de São Benedito, o encontro de Nossa Senhora do Rosário submergida nas águas e a representação da luta de Carlos Magno contra as invasões mouras. Fortemente ligada à lenda de Chico Rei, revela que a origem das festas do Congado está ligada à igreja Nossa Senhora do Rosário dos Pretos. Segundo a lenda, Francisco, escravo batizado com o nome de Chico-Rei, era imperador do Congo e veio para Minas Gerais com mais de 400 negros escravos.

Também no mês de agosto, ocorre a tradicional Cavalgada de Rio Piracicaba, com apresentação de companhia de rodeios e shows musicais no parque de exposições, cavalgadas pelo centro urbano e zona rural, boi no rolete, dentre outras comemorações que enaltecem o homem do campo.

Na semana que precede o aniversário da cidade, comemorado no dia 29 de setembro de cada ano, acontece desde 2004, a Semana Cultural do Legislativo, promovida pela Câmara Municipal de Rio Piracicaba. Neste evento, realizado em frente ao prédio do legislativo, são apresentados artistas locais e da região com shows musicais e de dança, artesanatos e diversas outras manifestações culturais. No dia de 29 de setembro, a população festeja o aniversário da cidade, quando acontecem shows e outras manifestações culturais e esportivas, como a Corrida Rústica de São Miguel. Neste mesmo dia também acontece a Festa do Padroeiro da cidade, São Miguel Arcanjo, com procissões e missas.

À noite, shows de artistas renomados são apresentados no Parque de Exposições Antônio Maria Cota, considerado um dos melhores da região em tamanho e infraestrutura.

11.7.3.1.2.10 Projetos de Assentamento e Comunidades Tradicionais

Não foram identificados em Rio Piracicaba Projetos de Assentamento – PA criados ou reconhecidos pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (INCRA, 2020).

Segundo consulta à FUNAI, não há terras indígenas no município de Rio Piracicaba (FUNAI, 2020) e de acordo com a Fundação Cultural Palmares existe uma comunidade remanescente quilombola, certificada em agosto de 2011 denominada Caxambu (FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES, 2020). Essa comunidade está distante cerca de 12 km do Mina de Água Limpa, onde será implantado o Projeto em estudo. Portanto, o empreendimento não se enquadra nas restrições locacionais em faixas de 8 km impostas pela Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017.

11.7.3.1.3 Dimensão Econômica

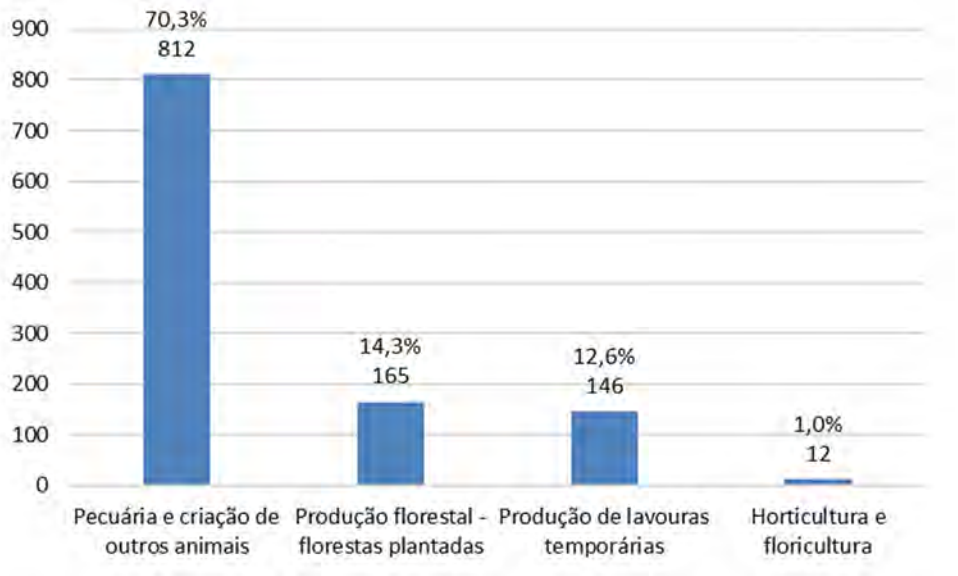
Setores econômicos

O setor primário – denominado de agropecuária pelo IBGE - em Rio Piracicaba respondeu por 3,72% do valor adicionado bruto (VAB) do município no ano de 2017 (IBGE, 2020i). Houve um crescimento de 78% no VAB em relação ao ano anterior, atingindo R$ 18,55 milhões. Grande parte desse resultado se deve ao desempenho da produção silvícola, como será apresentado na sequência.

O setor primário é uma alternativa de ocupação para muitas pessoas, tendo sido registrado um total de 1.155 pessoas ocupadas em estabelecimentos agropecuários em 30 de setembro de 2017, data de referência do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2020a). Desse total, 59,13% atuava em sistema de produção familiar e 40,87% em não familiar.

Em relação às atividades econômica de atuação do pessoal ocupado, as principais atividades eram a pecuária e criação de outros animais, respondendo por 70,30% do pessoal total, seguido da produção florestal - florestas plantadas com 14,29% e produção de lavouras temporárias com 12,64%, conforme apresentado na Figura 283 . Essas mesmas atividades também foram responsáveis pela maior parte dos R$ 24,984 milhões de valor da produção dos estabelecimentos agropecuários, com a pecuária e criação de outros animais sendo responsável por 48,72%, seguido da produção florestal com 46,22% e produção de lavouras temporárias (4,38%) (Quadro 218).

Figura 283 Número de pessoas ocupadas e participação no total de pessoas ocupadas por grupo de atividade econômica - Município de Rio Piracicaba – 2017



Fonte: IBGE, 2020a.

Quadro 218 Números de estabelecimentos agropecuários com produção e valor da produção agropecuária por grupo de atividade econômica - Município de Rio Piracicaba – 2017

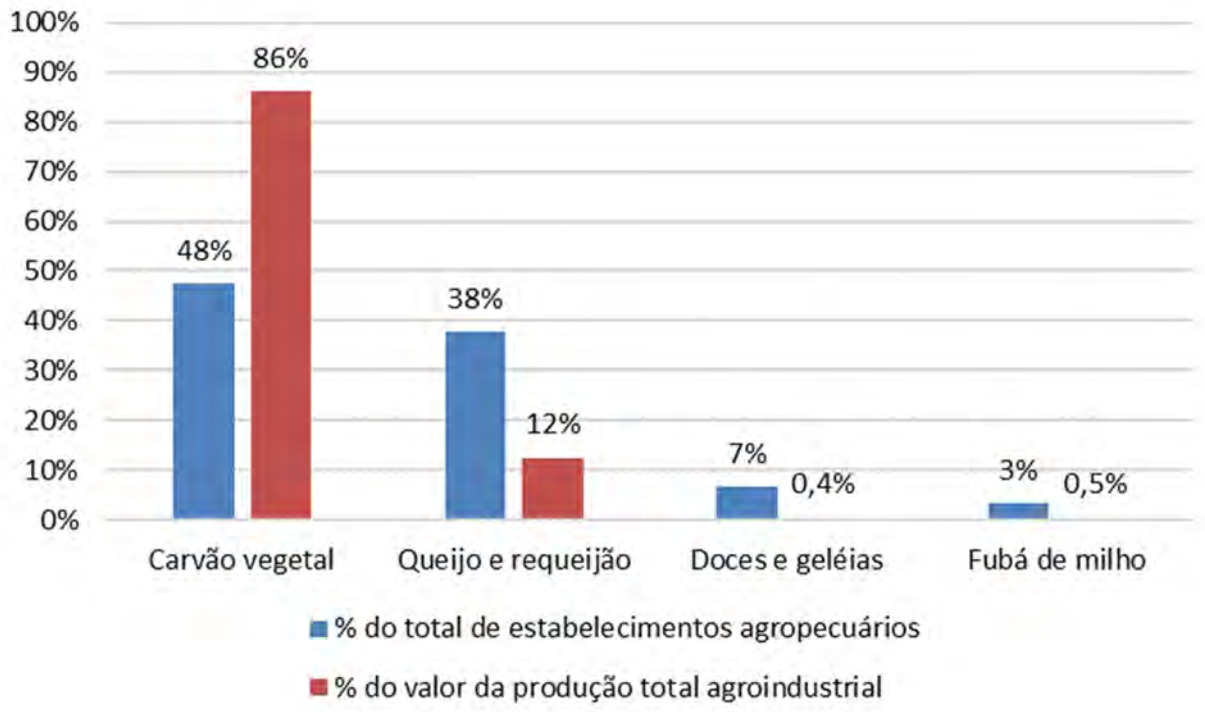
Grupos de atividade econômica	Número de estabelecimentos agropecuários		Valor da produção (Mil Reais)	
	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo
Pecuária e criação de outros animais	245	72,92%	12.172	48,72%
Produção de lavouras temporárias	56	16,67%	1.095	4,38%
Produção florestal - florestas plantadas	21	6,25%	11.547	46,22%
Horticultura e floricultura	7	2,08%	134	0,54%
Produção de lavouras permanentes	5	1,49%	X	-
Aquicultura	2	0,60%	X	-
Produção de sementes e mudas certificadas	-	-	-	-
Produção florestal - florestas nativas	-	-	-	-
Pesca	-	-	-	-
Total	336	100,00%	24.984	100,00%

Fonte: IBGE, 2020a.

Nota: X indica uma informação que foi omitida pelo IBGE com a finalidade de preservar o anonimato do dado em função do reduzido número de estabelecimentos em determinada categoria de informação.

Além disso, o setor primário é de grande importância na produção de matérias primas para atividades industriais. No município, havia 122 agroindústrias nos estabelecimentos rurais, o que representa 30,12% do total de estabelecimentos recenseados pelo IBGE, com um valor da produção de R$ 4,445 milhões no ano de 2017. Os principais produtos da agroindustrial rural com maior número de estabelecimentos foram os ligados à produção de carvão vegetal (47,54% do total das agroindústrias) e fabricação de queijo e requeijão (37,7%), conforme apresentado na Figura 284 . Em termos de valor da produção, essas duas atividades também foram as principais, mas com a produção de carvão vegetal sendo responsável por 86,12% do valor da produção e a de queijo e requeijão por 12,46% (Figura 284).

Figura 284 Percentual da participação no total de estabelecimentos agropecuários com agroindústria e no valor da produção agroindustrial (principais produtos) - Município de Rio Piracicaba - 2017



Fonte: IBGE, 2020a.

O setor secundário - que abrange a indústria de transformação, serviços industriais de utilidade pública, construção civil e extração mineral, chamado de industrial na denominação do IBGE -, ancorado na extração de minério de ferro foi responsável pela maior parte do valor adicionado da economia de Rio Piracicaba, respondendo por 56,17%% do valor adicionado bruto (VAB) no ano de 2017. Os dados sobre empregos apontam a importância desse setor na geração de postos formais de trabalho. Segundo dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020), o setor secundário foi responsável por 46,17% dos postos formais de trabalho existentes em 31 de dezembro de 2018 no município de Rio Piracicaba. Apenas três subclasses da Classificação Nacional de Atividades Econômicos (CNAE) concentravam 89,84% dos postos no setor secundário: extração de minério de ferro (52,38%), manutenção e reparação de outras máquinas e equipamentos para usos industriais não especificados anteriormente (28,15%) e fabricação de obras de caldeiraria pesada (9,32%).

O setor terciário, que abrange a administração pública, serviços e comércio, foi responsável por 45,91% do estoque de empregos formais existentes no município em 31 de dezembro de 2018 (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020). Em 2017 o setor terciário representou 40,11% do valor adicionado bruto no município (IBGE, 2020i), subdividindo 27,17% do setor de serviços (inclusive o comércio) e 12,94% da administração pública.

Foto: Acervo Sete, 2019.

Foto 356 Avenida Benedito Valadares, via principal da cidade de Rio Piracicaba, com estabelecimento comerciais.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 357 Estabelecimento comercial em Rio Piracicaba.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 358 Agência Bradesco na cidade de Rio Piracicaba.

Foto: Acervo Sete, 2018

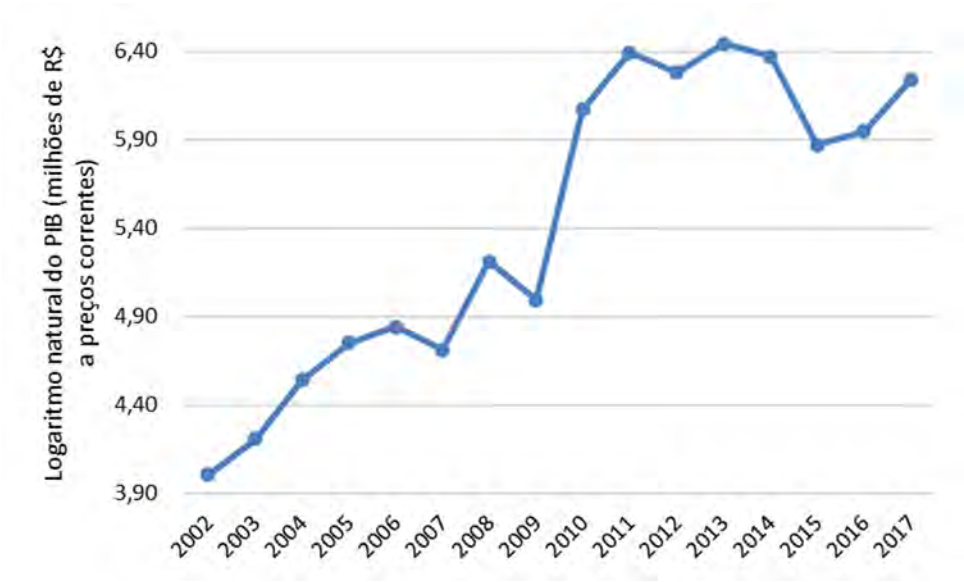
Foto 359 Agência Banco do Brasil na cidade de Rio Piracicaba.

Em termos de empregos no setor de serviços (exclusive comércio), quatro subclasses da CNAE responderam por 52% dos postos de trabalho nesse setor, quais sejam: transporte rodoviário de produtos perigosos (20,36%), atividades de atendimento hospitalar, exceto pronto-socorro e unidades para atendimento a urgências (16,00%), transporte rodoviário de carga, exceto produtos perigosos e mudanças, intermunicipal, interestadual e internacional (9,09%) e atividades de associações de defesa de direitos sociais (6,55%) (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020). Já os empregos no comércio no mesmo ano, se destacam: comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios – supermercados (15,07%), padaria e confeitaria com predominância de revenda (11,64%), comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios (9,59%), comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - minimercados, mercearias e armazéns (8,90%) e comércio varejista de produtos farmacêuticos, sem manipulação de fórmulas (6,51%) (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

Estrutura econômica

O Produto Interno Bruto (PIB) de Rio Piracicaba está diretamente relacionado ao desempenho da indústria extrativa, dada sua importância na composição do PIB e influência nos demais setores da economia. A Figura 285 apresenta o comportamento do logaritmo natural do PIB no município de Rio Piracicaba entre 2002 e 2017. Percebe-se tendência de crescimento mais acelerado do ano de 2007 para 2008 e principalmente do ano de 2009 para 2010, resultado puxado pelo crescimento do valor da produção da indústria extrativa, conforme dados de arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM (ANM, 2020). No período analisado, o PIB a preços correntes passou de R$ 55 milhões em 2002 para R$ 511 milhões em 2017. A variação do PIB é reflexo tanto do crescimento da produção, quanto da variação do valor adicionado (em unidades monetárias) por unidade produzida. No caso específico de Rio Piracicaba em relação a este último fator, a cotação internacional do minério de ferro e a taxa de câmbio real/dólar influenciam diretamente o VAB industrial.

Figura 285 Logaritmo natural do PIB (milhões de R$ a preços correntes) – Município de Rio Piracicaba - 2002 a 2017[8]



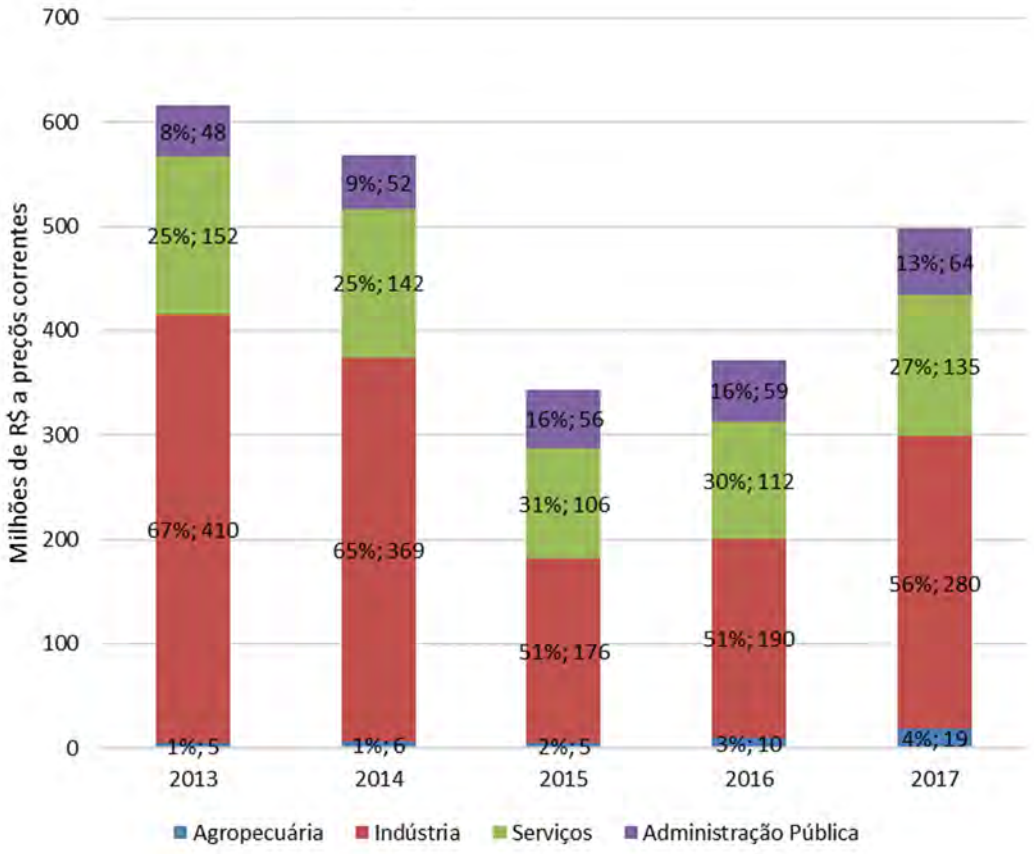
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de IBGE (2020i).

Nota: Série de referência do ano de 2010.

[8] Por meio do gráfico com os valores do PIB a preços correntes em milhões de R$ correntes em logaritmo natural é possível melhor visualizar variações percentuais de um ano para o outro, independentemente de seu valor em termos absolutos. Por exemplo, uma variação de 100 para 110, aumento de 10%, em logaritmo natural [ln(100) - ln(110) = 4,605 - 4,700 = 0,0953] representa um mesmo valor na escala em termos de logaritmo natural que uma variação de 10% de 500 para 550 [ln(500) - ln(550) = 6,215 - 6,310 = 0,0953], de modo que os valores cada vez maiores de PIB no período mais recente não dê a impressão de que o crescimento nos anos mais distantes foi baixo.

A distribuição setorial do valor adicionado na economia do município de Rio Piracicaba, apresentada na Figura 286, ilustra o peso do setor industrial para a economia municipal. Nota-se que desde 2013 a participação da indústria no valor adicionado bruto do município apresentou tendência de queda, com retomada em 2016. Além disso, o VAB do setor de serviços acompanhou, não na mesma magnitude, o movimento de queda e posterior crescimento no VAB industrial.

Figura 286 Valor adicionado bruto e participação relativa (%) por setor de atividade econômica - Município de Rio Piracicaba – 2013 a 2017



Fonte: IBGE, 2020i.

Nota: Série de referência do ano de 2010.

Emprego e renda

Em 2010 o rendimento médio das pessoas ocupadas com mais de 18 anos alcançou R$ 833,75 em Rio Piracicaba, abaixo do verificado na média brasileira, R$ 1.296,19, e de todo o estado, R$ 1.165,54. A renda *per capita* domiciliar foi de R$ 516,18, também abaixo da média brasileira e de Minas Gerais, respectivamente R$ 793,87 e R$ 749,69 (PNUD et al, 2020).

Para calcular o rendimento médio o IBGE utilizou dados que incluem informações sobre trabalho informal. A base RAIS (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020), no entanto, contabiliza apenas dados disponibilizados por estabelecimentos empregadores de mão de obra com vínculo empregatício, responsáveis por enviar as informações relativas ao seu quadro de funcionários, no dia 31 de dezembro de cada ano. Os dados mais recentes disponíveis são de 2018 e são apresentados no Quadro 219 a seguir.

Quadro 219 Número de estabelecimentos, postos formais de trabalho (valores absolutos e relativos), variação dos postos em relação ao ano anterior e salário médio por setor de atividade – Município de Rio Piracicaba - 2018

IBGE Setor	Estabelecimentos	N° de empregos Formais	Participação Relativa nos Empregos Formais	Variação do emprego entre 2016 e 2017	Remuneração Média de Empregos Formais (R$)
Extrativa Mineral	6	577	24,83%	24	4.269,73
Indústria de Transformação	13	467	20,09%	340	1.737,90
Serviços Industriais de Utilidade Pública	1	15	0,65%	4	1.806,90
Construção Civil	4	14	0,60%	2	1.279,89
Comércio	79	292	12,56%	-3	1.261,24
Serviços	60	275	11,83%	-142	1.666,17
Administração Pública	2	500	21,51%	10	2.129,60
Agropecuária, Extração Vegetal, Caça e Pesca	56	184	7,92%	34	1.281,63
Total	**221**	**2.324**	**100,00%**	**269**	**2.347,57**

Fonte: Ministério da Economia, 2020.

A extração mineral foi responsável por um quarto dos postos formais de trabalho existentes no município existente em 31 dezembro de 2018, seguido pela administração pública (21,51%) e indústria de transformação (20,09%). Este último setor, foi o grande destaque positivo no aumento nos postos de trabalho comparado aos existentes no ano anterior (crescimento de 268% ou 340 postos de trabalho), ao passo que os serviços foi o setor de apresentou uma grande redução (queda de 34% ou 142 postos de trabalho). Em todo o município houve um crescimento de 13% nos postos formais de trabalho.

Em relação às médias salariais, a extração mineral concentrava as mais elevadas com valor 82% maior que a de todo o município, seguido pela administração pública com um valor 9% menor que a de todo o município. Já as médias mais baixas estavam no comércio (46% menor que a média do município), na construção civil e agropecuária, extração vegetal, caça e pesca com um valor 45% menor.

De acordo com as entrevistas realizadas com o presidente e a gerente executiva da Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Rio Piracicaba – ACIARP, há uma grande demanda para a implantação de cursos de capacitação na área de indústria. Enfatizaram a necessidade da realização de cursos técnicos na área de mineração que já foram ministrados em parceria com a Vale e atualmente são inexistentes.

A Associação mantém um convênio com o SENAR de Viçosa e possui um banco de currículos para encaminhamento às empresas quando há oferta de mão de obra. A divulgação dos dados cadastrais é divulgada por meio das redes sociais e de jornais que circulam na cidade. Vale dizer que 90,0% dos currículos são de moradores de Rio Piracicaba.

Cabe dizer que a cidade não conta com SINE, SENAI e SESC. A referência é a cidade de João Monlevade.

Finanças públicas

Em relação ao total arrecadado pela prefeitura municipal, o município de Rio Piracicaba possui uma importante participação de receitas ligadas às atividades econômicas existentes no município, como o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) e principalmente a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Somente essas duas fontes de arrecadação foram responsáveis por 48,68% da arrecadação da Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba no ano de 2019, conforme apresentado no Quadro 219. Além disso, a arrecadação da CFEM no município vem passando por crescimento, conforme apresentado na Figura 287 , com um aumento nominal de 464% entre 2010 e 2019 (ANM, 2020). Em função disso, a parcela da CFEM que cabe ao município vem ganhando participação na arrecadação da Prefeitura Municipal, passando de 8,21% em 2013 (R$ 2,981 milhões) para 31,62% em 2019 (R$ 20,589 milhões) (TESOURO NACIONAL, 2020).

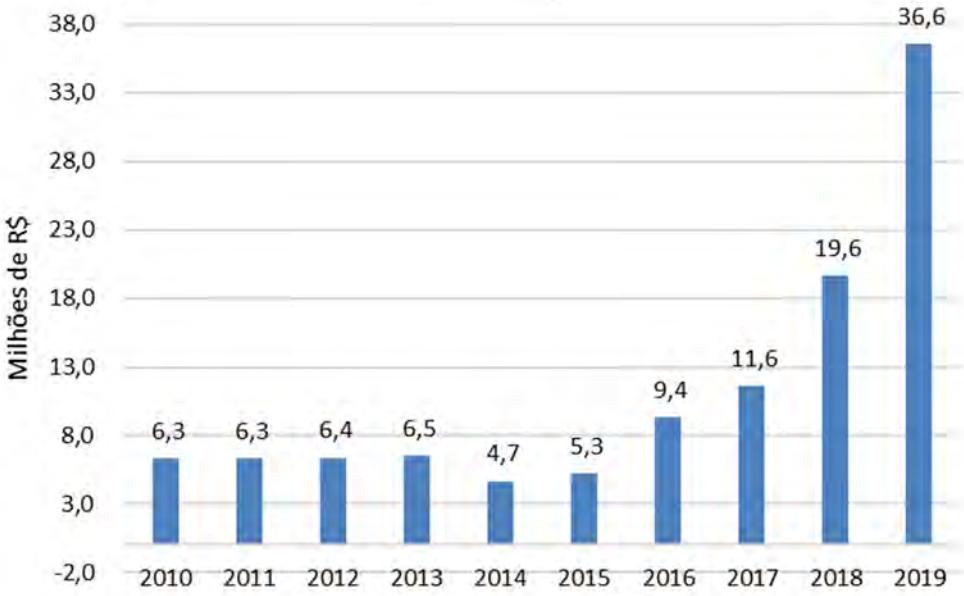
Outros importantes componentes na composição da arrecadação eram as receitas provenientes de transferências de outros entes da federação, como as oriundas do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB) e do Sistema Único de Saúde (SUS). Juntas responderam por 34,09% das receitas no ano de 2019. As demais fontes selecionadas são apresentadas no Quadro 220.

Quadro 220 Receitas orçamentárias selecionadas arrecadadas pela Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba em 2019 – valores em R$ correntes

Receita Orçamentária			Valor (R$)	Participação (%)
Receita de Arrecadação Própria	IPTU		445.395,57	0,68%
	ISSQN		2.293.853,99	3,52%
	IRPQ		516.890,75	0,79%
	ITBI		113.506,56	0,17%
	Taxas		394.479,62	0,61%
Transferências Governamentais	Transferência federal	FPM	14.712.571,08	22,59%
		SUS	1.327.499,95	2,04%
	Transferências estaduais	ICMS	11.110.806,04	17,06%
		IPVA	1.185.061,51	1,82%
	Transf. Multigov.	FUNDEB	6.160.667,51	9,46%
Receitas de capital			423.274,57	0,65%
CFEM			20.589.243,03	31,62%
Outras receitas correntes			0,00	0,00%
Deduções da Receita Corrente			5.433.892,95	8,34%
Receita Orçamentária Total			65.119.644,45	100,00%

Fonte: Tesouro Nacional, 2020.

Figura 287 Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM arrecadada (esfera municipal, estadual e federal) - Município de Rio Piracicaba – 2010 a 2019



Fonte: ANM, 2020.

11.7.3.1.4 Inserção da Área do Projeto no Macrozoneamento Ambiental do Município de Rio Piracicaba

O município de Rio Piracicaba instituiu seu Plano Diretor por meio da Lei nº 2.037, de 19 de outubro de 2006. Em seu Título IV –Das Normas Gerais do Regime Urbanístico, Capítulo I –Do Macrozoneamento, tem-se a definição das macrozonas em que o município está dividido, quais sejam Zonas Urbanas e Zonas Rurais.

> *I – As Zonas Urbanas, que compreendem as áreas urbanizadas e de expansão urbana da sede do Município, delimitadas pelo perímetro urbano descrito no Anexo 4, e diferenciadas segundo as demandas de adequação dos usos à segurança, ao conforto da população e à proteção ambiental e paisagística, são as seguintes:*
>
> > *a) Zonas Mistas –ZMs*
> >
> > *b) Zonas industriais –Zis*
> >
> > *c)Zonas de Proteção Ambiental –ZPAs*
> >
> > *d)Zonas de Diretrizes Especiais –ZDEs*
> >
> > *e) Zonas de Especial Interesse Social -ZEIs*

II – As Zonas Rurais, inseridas entre o perímetro da Zona Urbana e os limites geográficos do Município, que se subdividem em:

a) Zonas Rurais de Preservação Ambiental – ZR-PAs;

b) Zonas Rurais de Atividades Econômicas –ZR-AEs.

No município de Rio Piracicaba, o Complexo de Água Limpa localiza-se na ZR-AEs. Esta Zona subdivide-se em: ZR-AE-1, ZR-AE-2 e ZR-AE-3. O Projeto em estudo encontra-se posicionado na ZR-AE-1.

O Plano Diretor de Rio Piracicaba dispõe o seguinte sobre essas áreas:

II – As Zonas Rurais, inseridas entre o perímetro da Zona Urbana e os limites geográficos do Município, que se subdividem em:

[...]

b) Zonas Rurais de Atividades Econômicas – ZR-AE's, assim denominadas as que compreendem áreas cuja destinação é a do exercício, nelas, de atividades econômicas não-urbanas;

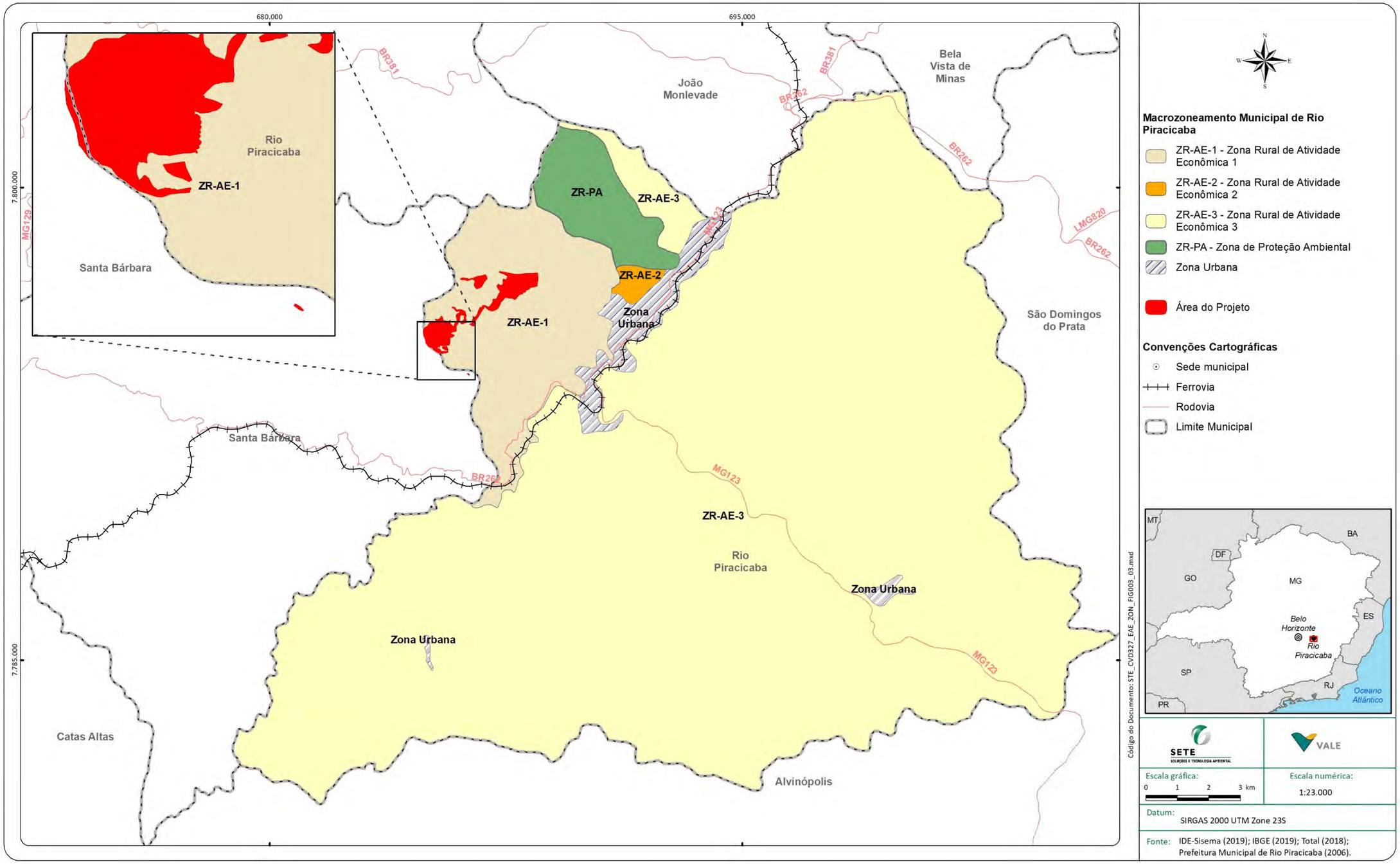
[...]

§ 2º - As Zonas Rurais de Atividades Econômicas, previstas na alínea b do inciso II deste artigo, compreendem as áreas destinadas prioritariamente ao desenvolvimento de atividades econômicas não urbanas, e classificam-se em:

I – Zonas Rurais de Atividades Econômicas 1 – ZR-AE-1's, que compreendem áreas em que há concentração de ferro e outros metais, que devem ser destinadas, prioritariamente, ao exercício de atividades minerárias no Município, compatibilizando-se estas com a recuperação e a conservação do ambiente, na forma da legislação pertinente, e nas quais não são permitidas ocupação de caráter urbano, nem atividades agropecuárias e de silvicultura;

A Figura 288 apresenta a inserção da Área do Projeto em estudo no macrozoneamento de Rio Piracicaba.

Figura 288 Inserção da Área do Projeto no Macrozoneamento do Município de Rio Piracicaba



11.7.3.1.5 Dimensão Ambiental

O município de Rio Piracicaba conta com a atuação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura vinculada ao gabinete do prefeito municipal. A Secretaria foi criada em 2016 e anteriormente era vinculada à Secretaria Municipal de Saúde.

De acordo com a entrevista realizada, a Secretaria tem como principais atividades a reestruturação do sistema de coleta seletiva, a criação de duas unidades de conservação, ora em fase de implantação (Talho Aberto e Fidalgo, hidrelétrica desativada), o planejamento para a transferência da concessão do tratamento de esgoto para a COPASA, a fiscalização exercida por meio de denúncias recebidas, a autorização para cortes de árvores, a expedição de declarações de conformidade e o desenvolvimento de atividades na área de educação ambiental na totalidade das escolas municipais e estaduais dos anos iniciais até o 5º ano (trata-se de projeto cíclico que inicia-se com atividades relacionadas à árvore e na sequência floresta, água, solos e reciclagem). Tais atividades são desenvolvidas por meio da realização de palestras, oficinas lúdicas, visitação às instalações da Vale, entre outras.

Cabe ressaltar que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Rio Piracicaba não concede licenças ambientais.

Rio Piracicaba conta com o Conselho Municipal de meio Ambiente – CODEMA. Tem caráter consultivo, normativo e deliberativo e atua no município desde 1997, sendo composto por 12 membros. Nas reuniões ordinárias mensais do CODEMA, são deliberados pelos conselheiros autorizações em relação à supressão de vegetação e poda de árvores na área urbana, autorização para intervenções em áreas de preservação permanente, emissão de declaração de conformidade e elaboração de deliberações normativas (atualmente, tem-se quatro em vigor).

Segundo a entrevista realizada, os principais problemas ambientais de Rio Piracicaba dizem respeito ao lançamento do esgotamento sanitário no rio Piracicaba sem nenhum tratamento e à falta de fiscalização de maneira geral, com ênfase na falta de fiscalização ambiental.

Já as principais denúncias recebidas são referentes aos desmatamentos, às queimadas em áreas urbana e rural, ao corte irregular de árvores, à invasão em áreas de preservação permanente, ao lançamento inadequado de resíduos, ao lançamento de efluentes de oficinas, lava jatos e postos de gasolina no rio Piracicaba.

O entrevistado salientou que o ponto forte do município é a atividade minerária. Mencionou também a tranquilidade e segurança existentes na cidade, a presença significativa de áreas verdes, a qualidade dos serviços prestados na área de saúde e o custo de vida bastante razoável. No entanto, manifestou a necessidade da diversificação da economia do município que é totalmente dependente da mineração. Já o sistema de esgotamento sanitário (falta de tratamento) e o desemprego foram apontados como os principais pontos fracos de Rio Piracicaba.

Em termos de legislação, o município possui Plano Diretor, Código de Posturas, Código de Obras, Plano Municipal de Saneamento e deliberações normativas do CODEMA que regulam ações específicas.

Em Rio Piracicaba não há organização ou entidades atuantes na área ambiental. Em termos de unidade de conservação, encontra-se em estudo a regularização/implantação de duas unidades inseridas no município, quais sejam: Talho Aberto e Fidalgo (hidrelétrica desativada).

Finalmente cabe destacar que o município participa do Consórcio da Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba – DO2.

11.7.3.2 Área de Estudo Regional: Município de Santa Bárbara

11.7.3.2.1 Aspectos Históricos[9]

Em 1702, o bandeirante Domingos Borges descobriu na fralda oriental do Caraça ricas minas auríferas que, mais tarde, foram denominadas Catas Altas, tal a profundeza das escavações feitas. Na mesma época, o desbravador Antônio Bueno explorou, na região, outras minas. Como estas não ofereceram a mesma abundância de ouro que as de Catas Altas, resolveu, o desbravador, descer mais, indo explorar as margens do ribeirão de Santa Bárbara, onde achou minas mais ricas que atraíram povoadores, e dando começo à formação do arraial, já pelo ano de 1707.

Tão grande foi o desenvolvimento do lugar, alimentado pela inesgotável riqueza da terra, que logo foi elevado à Paróquia. No local onde está hoje a Matriz de Santa Bárbara, existiu uma Capela com a data de 1713, o que vem confirmar que a localidade teve início nos primeiros anos do século XVIII.

Pelo Alvará de 16 de fevereiro de 1724, o arraial foi elevado a distrito. O município, criou-o, com o território desmembrado de Mariana, a Lei Provincial número 134, de 16 de março de 1839.

Em 1858, recebeu a vila de Santa Bárbara foros de cidade.

Inicialmente o lugar era conhecido como Santo Antônio do Rio Abaixo. Posteriormente chamavam-no Santa Bárbara, nome do ribeirão que banha a cidade.

Falar sobre a história de Santa Bárbara, é ter forçosamente que falar sobre o Caraça, notável educandário, com grande folha de serviços prestados a Deus e à Pátria. Se as minas de Catas Altas, encheram o alforje dos desbravadores, o Colégio do Caraça lapidou a inteligência de muitas gerações. Quem lançou a semente de tão importante obra foi o Irmão Lourenço de Nossa Senhora, personagem misteriosa, da qual pouco se sabe. É tradição que o erudito Lourenço não era outro senão Dom Carlos de Mendonça Távora, membro da família Távora, que procurava naquela região refúgio, vítima que eram todos os de sua família das atrozes perseguições do Marques de Pombal.

[9] Extraído de IBGE (2020g).

Com os recursos e auxílios que esmolara, o Irmão Lourenço comprou uma sesmaria no Caraça, escravos, gado e outros bens, e a 24 de março de 1744, pode erigir uma Capela ali, cedendo-lhe todas as propriedades. Assim nos conta o historiador Vitor da Silveira.

Depois do falecimento do Irmão Lourenço a propriedade foi entregue à Congregação de São Vicente de Paulo, e, com a chegada dos missionários, ficou definitivamente instituído o colégio que educou esmeradamente, milhares de jovens que galgaram as mais elevadas posições.

Das páginas da história de Santa Bárbara, salta, também, a singular figura de João Batista de Souza Coutinho, o Barão de Catas Altas, que herdando a mina do Congo, tornou-se o homem de maior fortuna da região. Entretanto, levando vida nababesca e cheia de leviandades, morreu na miséria.

Santa Bárbara é berço de Afonso Augusto Moreira Pena que prestou os mais relevantes serviços à Pátria, chegando ao posto de Presidente da República.

11.7.3.2.2 Dimensão Demográfica

Entre 1970 e 2010, a população total de Santa Bárbara cresceu 71,59%, o que equivale a uma taxa média anual geométrica de 1,36%, menor, portanto, que a taxa média anual nacional (1,81%) e levemente superior à taxa média estadual (1,34%) (IBGE, 2020b).

A população urbana cresceu principalmente na década de 1980 e estagnou na década 1990. A população rural decaiu a cada período censitário, com exceção de 2010 com um leve crescimento, como pode ser observado no Quadro 221. Entre 1970 e 2010 a população rural decresceu 55,42%, ao passo que a urbana registrou um significativo crescimento (165,69%). Em 2010, o grau de urbanização alcançou 88,94%, valor levemente superior ao registrado em 2000. Segundo estimativas populacionais, em 2020 o município possuía uma população de 31.604 habitantes (IBGE, 2020h), o que representa um crescimento de 13,37% em relação ao ano de 2010.

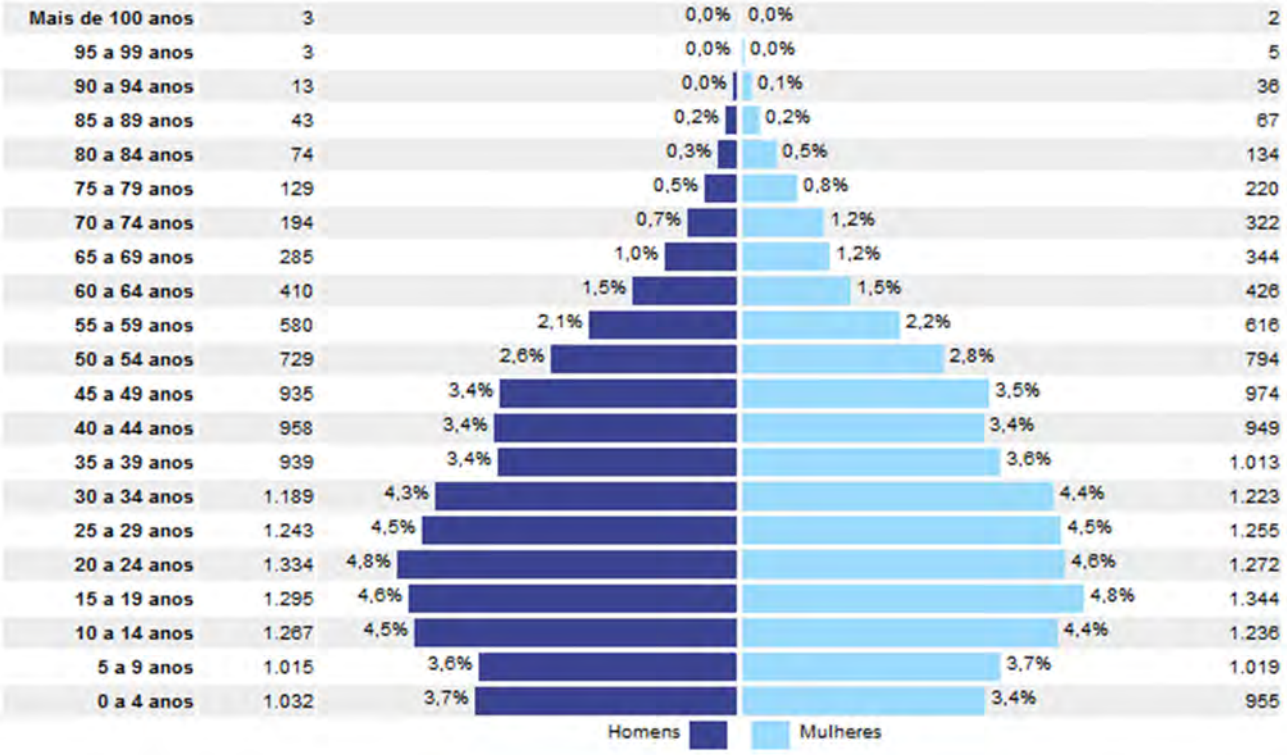
Quadro 221 População total municipal, absoluta e relativa, por local de residência – Município de Santa Bárbara - 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010

Ano	População					
	Urbana		Rural		Total	
	Absoluta	%	Absoluta	%	Absoluta	%
1970	9.332	57,44	6.914	42,56	16.246	100
1980	12.431	68,84	5.626	31,16	18.057	100
1991	20.969	80,86	4.962	19,14	25.931	100
2000	21.294	88,06	2.886	11,94	24.180	100
2010	24.794	88,94	3.082	11,06	27.876	100

Fonte: IBGE, 2020b, c, d, e, f.

A distribuição etária do município, em 2010, apresentada na Figura 289 , indica que a população local ainda se mostrava predominantemente jovem e que, 51% era do sexo feminino. Nota-se, porém, indícios de que sua base começava a diminuir, indicando o envelhecimento dos moradores, também demonstrado pelo aparecimento de faixas etárias mais elevadas, acima de 80 anos. Esse comportamento pode ser explicado, entre outros fatores, pela queda na taxa de fecundidade - passando de 3,11 filhos por mulher em 1991, para 2,47 em 2000 e 1,56 em 2010 (PNUD et al, 2020) - e o aumento na esperança de vida ao nascer - de 65,71 anos em 1991 para 69,52 em 2000 e 73,97 em 2010 (*ibidem*).

Figura 289 Distribuição Etária – Município de Santa Bárbara - 2010



Fonte: IBGE, 2020b.

11.7.3.2.3 Dinâmica Social

11.7.3.2.3.1 Saúde

O município de Santa Bárbara dispunha em maio de 2020 de 67 estabelecimentos de atendimento à saúde, conforme apresentado no Quadro 222. Destaca-se em termos numéricos os consultórios, respondendo por mais de (52,24%) do total de estabelecimentos e os Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde e as Clínicas Especializadas/Ambulatório Especializado, cada categoria com dez estabelecimentos (14,92%).

Quadro 222 Estabelecimentos de saúde existentes no Município de Santa Bárbara, por tipo de estabelecimento e tipo de prestador – 2020

Tipo de Estabelecimento	Esfera Jurídica				
	Administração Pública Municipal	Demais Entidades Empresariais	Entidades sem Fins Lucrativos	Pessoas Físicas	Total
Centro de Atenção Psicossocial-CAPS	1	-	-	-	1
Centro de Saúde/Unidade Básica De Saúde	10	-	-	-	10
Clínica Especializada/Ambulatório Especializado	1	9	-	-	10
Consultório	-	18	1	16	35
Farmácia	1	1	-	-	2
Hospital Geral	-	-	1	-	1
Policlínica	-	1	-	-	1
Posto de Saúde	1	-	-	-	1
Secretaria de Saúde	1	-	-	-	1
Unidade de Serviço de Apoio de Diagnose e Terapia	-	5	-	-	5
Total	**15**	**34**	**2**	**16**	**67**

Fonte: Ministério da Saúde, 2020a.

O hospital existente no município, de caráter filantrópico, disponibilizava em maio de 2020 um total de 53 leitos para internação (hospitalar), dos quais 36 (67,92%) eram leitos disponíveis para atendimento pelo SUS (Quadro 223). Os leitos predominantemente eram os clínicos, responsáveis por 50,94% do total, seguido dos obstétricos com 24,53%. Ao ser levada em conta a estimativa populacional para 2020 (IBGE, 2020) que no município de Santa Bárbara correspondeu a 31.324 moradores, calculou-se uma média de aproximadamente 1,14 leitos de internação hospitalar para cada 1.000 habitantes. Esse valor é inferior ao parâmetro de referência do Ministério da Saúde (2,5 a 3 leitos/mil habitantes, segundo a Portaria nº 1.101/2002)[10].

Quadro 223 Número de leitos hospitalares de internação disponíveis, gerais e pelo SUS, por especialidade – Município de Santa Bárbara – 2020

Especialidade	Leitos Disponíveis	
	Quantidade Existente	Quantidade SUS
Cirúrgicos	6	4
Clínicos	27	20
Obstétrico	13	6
Pediátrico	7	6
Total	**53**	**36**

Fonte: Ministério da Saúde, 2020a.

[10] A portaria foi revogada em 2015 e os parâmetros de referência foram substituídos por outros que levam em consideração especificidades de cada município. No entanto, esses dados não se encontram disponíveis em fontes de dados secundários e, por isso, neste estudo está sendo apresentado o enquadramento na referida Portaria.

O município de Santa Bárbara em maio de 2020, contava com um total de 517 equipamentos para o atendimento à saúde, dos quais 179 (34,62%) estavam disponíveis para atendimento pelo SUS (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020). Estes equipamentos incluem equipamentos de odontologia (55,31%), manutenção da vida (19,92%), métodos óticos (8,12%), diagnóstico por imagem (5,80%), métodos gráficos (3,48%), audiologia (2,70%), infraestrutura (1,74%) e outros equipamentos (2,90%).

Em 2019, as causas de internação hospitalares, de acordo com a Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (também conhecida como Classificação Internacional de Doenças – CID 10), dos residentes em Santa Bárbara e que responderam pela maior parte (73,82%) das 1.849 internações foram: gravidez parto e puerpério (19,36%), doenças do aparelho respiratório (15,58%), doenças do aparelho geniturinário (12,28%), doenças do aparelho circulatório (10,22%), doenças do aparelho digestivo (9,19%) e lesões, envenenamento e algumas outras consequências de causas externas (7,19%) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b).

As principais causas de óbitos hospitalares dos residentes no município em 2019, segundo a CID-10, foram: doenças do aparelho respiratório (25,00%), doenças do aparelho geniturinário (20,83%), algumas doenças infecciosas e parasitárias (9,72%), neoplasias - tumores (9,72%), doenças do aparelho circulatório (9,72%) e doenças do aparelho digestivo (8,33%). Tais doenças representaram 83,32% do total dos 72 óbitos registrados no município em 2019. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b).

A taxa de mortalidade infantil - número de mortes de crianças no primeiro ano de vida por 1.000 nascidos vivos – e a taxa de mortalidade de crianças de até 5 anos por 1.000 nascidos vivos, apresentaram queda significativa no período intercensitário 1991 - 2010 no município de Santa Bárbara. Observa-se pelo Quadro 224 que o primeiro indicador regrediu de 36,17 para 17,0 no intervalo de 19 anos, enquanto o segundo reduziu consideravelmente passando de 47,45 para 19,74, apresentando valores muito similares àqueles registrados para o Estado de Minas Gerais e para o Brasil.

Quadro 224 Mortalidade Infantil e Mortalidade até 5 anos de idade, por mil nascidos vivos – Município de Santa Bárbara, Estado de Minas Gerais e Brasil - 1991- 2000 - 2010

Divisão Territorial	Mortalidade infantil			Mortalidade até 5 anos de idade		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Santa Bárbara	36,17	30,15	17,0	47,45	32,99	19,74
Minas Gerais	35,39	27,75	15,08	46,23	30,37	17,3
Brasil	44,68	30,57	16,7	55,74	36,98	18,83

Fonte: PNUD et al, 2020.

A taxa de mortalidade infantil no ano de 2018 foi de 12,92, o valor superior quando comparado ao estado de Minas Gerais que apresentou uma taxa de 10,96 e próximo ao registrado no Brasil de 12,18 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b). No ano foi registrado um total de 387 nascidos vivo e cinco óbitos infantis. É importante destacar que pelo reduzido número de nascimentos e óbitos, pequenas variações absolutas no número de óbitos causam grandes variações na taxa de mortalidade infantil.

11.7.3.2.3.2 Educação

A rede escolar de Santa Bárbara era composta no ano de 2019 por 24 unidades de ensino em atividade (INEP, 2020a). Dessas unidades, 15 (62,50%) pertenciam à rede municipal, quatro (16,67%) à rede estadual e cinco (20,83%) eram da rede privada. Não existia em Santa Bárbara estabelecimentos de ensino pertencente à rede federal. Havia cinco unidades localizadas em zona rural, todas pertencentes à rede municipal de ensino, conforme o Quadro 225.

Quadro 225 Número de estabelecimentos de ensino por dependência administrativa e localização – Município de Santa Bárbara - 2019

Dependência Administrativa	Número de Estabelecimentos de Ensino		
	Urbana	Rural	Total
Estadual	4	-	4
Federal	-	-	-
Municipal	10	5	15
Privada	5	-	5
Total	**19**	**5**	**24**

Fonte: INEP, 2020a.

A distribuição das matrículas no município em 2019 é apresentada no Quadro 226. Das 6.510 matrículas registradas, 3.750 (57,60%) foram no ensino fundamental (anos iniciais e anos finais). No ensino médio, por sua vez, foram registradas 995 matrículas (15,28% do total), em sua maioria na rede estadual (89,64%). Na educação infantil foram registradas 1.056 matrículas (16,22% do total), sendo 73,20% em instituições de ensino municipais e os demais 26,79% na rede privada. Foram registradas ainda 192 matrículas no ensino profissional (nível técnico), em sua totalidade na rede privada.

Quadro 226 Número de Alunos Matriculados, por Dependência de Ensino - Município de Santa Bárbara - 2019

Dependência	Matrícula								
	Educação infantil		Ensino fundamental		Ensino Médio	Educação Profissional (Nível Técnico)	EJA (*)	Educação especial	Total
	Creche	Pré-Escola	Anos Iniciais	Anos Finais					
Federal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estadual	-	-	-	499	892	-	473	70	1.864
Municipal	158	615	1.778	976	-	-	20	137	3.547
Privada	129	154	310	187	103	192	24	56	1.099
Total	**287**	**769**	**2.088**	**1.662**	**995**	**192**	**517**	**263**	**6.510**

(*) Educação de Jovens e Adultos

Nota: o mesmo aluno pode ter mais de uma matrícula.

Fonte: INEP, 2020a.

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB/Anos Iniciais, registrado para o município de Santa Bárbara, subiu de 4,2 para 6,8 entre 2007 e 2019, tendo cumprido em todos os anos suas respectivas metas projetadas. Quanto ao IDEB/ anos finais, este subiu de 3,3 em 2007 para 5,2 em 2019, sempre cumprindo as metas projetadas em seus respectivos anos, conforme demonstram os dados apresentados no Quadro 227. No ensino médio, com divulgação iniciada para o ano de 2017, passou de 3,6 em 2017 para 3,9 em 2019, cumprindo a meta neste último ano.

Quadro 227 Índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB observado em 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 e metas para rede pública – Município de Santa Bárbara

Ensino Fundamental	2005		2007		2009		2011		2013		2015		2017		2019		2021
	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Obs.	Meta	Meta
Anos Iniciais	3,8	-	4,2	3,9	5,6	4,2	6,0	4,7	5,9	4,9	6,4	5,2	6,8	5,5	6,8	5,8	5,8
Anos Finais	3,2	-	3,3	3,2	4,6	3,4	4,6	3,6	5,0	4,0	4,7	4,4	4,7	4,7	5,2	4,9	4,9
Ensino médio	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,6	0	3,9	3,8	3,8

Fonte: INEP, 2020b.

Conforme pode ser observado no Quadro 228, comparativamente ao estado de Minas Gerais, o município de Santa Bárbara tinha uma parcela menor da população com 25 anos ou mais de idade na condição de analfabetos, 7,29% contra 10,36%. Nos maiores níveis de escolaridade, Santa Bárbara possuía uma parcela maior de população com o ensino médio completo e superior incompleto comparado ao estado (25,36% contra 21,68%), mas tinha uma parcela menor com o ensino superior completo na mesma comparação (7,20% contra 10,57%).

Quadro 228 Escolaridade da população com 25 anos ou mais de idade – Município de Santa Bárbara e Estado de Minas Gerais - 2010

Indicador	Santa Bárbara	Minas Gerais
Ensino fundamental incompleto e analfabetos	7,29%	10,36%
Ensino fundamental incompleto e alfabetizados	42,76%	43,24%
Ensino fundamental completo e médio incompleto	16,39%	14,15%
Ensino médio completo e superior incompleto	26,36%	21,68%
Ensino superior completo	7,20%	10,57%

Fonte: PNUD et al, 2020.

Por fim, não há instituições de ensino superior que oferecem cursos de graduação presencial em Santa Bárbara e existem duas que oferecem cursos à distância (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2020): Centro Universitário Estácio de Ribeirão Preto e Universidade Cidade de São Paulo Branco.

11.7.3.2.3.3 Segurança pública

O município de Santa Bárbara dispõe do 3º Pelotão da Polícia Militar de Minas Gerais, da 57ª Cia. de Polícia Militar do 26º Batalhão de Polícia Militar – Itabira. O município possui Delegacia de Polícia Civil.

O Quadro 228 apresenta os registros de crimes violentos e não violentos entre 2012 e 2019 no município de Santa Bárbara. Se observa que, dentre os crimes não violentos, o furto consumado foi o que apresentou a maior frequência, respondendo por 73,1% dos crimes não violentos no município no ano de 2019. Em relação aos crimes violentos, os mais frequentes foram o roubo consumado, com 34 registros (73,91% dos crimes violentos), e o estupro de vulnerável consumado, com quatro registros (8,7%). O Quadro 229 apresenta mais detalhes.

Quadro 229 Número registrado de crimes por natureza – Município de Santa Bárbara - 2012 a 2019

Crimes	Ano							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Violentos								
Estupro Consumado	0	2	0	1	1	0	2	0
Estupro de Vulnerável Consumado	2	3	2	1	5	5	5	4
Estupro de Vulnerável Tentado	0	0	0	0	0	1	0	0
Estupro Tentado	1	0	1	0	0	1	0	1
Extorsão Consumado	0	1	0	1	0	0	1	1
Extorsão Mediante Sequestro Consumado	0	0	0	0	0	0	0	0
Extorsão Tentado	0	0	0	1	0	0	0	0
Homicídio Consumado (Registros)	4	6	8	3	6	2	4	3
Homicídio Tentado	8	8	11	10	10	4	3	1
Roubo Consumado	26	54	45	68	54	66	42	34
Roubo Tentado	4	13	1	7	5	2	4	2
Sequestro e Cárcere Privado Consumado	0	0	0	0	1	0	0	0
Sequestro e Cárcere Privado Tentado	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	**45**	**87**	**68**	**92**	**82**	**81**	**61**	**46**
Não violentos								
Furto Consumado	279	315	414	447	442	478	461	451
Lesão Corporal Consumado	129	151	152	131	115	134	109	120
Total	**408**	**466**	**566**	**578**	**557**	**612**	**570**	**571**
Total Geral	**453**	**553**	**634**	**670**	**639**	**693**	**631**	**617**

Fonte: SEJUSP, 2020.

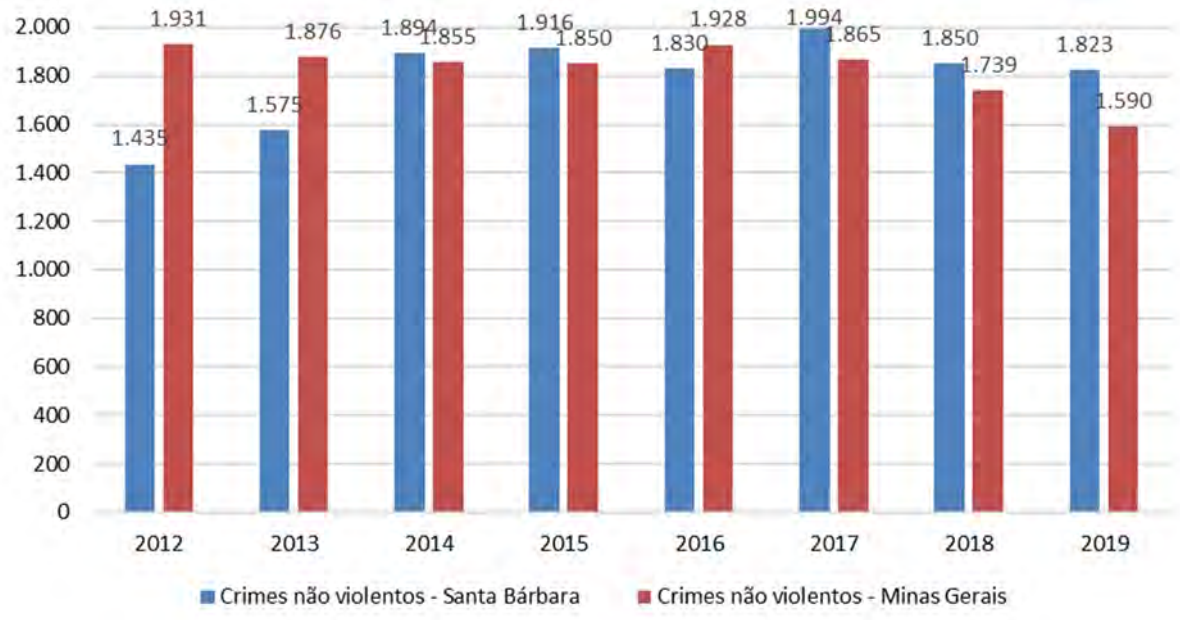
Utilizando-se o número de registros e a população estimada para o período é possível calcular o índice de crimes por 100 mil habitantes. Em Santa Bárbara, esse índice referente aos crimes violentos apresentou uma tendência de queda que se inicia no ano de 2016, após atingir um pico em 2015, e termina o ano de 2019 com o menor valor da série analisada. O valor neste último ano foi 55,01% menor que o do Estado de Minas Gerais (Figura 290).

Figura 290 Índice de crimes violentos por mil habitantes – Município de Santa Bárbara e Estado de Minas Gerais - 2012 a 2019

Fonte: SEJUSP, 2020.

Quanto aos crimes não violentos por 100 mil habitantes é possível observar pela Figura 291, que os valores registrados no município de Santa Bárbara apresentaram uma tendência de crescimento entre 2012 até o ano de 2017, quando atinge seu pico, e inicia uma trajetória de redução a partir de então. No entanto, comparativamente ao Estado de Minas Gerais, o município de Santa Bárbara que em 2012 possuía um índice de crimes não violentos por 100 mil habitantes 25,71% menor, passou a apresentar em 2019 um valor 14,64% maior.

Figura 291 Índice de crimes não violentos por mil habitantes – Município de Santa Bárbara e Estado de Minas Gerais – 2012 a 2019



Fonte: SEJUSP, 2020.

11.7.3.2.3.4 Saneamento Básico

A concessão do serviço de abastecimento de água na sede do município de Santa Bárbara é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA.

A oferta de água no município advém do sistema Caraça, responsável por 95% da oferta de água e com captação sendo realizada no rio Caraça, no sistema Poço 1 Santa Bárbara, responsável por 3% da oferta de água, e Poço 2 Santa Bárbara, responsável por 2% da oferta de água (ANA, 2020a).

Em Santa Bárbara, a rede geral de abastecimento de água atendia, em 2010, 89,44% dos domicílios particulares permanentes, em área urbana chegou a 96,80% (IBGE, 2020b). Já em zona rural, 31,52% das residências eram atendidas por rede geral e 66,59% eram abastecidos por poço ou nascente, fora e dentro da propriedade, conforme o Quadro 230.

Quadro 230 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo a forma de abastecimento de água - Município de Santa Bárbara - 2010

Forma de abastecimento de água	Domicílios particulares permanentes					
	Urbanos	(%)	Rurais	(%)	Total	(%)
Rede geral	6.862	96,8	284	31,52	7.146	89,44
Poço ou nascente na propriedade	65	0,92	294	32,63	359	4,49
Poço ou nascente fora da propriedade	140	1,97	306	33,96	446	5,58
Carro-pipa ou água da chuva	7	0,1	12	1,33	19	0,24
Rio, açude, lago ou igarapé	1	0,01	5	0,55	6	0,08
Poço ou nascente na aldeia	-	-	-	-	-	-
Poço ou nascente fora da aldeia	-	-	-	-	-	-
Outra	14	0,2	-	-	14	0,18
Total	**7.089**	**100**	**901**	**100**	**7.990**	**100**

Fonte: IBGE, 2020b.

Segundo MDR (2020), o índice de atendimento de água da população urbana no ano de 2018 foi de 80,7%.

O sistema de esgotamento sanitário no município é de responsabilidade da prefeitura municipal. Santa Bárbara não conta com Estação de Tratamento de Esgoto – ETE e o esgoto é lançado *in natura* no rio de nome Barão de Cocais ou São João Bárbara e no córrego Basílio e ribeirão Vermelho (ANA, 2020b).

No ano de 2018 o município de Santa Bárbara tinha um índice de coleta de esgoto de 77,93% e não havia tratamento de esgoto, conforme dito anteriormente (MDR, 2020).

Em 2010, 83,50% do total de domicílios particulares permanentes possuíam rede geral de esgoto, como demonstram os dados do Quadro 231. Esse tipo de instalação é observado principalmente na área urbana (90,51%). Na área rural essa forma de esgotamento sanitário não passava de 28,41% dos domicílios, sendo predominante a fossa rudimentar com 47,61%.

Quadro 231 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo o tipo de esgotamento sanitário - Município de Santa Bárbara - 2010

Tipo de esgotamento sanitário	Domicílios particulares permanentes					
	Urbanos	(%)	Rurais	(%)	Total	(%)
Rede geral de esgoto ou pluvial	6.416	90,51	256	28,41	6.672	83,50
Fossa séptica	46	0,65	101	11,21	147	1,84
Fossa rudimentar	214	3,02	429	47,61	643	8,05
Vala	35	0,49	10	1,11	45	0,56
Rio, lago ou mar	249	3,51	93	10,32	342	4,28
Outro tipo	116	1,64	6	0,67	122	1,53
Não tinham	13	0,18	6	0,67	19	0,24
Total	**7.089**	**100,00**	**901**	**100,00**	**7.990**	**100,00**

Fonte: IBGE, 2020b.

Quanto ao lixo em Santa Bárbara, a disposição é realizada em lixão e há coleta seletiva no município (CNM, 2020).

No ano de 2018 a taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduo sólidos em todo o município era de 98,93% e na de 99,62% na zona urbana (MDR, 2020).

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010, 92,32% dos domicílios particulares permanentes de Santa Bárbara contavam com coleta de lixo, sendo que zona urbana o valor foi de 97,60% (IBGE, 2020b). Na zona rural, essa parcela alcançava 50,72%, mas ainda era muito comum a queima dos resíduos, que ocorria em 45,17% dos domicílios rurais, conforme apresentado no Quadro 232, a seguir.

Quadro 232 Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio, segundo o destino do lixo - Município de Santa Bárbara - 2010

Destino do Lixo	Domicílios Particulares Permanentes					
	Urbanos	(%)	Rurais	(%)	Total	(%)
Coletado por serviço de limpeza	6.822	96,23	453	50,28	7.275	91,05
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	97	1,37	4	0,44	101	1,26
Subtotal (coletado)	6.919	97,60	457	50,72	7.376	92,32
Queimado (na propriedade)	151	2,13	407	45,17	558	6,98
Enterrado (na propriedade)	1	0,01	6	0,67	7	0,09
Jogado em terreno baldio ou logradouro	12	0,17	25	2,77	37	0,46
Jogado em rio, lago ou mar	-	-	-	-	-	-
Outro destino	6	0,08	6	0,67	12	0,15
Total	7.089	100,00	901	100,00	7.990	100,00

Fonte: IBGE, 2020b.

11.7.3.2.3.5 Habitação

Em 2010 foram identificados um total de 7.990 domicílios particulares permanentes em Santa Bárbara, dos quais 7.089 (88,72%) estavam em área urbana e apenas 901 (11,28%), em área rural (IBGE, 2020b). No mesmo ano o percentual de pessoas que vivem em domicílios e terrenos próprios era de 78,66%, sendo a segunda principal condição a alugada com 15,13%.

Em relação às características no entorno dos domicílios, as quais possibilitam conhecer as condições de habitação nas áreas urbanas com ordenamento regular no ano de 2010, 98,04% dos domicílios contavam com iluminação pública, 89,90% com pavimentação, 41,20% com calçada, 79,42% meio-fio/guia, 26,13% com bueiro/boca de lobo e 2,72% tinha esgoto a céu aberto (IBGE, 2020b).

Em 2010, havia em Santa Bárbara um déficit habitacional de 821 moradias, ou seja, 10,3% do total estavam em condições inadequadas de habitação (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2020). O déficit é calculado somando-se quatro componentes: domicílios precários (soma dos domicílios improvisados e dos rústicos), coabitação familiar (soma dos cômodos e das famílias conviventes secundárias com intenção de constituir um domicílio exclusivo), ônus excessivo com aluguel urbano e adensamento excessivo de domicílios alugados (*ibidem*). Em Santa Bárbara 58,50% do déficit se deveram às residências com coabitação familiar, 27,24% com ônus excessivo com aluguel urbano, 7,5% pelo adensamento excessivo de domicílios alugados e 6,75% pelos domicílios precários.

11.7.3.2.3.6 Infraestrutura

Energia elétrica

O serviço de distribuição de energia elétrica para o município de Santa Bárbara é prestado pela CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais.

Em 2010 o município de Santa Bárbara tinha 99,37% dos domicílios particulares permanentes com existência de energia elétrica. Vale dizer que apenas 50 domicílios não contavam com este tipo de serviço, sendo 30 localizados na zona urbana e 20 situados na área rural (IBGE, 2020b).

Infraestrutura de transporte

O principal acesso à sede urbana de Santa Bárbara pelo modal rodoviário, partindo de Belo Horizonte, se dá pela BR-381 por um percurso de cerca de 83 km até a MG-436 por mais 32 km, passando pelo município de Barão de Cocais. Por meio da rodovia BR-381 é possível acessar a região central de Belo Horizonte e outros estados pelas principais rodovias utilizando a própria BR-381 em direção a São Paulo e Espírito Santo e pela BR–040 para o Distrito Federal e Rio de Janeiro.

Pelo modal ferroviário existe em Barão de Cocais, distante cerca de 13 km de Santa Bárbara pela MG-436, uma estação de passageiros na Estrada de Ferro Vitória-Minas. O percurso até a capital do estado tem uma duração de cerca de uma hora e cinquenta minutos. Existe regulamente todos os dias da semana uma viagem de ida e outra de volta. Para o município de Cariacica, última estação no estado do Espírito Santo, a viagem tem duração prevista de onze horas e trinta minutos.

11.7.3.2.3.7 Assistência Social

A política municipal de assistência social visa consolidar o Sistema Único de Assistência Social - SUAS no município de Santa Bárbara com a ampliação e qualificação dos serviços de proteção social básica e especial, assegurando o acesso da população em situação de risco e vulnerabilidade social à rede socioassistencial e garantindo a convivência familiar e comunitária (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA-MG, 2020b).

A cidade de Santa Bárbara conta com uma Secretaria Municipal de Desenvolvimento, Mobilização e Proteção Social para atendimento das demandas referentes à assistência social.

Estão vinculados a esta secretaria os seguintes conselhos (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA-MG, 2020b):

- Conselho Municipal dos Direitos da Mulher;
- Conselho Municipal dos Direitos da Pessoa Idosa;
- Conselho Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente;
- Conselho Municipal Antidrogas;
- Conselho Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional;
- Conselho Municipal de Habitação de Interesse Popular.

Santa Bárbara segue a normatização do Sistema Único de Assistência Social - SUAS. Conta com um Centro de Referência de Assistência Social - CRAS localizado no bairro São Bernardo. É a unidade pública estatal de política de Assistência Social que está presente no NAF (Núcleo de Apoio a Família), em torno do qual se organizam os serviços de proteção básica do Sistema Único de Assistência Social – SUAS nas áreas de vulnerabilidade e risco social. O principal serviço ofertado no CRAS é o serviço de Proteção e Atendimento Integral a Família (PAIF) e os Serviços de Convivência e Fortalecimento de Vínculos (SCFV), de caráter preventivo, protetivo e proativo, promovendo o acesso e usufruto de direitos e contribuindo para melhoria da qualidade de vida (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA-MG, 2020b).

O município possui também um Centro de Referência Especializada de Assistência Social – CREAS localizado no bairro Tenente Carlos. O CREAS é o local onde se realiza o acompanhamento de pessoas e famílias que tiveram seus direitos violados ou ameaçados por violência física, psicológica, sexual, trabalho infantil, trabalho escravo, pessoas em situação de rua, acompanhamento de adolescentes que cumprem medidas socioeducativas (liberdade assistida e prestação de serviços à comunidade) dentre outros atendimentos em situações de violações de direito. O serviço do CREAS é realizado por profissionais como psicólogos e assistentes sociais, entre outros (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA-MG, 2020b).

No CREAS são ofertados Serviço de Proteção e Atendimento Especializado a Famílias e Indivíduos – PAEFI, Serviço de Proteção Social a Adolescentes em Cumprimento de Medida Socioeducativa de Liberdade Assistida e de Prestação de Serviços à Comunidade, Serviço Especializado em Abordagem Social, Serviço de Proteção Social Especial para Pessoas com Deficiência, Idosas e suas Famílias, entre outros (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA-MG, 2020b).

O Cadastro Único para Programas Sociais reúne informações socioeconômicas das famílias brasileiras de baixa renda – aquelas com renda mensal de até meio salário mínimo/por pessoa (MINISTÉRIO DA CIDADANIA, 2020). Em junho de 2020 havia 4.261 famílias inscritas no Cadastro Único e 2.115 eram beneficiárias do programa Bolsa Família com uma média de R$ 252,13 no valor do benefício. Estima-se que 21,95% da população do município era beneficiária do programa (MINISTÉRIO DA CIDADANIA, 2020). Quanto ao Benefício de Prestação Continuada (BPC), havia em junho de 2020 um total de 456 beneficiários, sendo 38,6% (176) pessoas com deficiência e 61,4% (280) idosos (MINISTÉRIO DA CIDADANIA, 2020).

O município de Santa Bárbara passou de um Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de 0,470 em 2000 para 0,367 em 2010, sendo, portanto, classificado como de média vulnerabilidade social neste último ano. O município encontrava-se no ano de 2010 em condição pior comparativamente ao registrado em todo o estado (0,282) e Brasil (0,326). O componente mais crítico em 2010 foi capital humano (0,378), seguido por infraestrutura urbana (0,367) e renda e trabalho (0,355) (IPEA, 2020).

11.7.3.2.3.8 Desenvolvimento humano e desigualdade

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM

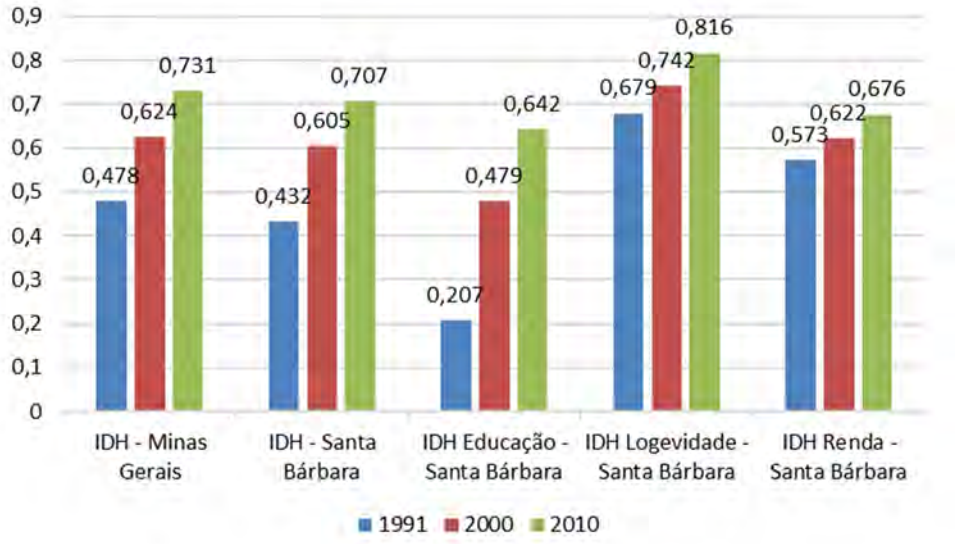
O IDHM de Santa Bárbara passou de 0,432 em 1991 para 0,707 em 2010, considerado neste último ano como de alto desenvolvimento humano, crescimento de 63,66% no período (PNUD et al, 2020).

O hiato de desenvolvimento humano, que corresponde à distância entre o IDH do município e o limite máximo do IDH, ou seja, 1-IDH, reduziu-se em 48,42% neste período.

Em relação aos outros municípios do estado, Santa Bárbara encontra-se no primeiro quartil em termos de desenvolvimento humano, tendo em vista que ocupa a 188ª posição dentre os 853 municípios mineiros e se encontra entre os 22,04% com maior IDHM.

A Figura 292 apresenta a evolução do IDH total de Santa Bárbara e de seus componentes entre 1990 e 2010. Mostra ainda a evolução média observada no estado de Minas Gerais.

Figura 292 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM - Município de Santa Bárbara e Estado de Minas Gerais - 1991- 2010



Fonte: PNUD et al, 2020.

Observa-se, pela mesma figura, comportamento semelhante entre o IDHM de Santa Bárbara e a média apurada no estado, sendo que, em 2010, Santa Bárbara apresenta valor ligeiramente inferior. Verifica-se ainda que o melhor indicador do IDHM no município refere-se à longevidade (em 2010, a esperança de vida ao nascer em Santa Bárbara era de 73,97 anos). O IDHM relacionado à educação encontra-se ainda na categoria de médio desenvolvimento, embora tenha apresentado crescimento relevante entre 2000 e 2010.

Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)

Os dados mais recentes disponíveis para o IFDM são referentes a 2016, quando o valor para o Brasil atingiu 0,6678, variando de 0,3214 (município de Ipixuna, Amazonas - AM) até 0,9006 (município de Louveira, São Paulo - SP) (FIRJAN, 2020).

O índice apurado para o município de Santa Bárbara foi de 0,7393, que configura desenvolvimento "moderado", segundo as definições índice (entre 0,6 e 0,8 pontos). A área "Educação" apresentou o melhor desempenho, alcançando 0,8301. Já a área "Saúde" obteve o valor de 0,8053 e, "Emprego e Renda" atingiu 0,5826. Esse desempenho coloca Santa Bárbara, dentre os municípios avaliados, na 153ª posição no *ranking* dos 842 municípios mineiros e na 1.331ª posição no *ranking* dos 5.517 municípios brasileiros (FIRJAN, 2020).

11.7.3.2.3.9 Cultura e Turismo

Em Santa Bárbara há a realização de diversas festividades tradicionais. Não obstante, pode-se dizer que o principal destaque fica por conta da Cavalhada, festa de cunho religioso que ocorre anualmente, todo primeiro domingo do mês de julho, na sede do distrito de Brumal.

O município, cuja origem remonta os primórdios da colonização mineira, conta com inúmeros bens tombados nas esferas federal, estadual e municipal.

Esfera federal (IPHAN, 2020)

- Casa no Largo do Rosário, onde funciona atualmente a Casa de Cultura de Santa Bárbara;
- Igreja de Santo Amaro (Distrito de Brumal);
- Igreja Matriz de Santo Antônio do Ribeirão de Santa Bárbara.

Esfera estadual (IEPHA, 2020)

- Núcleo Histórico do Distrito de Brumal;
- Centro Histórico de Santa Bárbara;
- Serra do Caraça;

Esfera municipal (CONSELHO DELIBERATIVO MUNICIPAL DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE SANTA BÁRBARA/MG, 2020)

- Bens tombados:
  - Chafariz do Largo de Brumal. Praça de Santo Amaro. Brumal;
  - Núcleo Histórico Urbano. Sede;
  - Núcleo Histórico Urbano. Brumal;
  - Conjunto Natural Paisagístico e Arqueológico do Barro Branco. Barro Branco. Sede;
  - Conjunto Natural Paisagístico e Paleontológico da Bacia do Gandarela. Conceição do Rio Acima;
  - Conjunto Paisagístico Parque Municipal Recanto Verde. Sede;
  - Praça Cleves de Faria. Sede;
  - Praça Leste de Minas. Sede;
  - Sítio Arqueológico das Ruínas do Barão de Catas Altas;
  - Capela Arquiconfraria do Cordão de São Francisco. Sede;
  - Capela Cemitério. Sede;
  - Capela Nosso Senhor do Bonfim. Sede;

- Capela Santana. Santana do Morro. Brumal;
- Conjunto Ferroviário. Sede;
- Prefeitura Municipal - Edificação à Praça Cleves de Faria nº 122. Sede;
- Casa da Cultura - Edificação à Praça Joaquim Aleixo nº 75. Sede;
- Antigo Patronato Afonso Pena - Edificação à Rua Francisco Archanjo de Souza Melo s/nº. Sede;
- Escola Nossa Senhora do Sagrado Coração - Edificação à Rua Rabelo Horta nº 200. Sede;
- Edificação à Rua Tenente Carlos nº 0112. Associação dos Aposentados. Sede;
- Igreja Nossa Senhora da Conceição. Conceição do Rio Acima;
- Igreja Matriz Santo Antônio. Sede;
- Igreja Nossa Senhora das Mercês. Sede;
- Igreja Nossa Senhora do Rosário. Sede;
- Igreja Santo Amaro. Brumal;
- Igreja São José. Sumidouro. Brumal;
- Ruínas de Pedra do Hospital Velho. Sede;
- Cine Vitória. Sede;
- Ruínas do Capivari. RPPN Caraça. Conceição do Rio Acima.

• *Bens imateriais registrados* (CONSELHO DELIBERATIVO MUNICIPAL DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE SANTA BÁRBARA/MG, 2020)

- Cavalhada de Brumal (celebração). Brumal;
- Encenação “Os Passos da Agonia” (forma de expressão). Sede;
- Festa de Santo Antônio (celebração). Sede;
- Grupo de Congo de Santa Bárbara (forma de expressão). Sede;
- Corporação Musical Santo Antônio (forma de expressão). Sede;
- Modo de Fazer as Bonecas de Palha (saber). Brumal.

Registros fotográficos – Santa Bárbara

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 360 Antiga estação ferroviária de Santa Bárbara.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 361 Memorial da Cavalhada no distrito de Brumal.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 362 Capela de Nossa Senhora do Rosário em Santa Bárbara.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 363 Museu Antoniano, antiga cadeia em Santa Bárbara.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 364 Igreja Matriz de Santo Antônio em Santa Bárbara.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 365 Av. Governador Valadares no centro histórico de Santa Bárbara.

Quanto ao turismo, segundo Minas Gerias (2020), Santa Bárbara, com seu relevante patrimônio arquitetônico, oferece diversos atrativos culturais, sendo o principal o Santuário do Caraça, onde o turista pode visitar o Centro Histórico composto do Santuário Nossa Senhora Mãe dos Homens, o prédio do antigo Colégio, o Claustro com a Catacumba e o Relógio do Sol e o Calvário. Outros monumentos de destaque são a Igreja Matriz de Santo Antônio, a Capela da Arquiconfraria do Cordão de São Francisco, o Memorial Affonso Penna, a Casa de Cultura, a Igreja de Nossa Senhora das Mercês, a Casa do Mirante, a Igreja de Nossa Senhora do Rosário, o Prédio da Cadeia Antiga e a Estação Ferroviária. Para os visitantes interessados em atividades de caminhada e pedalinho, uma opção é o Parque Recanto Verde localizado na sede urbana do município.

11.7.3.2.3.10 Projetos de Assentamento e Comunidades Tradicionais

Não foram identificados em Santa Bárbara Projetos de Assentamento – PA criados ou reconhecidos pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (INCRA, 2020).

Em consulta à Fundação Cultural Palmares e Fundação Nacional do Índio - FUNAI, não foram identificadas comunidades remanescentes quilombolas e terras indígenas no município de Santa Bárbara (FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES, 2020; FUNAI, 2020).

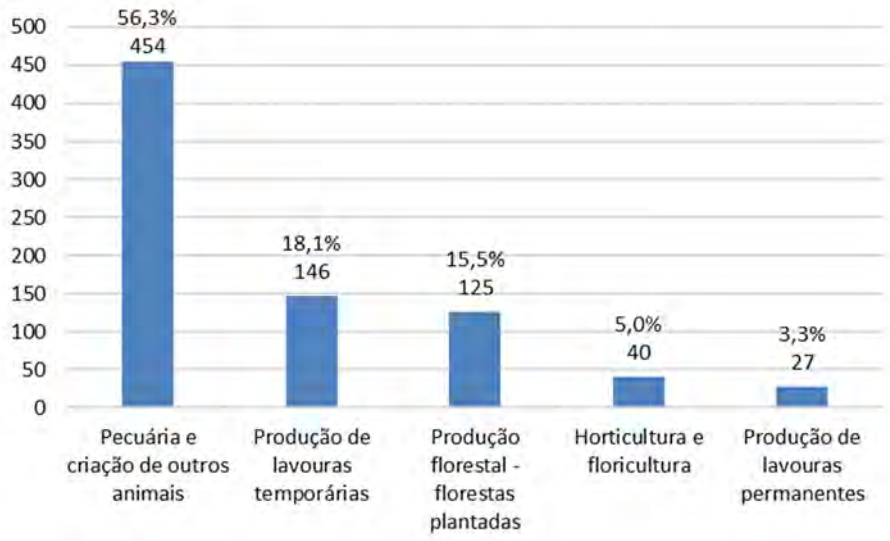
11.7.3.2.4 Dimensão Econômica

Setores econômicos

Quando se analisa o setor primário - denominado de agropecuária pelo IBGE - de Santa Bárbara pela ótica do valor adicionado bruto (VAB), pode-se concluir que é um setor pouco significativo no contexto municipal. No ano de 2017 foi responsável por 2,02% do VAB municipal (IBGE, 2020i). No entanto, é uma alternativa de ocupação para muitas pessoas, sendo registrado um total de 806 pessoas ocupadas em estabelecimentos agropecuários em 30 de setembro de 2017, data de referência do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2020a). Desse total, 50,99% atuava em sistema de produção familiar e 49,01% em não familiar.

Em relação às atividades econômica de atuação do pessoal ocupado, as principais atividades eram a pecuária e criação de outros animais, respondendo por 56,33% do pessoal total, seguido da produção de lavouras temporárias com 18,11% e produção florestal - florestas plantadas com 15,51%, conforme apresentado na Figura 293 . Essas mesmas atividades também foram responsáveis pela maior parte dos R$ 20,614 milhões de valor da produção dos estabelecimentos agropecuários, mas com a produção florestal ficando com a maior participação (69,95%), seguido da pecuária e criação de outros animais (21,72%) e produção de lavouras temporárias (4,62%) (Quadro 233).

Figura 293 Número de pessoas ocupadas e participação no total de pessoas ocupadas por grupo de atividade econômica - Município de Santa Bárbara – 2017



Fonte: IBGE, 2020a.

Quadro 233 Números de estabelecimentos agropecuários com produção e valor da produção agropecuária por grupo de atividade econômica - Município de Santa Bárbara – 2017

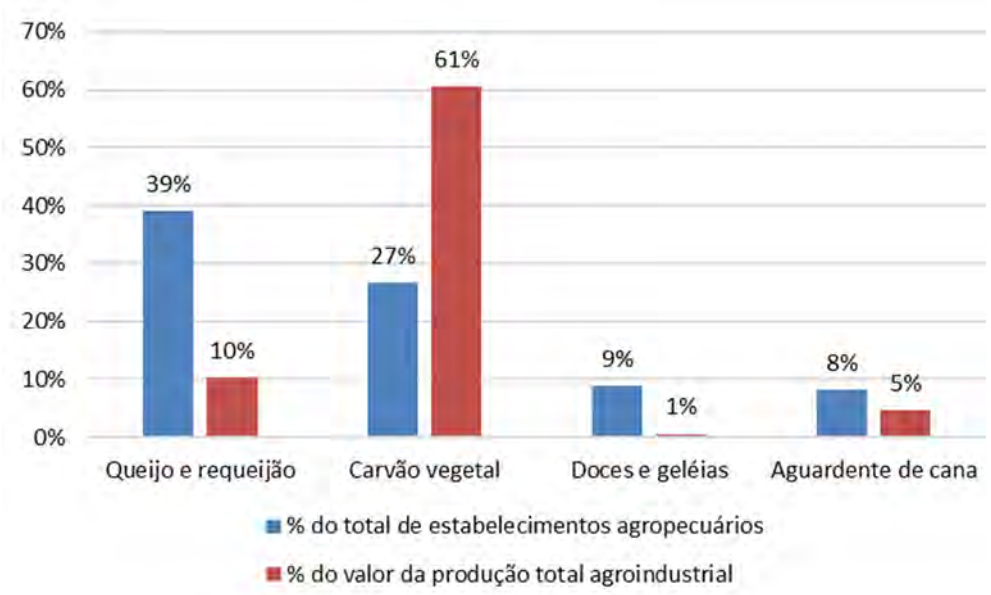
Grupos de atividade econômica	Número de estabelecimentos agropecuários		Valor da produção (Mil Reais)	
	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo
Pecuária e criação de outros animais	169	59,51%	4.477	21,72%
Produção de lavouras temporárias	56	19,72%	953	4,62%
Produção florestal - florestas plantadas	30	10,56%	14.419	69,95%
Horticultura e floricultura	19	6,69%	285	1,38%
Produção de lavouras permanentes	7	2,46%	282	1,37%
Aquicultura	2	0,70%	X	-
Produção de sementes e mudas certificadas	1	0,35%	X	-
Produção florestal - florestas nativas	-	-	-	-
Pesca	-	-	-	-
Total	284	100,00%	20.614	100,00%

Fonte: IBGE, 2020a.

Nota: X indica uma informação que foi omitida pelo IBGE com a finalidade de preservar o anonimato do dado em função do reduzido número de estabelecimentos em determinada categoria de informação.

Além disso, o setor primário é de grande importância na produção de matérias primas para atividades industriais. No município, havia 146 agroindústrias nos estabelecimentos rurais, o que representa 51,41% do total de estabelecimentos recenseados pelo IBGE, com uma produção de R$ 7,975 milhões no ano de 2017. Os principais produtos da agroindustrial rural com maior número de estabelecimentos foram a fabricação de queijo e requeijão com 39,04% do total das agroindústrias, e carvão vegetal com 26,71% do total, conforme apresentado na Figura 294. Em termos de valor da produção, essas duas atividades também foram as principais, mas com a produção de carvão vegetal sendo responsável por 60,63% do total e a de queijo e requeijão por 10,22% (Figura 294).

Figura 294 Percentual da participação no total de estabelecimentos agropecuários com agroindústria e no valor da produção agroindustrial (principais produtos) - Município de Santa Bárbara – 2017



Fonte: IBGE, 2020a.

O setor secundário - que abrange a indústria de transformação, serviços industriais de utilidade pública, construção civil e extração mineral, chamado de industrial na denominação do IBGE - foi responsável por parte importante do VAB da economia de Santa Bárbara, 41,33% no ano de 2017 (IBGE, 2020i). Em termos de postos formais de trabalho existentes em 31/12/2018, o setor secundário respondeu por 29,75% do estoque total do município, sendo somente a extração de minério de metais preciosos responsável por 79,11% desse valor (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020). As outras atividades do setor secundário em termos de empregos formais estavam dispersas, sem a concentração de postos de trabalho em atividades específicas.

O setor terciário, que inclui a administração pública, serviços e comércio, possui grande representatividade em termos de geração de postos de trabalho no município, responsável por 68,15% do emprego formal existentes em 31/12/2018 (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020). Em 2017 o setor terciário representou 56,65% do valor adicionado bruto em Santa Bárbara (IBGE, 2020I), subdividindo 37,88% no setor de serviços (inclusive o comércio) e 18,77% na administração pública.

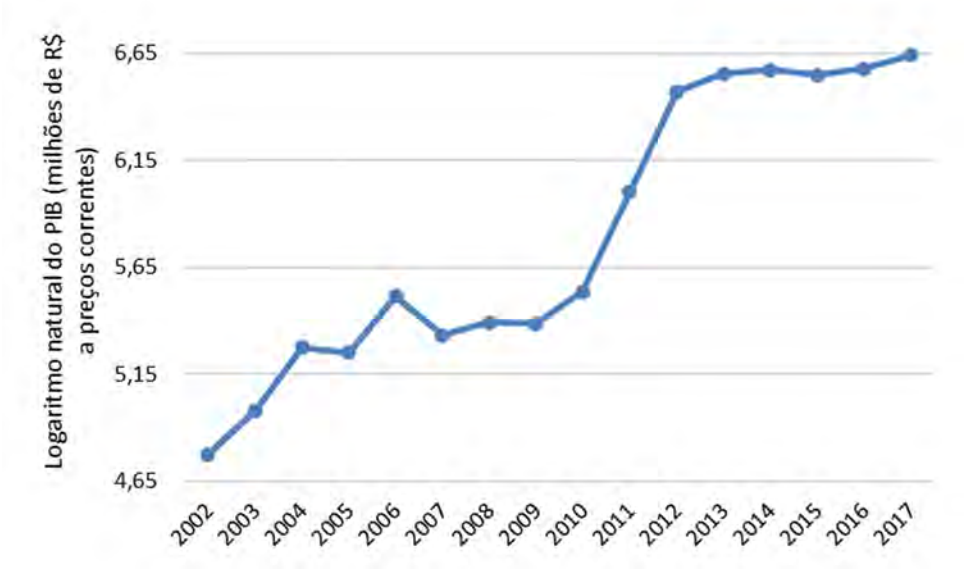
As atividades de prestação de serviços foram as que mais empregavam, representando 41,93% do total de postos formais no setor terciário, seguido do comércio com 33,27% e da administração pública com 24,80% (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020). As principais atividades no setor de serviços (exclusive comércio) em Santa Bárbara, segundo a subclasse da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), responsáveis por 52,85% do emprego nesse setor foram: atividades de apoio à produção florestal (14,95%), atividades de organizações religiosas (10,52%), transporte rodoviário coletivo de passageiros, sob regime de fretamento, intermunicipal, interestadual e internacional (10,46%), transporte rodoviário de carga, exceto produtos perigosos e mudanças, intermunicipal, interestadual e internacional (10,01%) e atividades de atendimento hospitalar, exceto pronto-socorro e unidades para atendimento a urgências (6,93%) (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

Já no comércio, existia maior diversidade de atividades com as mais numerosas sendo o comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - hipermercados e supermercados; varejista de artigos do vestuário e acessórios; varejista de materiais de construção em geral; e comércio atacadista de máquinas, aparelhos e equipamentos para uso agropecuário, partes e peças. Essas quatro classes, segundo a CNAE, responderam por 46,40% dos postos formais de trabalho existentes em 31/12/2018 no comércio.

Estrutura econômica

A Figura 295 apresenta o comportamento do logaritmo natural do PIB a preços correntes no município de Santa Bárbara entre 2002 e 2017. Durante toda a série analisada percebe-se uma tendência de crescimento, passando por anos de retração. Em 2011 e 2012 houve uma aceleração no crescimento do PIB que se deveu, sobretudo, ao setor industrial e, em menor medida, ao setor de serviços. Nos anos seguintes as taxas de crescimentos foram menores e a expansão continuou, com exceção da retração em 2015, até atingir seu maior valor em 2017. Vale lembrar que a variação do PIB e do VAB a preços correntes é resultado da variação da quantidade produzida e no valor adicionado por unidade produzida.

Figura 295 Logaritmo natural do PIB (milhões de R$ a preços correntes) – Município de Santa Bárbara - 2002 a 2017[11]



Fonte: IBGE, 2020i.

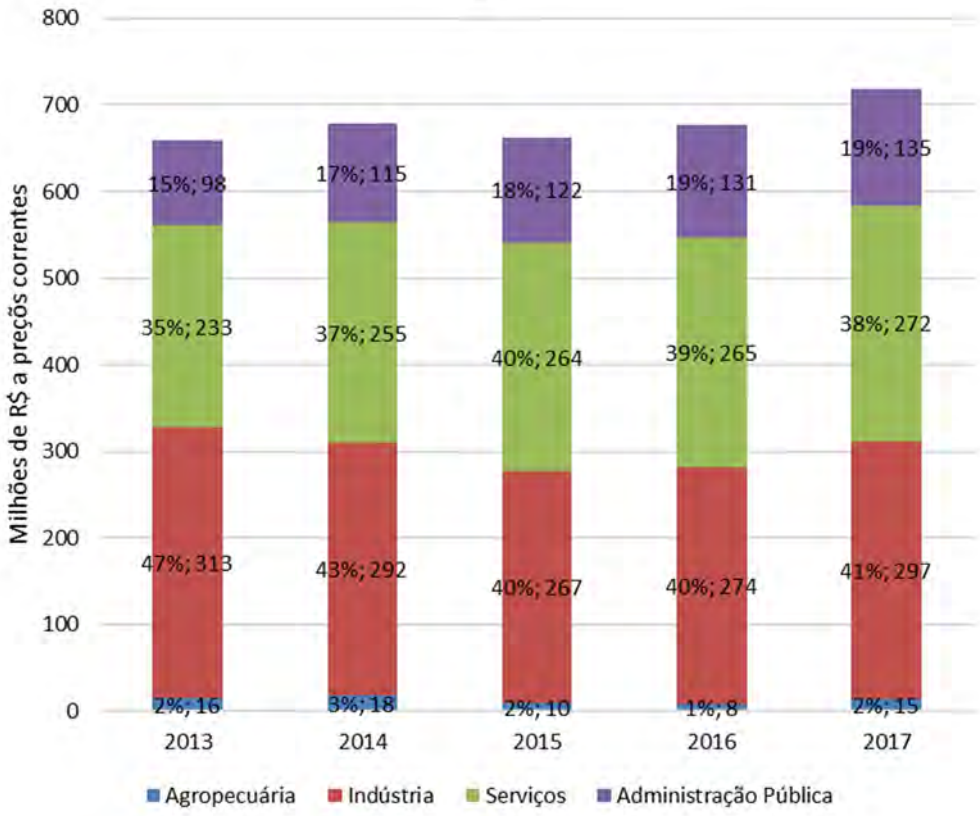
Nota*: Série de referência do ano de 2010.

Esse grande crescimento está diretamente relacionado ao desempenho da indústria extrativa, dada sua importância na composição do PIB e influência nos demais setores da economia. Conforme dados de arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), segundo ANM (2020), houve um crescimento significativo na arrecadação ligada à extração de minério de ferro e ouro a partir de 2010 no município de Santa Bárbara. A extração de minério de ferro proporcionou em 2010 uma arrecadação de CFEM de R$ 7,152 milhões e atingiu seu maior valor em 2013 (R$ 16,025 mi), mas passa por reduções desde então e termina 2017 com R$ 76 mil. A extração de ouro inicia a década com R$ 796,5 mil e deste então passou por uma tendência de crescimento e termina 2017 com R$ 5,509 mi. A arrecadação de CFEM é diretamente relacionada à quantidade extraída, cotação internacional da commodity mineral e taxa de câmbio real/dólar.

Na Figura 296 é apresentado o VAB a preços correntes por setor de atividade no município de Santa Bárbara entre 2013 e 2017. É possível constatar que 2014 e 2015 foram anos de redução no VAB industrial e nos dois anos seguintes houve a retomada do crescimento. O setor de serviços e a administração pública nesse período sempre estiveram em crescimento, de modo que a participação do setor industrial foi se reduzindo até o ano de 2015, quando a partir de então volta a apresentar crescimento.

[11] Por meio do gráfico com os valores do PIB a preços correntes em milhões de R$ correntes em logaritmo natural é possível melhor visualizar variações percentuais de um ano para o outro, independentemente de seu valor em termos absolutos. Por exemplo, uma variação de 100 para 110, aumento de 10%, em logaritmo natural [ln(100) - ln(110) = 4,605 - 4,700 = 0,0953] representa um mesmo valor na escala em termos de logaritmo natural que uma variação de 10% de 500 para 550 [ln(500) - ln(550) = 6,215 - 6,310 = 0,0953], de modo que os valores cada vez maiores de PIB no período mais recente não dê a impressão de que o crescimento nos anos mais distantes foi baixo.

Figura 296 Valor adicionado bruto a preços correntes e participação percentual, por setor de atividade econômica - Município de Santa Bárbara - 2013 a 2017



Fonte: IBGE, 2020i.

Note*: Série de referência do ano de 2010.

Emprego e renda

O rendimento médio das pessoas ocupadas com mais de 18 anos em 2010 alcançou R$ 894,19 em Santa Bárbara, abaixo do verificado na média brasileira, que atingiu R$ 1.296,19 e de todo o estado de Minas Gerais, R$ 1.165,54. A renda *per capita* domiciliar foi de R$ 535,84, também inferior à média brasileira e de Minas Gerais, respectivamente R$ 793,87 e R$ 749,69(PNUD et al, 2020).

Esses dados levam em consideração o mercado informal de trabalho, ao passo que os mais atualizados disponíveis são os da RAIS (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020) que contabilizam apenas informações de estabelecimentos empregadores de mão de obra formal com vínculo empregatício. Os dados são apresentados no Quadro 234.

Quadro 234 Número de estabelecimentos, postos formais de trabalho (valores absolutos e relativos), variação dos postos em relação ao ano anterior e salário médio por setor de atividade – Município de Santa Bárbara – 2018

IBGE Setor	Estabelecimentos	N° de empregos formais	Participação relativa nos empregos formais (%)	Variação do emprego entre 2017 e 2018	Remuneração média de empregos formais (R$)
Extrativa Mineral	6	1.327	24,32	40	4.200,33
Indústria de Transformação	33	238	4,36	5	1.675,43
Serviços Industriais de Utilidade Pública	1	4	0,07	0	1.144,80
Construção Civil	12	54	0,99	-19	1.437,25
Comércio	237	1.237	22,67	-34	1.398,37
Serviços	221	1.559	28,57	-12	1.881,22
Administração Pública	2	922	16,90	-178	2.699,76
Agropecuária, Extração Vegetal, Caça e Pesca	54	115	2,11	-21	1.171,27
Total	**566**	**5.456**	**100,00**	**-219**	**2.450,44**

Fonte: Ministério Economia, 2020.

O setor de serviços e a extração mineral foram os que mais empregam no município, responsáveis conjuntamente por poucos mais da metade dos postos formais. Considerando os quatro setores que mais empregavam e que responderam por 92,47% dos postos formais, as maiores médias salariais foram registradas na extração mineral, com um valor de R$ 4.200,33 e cerca de 70% acima da média de todo o município, e as médias mais baixas estavam no comércio (valor 43% menor).

Entre 2017 e 2018 houve uma redução de 3,86% (219 postos) no estoque de empregos formais de trabalho em Santa Bárbara. Com exceção da extração mineral e indústria de transformação, todos os setores apresentaram redução no número de postos de trabalho, sendo a administração pública o destaque negativo com a perda de 178 postos.

Finanças públicas

Conforme apresentado no Quadro 234, parte importante da arrecadação da Prefeitura Municipal de Santa Bárbara foi de fontes relacionadas às atividades econômicas existentes no município, como o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) - tributo exclusivamente municipal -, Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) - de competência dos estados e do Distrito Federal, mas com o repasse de 25% ao município de ocorrência do fato gerador do imposto -, além da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM).

No ano de 2019 o ICMS foi responsável por 23,85% da receita orçamentário arrecadada pela Prefeitura Municipal de Santa Bárbara, o ISSQN por 8,87% e a CFEM 6,47%. Juntas, essas fontes de arrecadação responderam por 39,19% da arrecadação, o que diminui a dependência de recursos provenientes de transferências de outros entes da federação, como as oriundas do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB) e do Sistema Único de Saúde (SUS). Essas três fontes responderam por 41,67% da arrecadação da prefeitura municipal em 2019. Outras fontes de arrecadação selecionadas são apresentadas no Quadro 235, a seguir.

Quadro 235 Receitas orçamentárias selecionadas arrecadadas pela Prefeitura Municipal de Santa Bárbara em 2019 – valores em R$ correntes

Receita Orçamentária			Valor (R$)	Participação (%)
Receita de Arrecadação Própria	IPTU		1.466.709,89	1,36%
	ISSQN		9.601.391,42	8,87%
	IRPQ		2.025.184,42	1,87%
	ITBI		507.769,39	0,47%
	Taxas		3.423.137,55	3,16%
Transferências Governamentais	Transferência federal	FPM	23.540.113,75	21,75%
		SUS	7.671.733,62	7,09%
	Transferências estaduais	ICMS	25.813.213,21	23,85%
		IPVA	2.873.206,18	2,65%
	Transf. Multigov.	FUNDEB	13.889.186,10	12,83%
Receitas de capital			699.771,01	0,65%
CFEM			6.999.333,80	6,47%
Outras receitas correntes			132.442,79	0,12%
Deduções da Receita Corrente			11.821.577,27	10,92%
Receita Orçamentária Total			108.235.499,24	100,00%

Fonte: Tesouro Nacional, 2020.

11.7.3.2.5 Inserção da Área do Projeto no Macrozoneamento Ambiental do Município de Santa Bárbara

Conforme a Lei Complementar nº 1.436/2007, ficou estabelecido o Plano Diretor do Município de Santa Bárbara, que:

> *Art. 1º O Plano Diretor do Município de Santa Bárbara, abrangendo a totalidade do território, é o instrumento básico da política de desenvolvimento urbano e planejamento municipal e de orientação das ações do Poder Público e da iniciativa privada, com vistas à melhoria da qualidade de vida da população.*

[...]

Parágrafo 1º Esta lei é o instrumento básico do planejamento, da realização de quaisquer ações, serviços e obras públicas, da gestão e do controle da implementação das políticas de desenvolvimento urbano, econômico, social e ambiental do Município.

O município de Santa Bárbara se divide em quatro macrozonas, conforme o Artigo 54, definidas como:

I. Zona de Conservação Ambiental - corresponde às unidades de conservação existentes da APA Sul, RPPN do Itajuru e RPPN do Caraça, sendo esta sobreposta à área da APA Sul;

II. Zona de Recuperação Ambiental da Bacia do Peti - corresponde à bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara, a montante da barragem de Peti, a partir dos limites da APA Sul;

III. Zona de Desenvolvimento Econômico Sustentável - corresponde à porção restante do território, excluídas as zonas urbanas dos distritos;

IV. Zona Urbana - delimitada pelos perímetros urbanos da sede e dos distritos de Barra Feliz, Brumal, Conceição do Rio Acima e Florália.

-Parágrafo único - A referida divisão, justificadora da indicação de diretrizes de intervenção e de utilização do solo, buscou enfatizar a dinâmica espacial de ocupação das terras e as unidades de paisagem predominantes no território municipal, circunstanciadas em unidades específicas, como sítios urbanos, bacias hidrográficas e unidades de conservação.

Conforme apresentado na Figura 297 , de toda a Área do Projeto em estudo, somente uma pequena parcela referente à Ampliação do Posto de Tancagem da Mina de Água Limpa, está situada na Zona de Desenvolvimento Econômico Sustentável, tendo as seguintes diretrizes, conforme o Artigo 61:

I. estímulo à diversificação da economia, especialmente aquelas relacionadas à atividade rural e exploração de subprodutos do reflorestamento como a apicultura;

II. fomento ao pequeno produtor e à agricultura familiar, agregando valor à produção agropecuária;

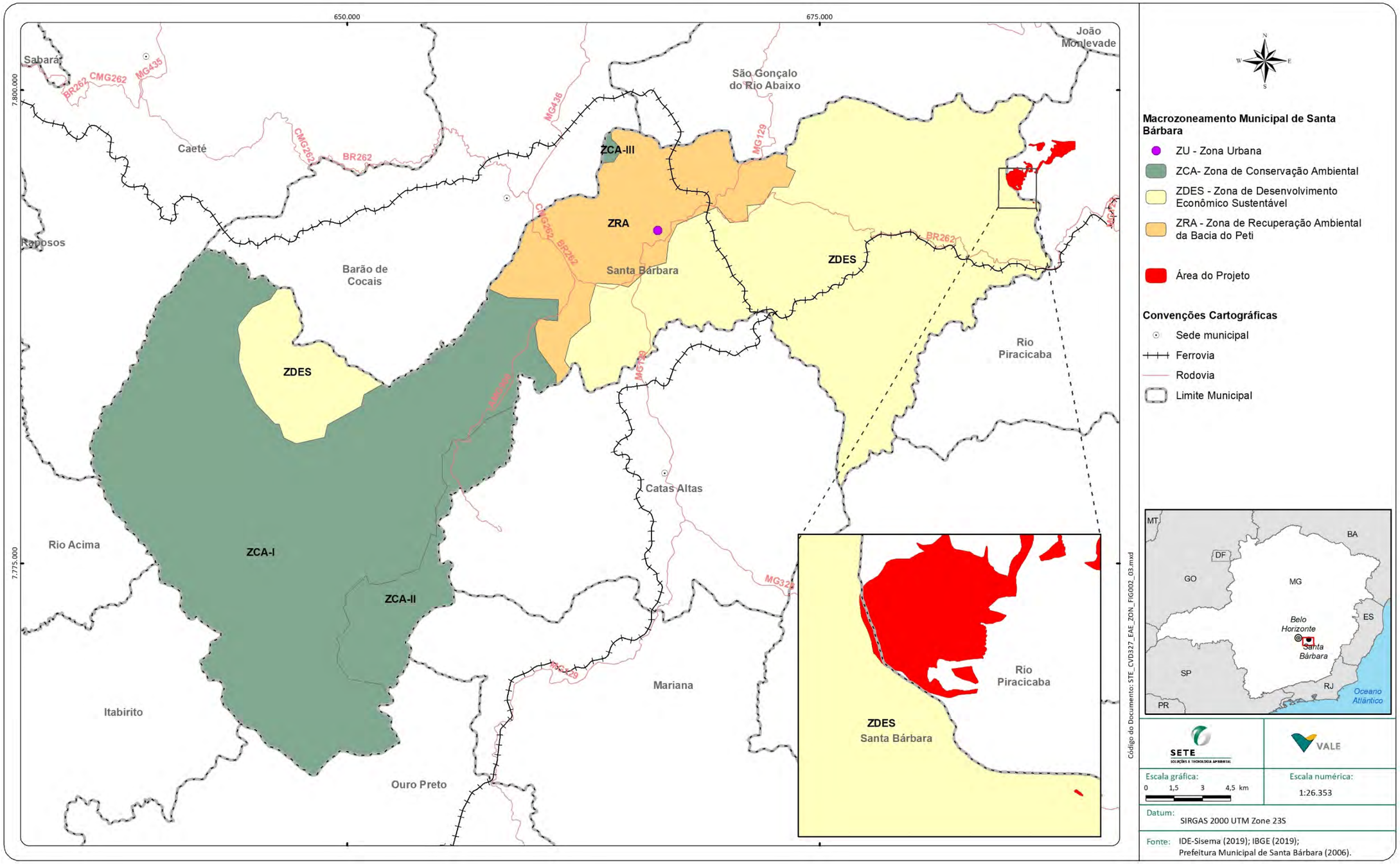
III. reflorestamento com plano de manejo sustentável;

IV. integração de áreas com maior potencial para preservação, fragmentos florestais nativos e demais formações de vegetação objetivando a formação de corredores ecológicos;

V. melhoria do transporte e das vias de acesso.

Parágrafo único - As atividades industriais e de exploração extrativa vegetal e mineral só serão permitidas após licenciamento ou autorização ambiental dos órgãos federal, estadual e/ou municipal, conforme legislação vigente.

Figura 297 Inserção da Área do Projeto no Macrozoneamento Ambiental do Município de Santa Bárbara



11.7.3.2.6 Dimensão Ambiental

O município de Santa Bárbara conta com a atuação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Agricultura e Desenvolvimento Sustentável vinculada ao gabinete do prefeito municipal.

De acordo com a entrevista realizada, a Secretaria tem como principais atividades:

- Coleta de lixo;
- Coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos;
- Análise de poda e corte de árvore;
- Coleta seletiva;
- Aterro / terraplanagem / Movimentação de terra / Desaterro;
- Utilização de Escória / Espaço Público;
- Licença ambiental / certidão de conformidade;
- Plantio de mudas e revitalização dos jardins;
- Autorização ambiental para empreendimentos de pequeno, médio e grande porte para fins de Licenciamento ambiental;
- Autorização de uso de espaço público;
- Fiscalização do cumprimento das leis ambientais do município;
- Operação do aterro sanitário;
- Gerenciamento e manutenção do Parque Recanto Verde;
- Gerenciamento do convênio com o Instituto Estadual de Florestas (I.E.F.);
- Parceria com empresas instaladas no município na área ambiental etc.;
- Coordenação do Conselho Municipal de Desenvolvimento Meio do Ambiente – CODEMA;
- Integração junto aos Comitês: (Bacia Hidrográfica do Piracicaba – CBH, APASUL, Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH);
- Divisão de apoio às comunidades, com referência ao Meio Ambiente;
- Serviço de Inspeção Municipal - SIM (CONSMEPI);
- Patrulha Agrícola;
- Assistência técnica (EMATER/MG);
- Programa de Mecanização Agrícola;
- Apoio técnico e logístico ao produtor Rural;

- Controle de vacinação contra febre-aftosa;
- IMA - Campanha de vacinação contra brucelose, raiva, Emissão de GTA;
- Cadastramento do Produtor Rural junto ao IMA - Documentos necessários para Cadastro (CPF e Documentos da propriedade do Imóvel).

O órgão é responsável por todas as atividades relacionadas ao meio ambiente, à agricultura, à diversificação econômica e ao desenvolvimento sustentável.

No âmbito da agricultura, a Secretaria realiza trabalhos com os produtores rurais, implementando o desenvolvimento econômico rural sustentável, com a capacitação do homem do campo para a diversificação das atividades rurais, com apoio e incentivo, com destaque, para a agricultura familiar.

Cabe ressaltar que a Secretaria não concede licenças ambientais; apenas emissão de declarações de conformidade.

Santa Bárbara conta com o Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente – CODEMA, criado pela Lei Municipal nº 1.352 de 2005. Trata-se de um órgão local colegiado, deliberativo, normativo e consultivo com atuação na área territorial compreendida pelo município de Santa Bárbara, composto por 12 membros representantes do poder público municipal (3), do poder público estadual (3), do setor produtivo (3) e da sociedade civil (3). O CODEMA é responsável pela análise dos licenciamentos ambientais e, também, pelo fornecimento de certidões de conformidade.

Segundo a entrevista realizada, os principais problemas ambientais de Santa Bárbara dizem respeito ao lançamento do esgotamento sanitário *in natura* no rio Santa Bárbara, às queimadas em época de seca e ao gerenciamento das atividades minerárias na região (Brumal, André, Socorro, Conceição do Rio Acima). Salientou que, em que pese a implantação de um muro de contenção na localidade de Socorro (distrito de Barão de Cocais) não ter qualquer interferência com o projeto em estudo, o trânsito foi desviado em grande parte para o território de Santa Bárbara gerando incômodos aos moradores locais. Alegou que os impactos gerados (aumento de trânsito, poeira e ruído causados pelas atividades realizadas nas barragens Sul Superior - Barão de Cocais) e da Mina de Água Limpa – Monjolo e Porteirinha (situadas no município de Rio Piracicaba) são muito percebidos e sentidos pelos habitantes do município considerando sua proximidade com Santa Bárbara.

Já as principais denúncias recebidas, segundo o entrevistado, são referentes à queima de resíduos/lixo doméstico e à supressão de vegetação urbana.

Na área de educação ambiental, o entrevistado informou sobre uma parceria com a Secretaria de Educação visando a implantação de um programa permanente de educação ambiental (aulas, palestras etc.) para alunos da rede municipal de forma extra turno. Para não haver superposição de atividades foi solicitado o PEA de todas as empresas atuantes para um maior alinhamento das atividades. Tais atividades seriam desenvolvidas no Parque Recanto Verde e a meta a ser cumprida seria de 12 eventos/ano. No entanto, o projeto foi paralisado devido à pandemia enfrentada pelo mundo.

Destacou também o estabelecimento de uma parceria da Prefeitura com a AngloGold para a implantação de um viveiro e do Centro de Educação Ambiental. A empresa repassou o valor de R$270.000,00 e o projeto encontra-se em fase de licitação da obra.

Salientou que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos foi contratado no final de 2019 e encontrava-se em elaboração, porém atualmente paralisado em função da pandemia. A Secretaria tem como meta, além da implantação de um novo aterro sanitário (a licença venceu em 2009 e encontra-se em fase de obtenção e protocolo da LOC – Licença de Operação Corretiva na SUPRAM Leste) já que o atual tem vida útil até 2023, a realização de investimentos em reciclagem e compostagem por meio de parcerias com empresas privadas. Tem como objetivo a estruturação da política municipal visando a ampliação da capacidade de reciclagem e compostagem em aproximadamente 70,0%. Vale dizer que o município conta atualmente com um centro de triagem e acordo de cooperação com uma associação para reciclagem de resíduos.

O entrevistado salientou que, de maneira geral, a população local preserva o meio ambiente. Destacou a importância da atividade minerária no município por meio da geração de muitos empregos e frentes de trabalho, além da geração de tributos/arrecadação para Santa Bárbara. Informou o benefício referente à localização de empreendimento da Vale que não é próxima do perímetro urbano de Santa Bárbara. Comentou a revitalização da rodovia do Caraça com a participação de seis mineradoras presentes na região, inclusive a Vale. Este projeto de revitalização está concluído e em fase de aprovação pela Secretaria Municipal de Obras. Já em termos de impactos gerados por empreendimentos da Vale, salientou a geração de poeira, o incremento do tráfego e as intervenções ambientais, tais como: supressão de área considerável de Mata Atlântica em razão do Projeto Gongo Soco, no caso da construção do muro de contenção da Barragem Sul Superior (Mina de Gongo Soco – Barão de Cocais).

Em termos de legislação, o município possui Plano Diretor datado de 2007 e atualmente em revisão pela Câmara Municipal, Código de Postura, Lei de Uso e Parcelamento do Solo e Plano Municipal de Saneamento Básico. Já o Plano de Mobilidade Urbana encontra-se em fase de conclusão.

Em Santa Bárbara não há organização ou entidades atuantes na área ambiental.

De acordo com a entrevista realizada, Santa Bárbara conta com as seguintes unidades de conservação:

- Parque Municipal Recanto Verde;
- RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) da Serra do Caraça;
- PARNA (Parque Nacional) da Serra do Gandarela;
- Área de Proteção Estadual da Bacia do Peti;
- Parte da APA Sul RMBH - Área de Proteção Ambiental da Região Sul de Belo Horizonte.

Finalmente cabe destacar que o município de Santa Bárbara participa do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e Câmara Técnica, do Conselho P2R2 – Emergências Ambientais, do Conselho da APA Sul RMBH e do Conselho do PARNA Serra do Gandarela.

11.7.4 Área de Estudo Local

Considerando a proximidade ao Projeto em estudo foram estabelecidos como Área de Estudo Local: a sede urbana de Rio Piracicaba, os bairros Louis Ensch e Santa Isabel e a comunidade rural de Morro Agudo, conforme mostra a Figura 298 , apresentada no item 11.8 – Estudo de Percepção Ambiental deste diagnóstico. Cabe destacar que o empreendimento em estudo está integralmente posicionado em propriedade da Vale S/A, como mostra a Figura 6 do item 6.1.1 – Direitos Minerários e Superficiários da Caracterização do Empreendimento (Volume 1 deste EIA).

A seguir são caracterizadas as localidades da Área de Estudo Local do Projeto.

11.7.4.1 Sede urbana de Rio Piracicaba

A sede urbana do município de Rio Piracicaba concentra a maior parte da infraestrutura e oferta de serviços públicos e privados, além de moradia e oferta de empregos. Grande parte das informações apresentadas no diagnóstico da área de estudo regional referente a todo o município de Rio Piracicaba já contempla a sede urbana, o que torna redundante uma apresentação de muitas informações.

Além disso, em vários dados apresentados não é possível realizar a descriminação da sede urbana de Rio Piracicaba.

Dessa forma, o Quadro 236, sintetiza indicadores socioeconômicos, com uma distinção da sede urbana de Rio Piracicaba.

Quadro 236 Informações socioambientais - sede urbana de Rio Piracicaba

Indicador		
População[1]	Número de habitantes (2010)	11.272
Saúde[2]	Número de hospitais gerais (maio/2020)	Um
	Leitos hospitalares de internação (maio/2020)	38 (28 disponíveis no SUS)
Educação[3]	Número e estabelecimentos no ensino básico (2019)	15 (oito municipais, cinco estaduais e dois privados)
Saneamento Básico	Forma de abastecimento de água (2010)[1]	Rede Geral (97,85%)
	Índice de atendimento de água (2018)[5]	91,6%
	Tipo de esgotamento sanitário (2010)[1]	Rede geral de esgoto ou pluvial (84,64%)
	Índice de atendimento urbano de esgotamento sanitário referente aos domicílios atendidos com água (2018)[5]	100%
	Destino do lixo (2010)[1]	Coletado (97,59%)
	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos da população urbana (2018)[5]	100%
Habitação[1]	Principal condição de ocupação do domicílio (2010)	Domicílio próprio (82,03%)
	Número médio de moradores por domicílio (2010)	3,22 pessoas
Vulnerabilidade social[4]	Índice de Vulnerabilidade Social (2010)	0,251 (baixa vulnerabilidade social)
Desenvolvimento humano[4]	Índice de Desenvolvimento Humano (2010)	0,635 (médio desenvolvimento humano)
Emprego e renda	Rendimento nominal médio das pessoas ocupados com 18 anos ou mais de idade (2010)[4]	R$ 902,59 (28,27% menor que o de Minas Gerais)
	Principais ocupações (2010)[1]	Construção (15,72%), Comércio, reparação de veículos Automotores e motocicletas (13,82%), Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (12,68%), Indústrias extrativas (10,64%)

Fonte: 1 – IBGE, 2020b; 2 - Ministério da Saúde, 2019a; 3 - INEP, 2019a, 4 - IPEA, 2020; 5 MDR, 2020.

Registros fotográficos sede urbana de Rio Piracicaba

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 366 Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 367 Avenida Benedito Valadares, via principal da cidade de Rio Piracicaba.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 368 Agência Bradesco na cidade de Rio Piracicaba.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 369 Agência Banco do Brasil na cidade de Rio Piracicaba.

11.7.4.2 Bairro Santa Isabel (Fundão)

Santa Isabel é um bairro de Rio Piracicaba, mais conhecido como Fundão, que se encontra a aproximadamente 2,3 km de distância, em linha reta, da área destinada à ampliação do Posto da Mina de Água Limpa e a cerca de 4 km da área de expansão da PDE Nova Cururu e da cava Morro Agudo, também em linha reta.

Segundo a entrevista realizada com liderança comunitária o bairro foi criado há aproximadamente 100 anos. Conta com 95 residências e 112 eleitores e apenas cinco ruas (uma principal e quatro paralelas).

Quanto à população ocupada, segundo a entrevista realizada, a maioria dos moradores homens trabalha em atividades de agropecuária (plantação de milho, bate pasto, “tira leite” etc.) em fazendas e sítios localizados em Rio Piracicaba e, em segundo lugar, na empresa Vale. Já as mulheres, em sua maioria, trabalham no comércio na sede do município.

O bairro não dispõe de posto de saúde. Os moradores frequentam o posto de Estratégia de Saúde da Família – ESF Samitri, bairro Louis Ensch, vizinho às instalações da Vale. Não possui também estabelecimentos de ensino, tendo como referência a Escola Municipal Murilo Garcia Moreira localizada no bairro Louis Ensch e a Escola Estadual Antonio Fernandes Pinto na sede do município.

Na área de assistência social, o bairro não dispõe de Centro de Referência em Assistência Social – CRAS, nem tampouco de Centro de Referência Especializado de Assistência Social – CREAS. Também nesse caso, a referência é Rio Piracicaba.

No setor de serviços, o bairro Santa Isabel dispõe de um restaurante (D. Cida), dois bares e uma empresa de extração e comércio de areia (Translemes).

No que se refere à área de segurança, o bairro de Santa Isabel não conta com posto policial, muito menos de rondas policiais esporádicas. Nas palavras do entrevistado, o bairro é tranquilo: "tudo mundo é conhecido. Em caso de necessidade acionamos a polícia militar em Rio Piracicaba".

Na área de lazer, o bairro conta apenas com um campo de futebol com manutenção realizada pela Prefeitura Municipal de 2 em 2 meses e com a cachoeira do Fundão, que apesar de "mal cuidada", atrai muitos turistas de Rio Piracicaba e da região. O bairro conta com a Igreja de São Geraldo.

O abastecimento de água do bairro está sob a responsabilidade da COPASA e de uma nascente localizada no Fundão. A captação é realizada em uma área de domínio da Vale denominada Talho Aberto. A água é tratada. Não há sistema de tratamento de esgotamento sanitário que é lançado *in natura* diretamente no rio Piracicaba.

O serviço de coleta de lixo, sob a responsabilidade da Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba, é realizado uma vez por semana.

Segundo o entrevistado, a totalidade das vias é pavimentada e o acesso para a sede do município é asfaltado.

Os serviços de distribuição de energia elétrica são prestados pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG e, segundo a entrevista realizada, a totalidade das vias é iluminada com lâmpadas led.

Considerando-se os serviços de transporte público, o bairro não dispõe de uma linha de ônibus. Os residentes utilizam como transporte o carro particular, carona ou mesmo se locomovem a pé.

A localidade não conta com instituições atuantes e não há edificações antigas no bairro. Destaca-se o coral da Igreja São Geraldo. Não se fazem presentes comunidades quilombolas próximas ao bairro.

Em termos de festas tradicionais destaca-se a Festa de São Geraldo (padroeiro do bairro) realizada em outubro e as quadrilhas que ocorrem no mês de julho.

Como principais problemas do bairro, o entrevistado apontou o barulho e a poeira gerada pelo britador da Vale, as detonações da mineradora, a trepidação da linha férrea que provocam rachaduras e trincas nas residências do bairro, "a água que desce da Vale para a estrada de terra e que vira lama fedorenta" e "a espuma que sai da canaleta da Vale e cai na estrada em direção ao rio".

Vale ressaltar que a principal localidade acessada pelos moradores para serviços diversos, hospital, assistência social, segurança pública, entre outros, é a cidade de Rio Piracicaba. Já na área de educação, para a realização de estudos técnicos e superior, é a cidade de João Monlevade.

Citou o próprio entrevistado – o Sr. Leandro Augusto Ribeiro como a principal liderança comunitária do bairro e indagou se a Vale tem interesse em comprar o bairro.

Finalmente, mencionou a grande importância da Vale para o município e sugeriu o apoio da empresa em atividades de lazer, como revitalização da cachoeira, implantação de uma praça, de uma academia ao ar livre e de uma quadra de esporte.

Registros fotográficos - bairro Santa Isabel

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 370 Avenida José Martins de Araújo - principal do bairro Santa Isabel (Fundão) em Rio Piracicaba.

Foto: Acervo Sete, 2018

Foto 371 Local de lazer no bairro Santa Isabel (Fundão) em Rio Piracicaba ("piscininha").

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 372 Ponto de recolhimento do transporte escolar no bairro Santa Isabel (Fundão).

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 373 Residências no bairro Santa Isabel (Fundão).

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 374 Bairro Santa Isabel (Fundão).

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 375 Campo de futebol no bairro Santa Isabel (Fundão).

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 376 Via não pavimentada no bairro Santa Isabel (Fundão).

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 377 Via pavimentada no bairro Santa Isabel (Fundão).

11.7.4.3 Bairro Louis Ensch

Também denominado Samitri, em alusão à antiga mineradora que atuava no município, Louis Ensch é um bairro de Rio Piracicaba e está situado a cerca de 3,75 km de distância, em linha reta**,** da área do Projeto (área de expansão da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu). O bairro era em seus primórdios uma vila construída para moradia dos operários da empresa, contando à época com ambulatório médico, posto bancário e clube.

Segundo as entrevistas realizadas com a presidente da ALEAM – Associação dos Moradores do Bairro Louis Ensch e com o presidente da Sociedade Esportiva de Morro Agudo, o bairro foi criado há mais de 35 anos e conta com aproximadamente 1.000 residências. A ALEAM foi criada há aproximadamente 25 anos e não possui sede própria.

Quanto à população ocupada, segundo as entrevistas realizadas, a maioria dos moradores homens trabalha nas empresas Vale e AcelorMittal (antiga Belgo-Mineira) e empreiteiras, na Prefeitura Municipal e em atividades de comércio na sede do município de Rio Piracicaba. Já as mulheres, em sua maioria, trabalham com atividades do lar e, também, no comércio do distrito sede.

O bairro dispõe de um posto de saúde denominado Dr. Danilo Gomide, vizinho às instalações da Vale, que atende também aos moradores do Bairro Santa Isabel. O Posto conta com um médico que presta atendimento de 2 a 3 vezes por semana. Não há equipe de saúde bucal.

Possui um estabelecimento de ensino. Trata-se da Escola Municipal Murilo Garcia Moreira que oferece do pré-escolaraté os anos finais do ensino fundamental.

Na área de assistência social, o bairro não dispõe de Centro de Referência em Assistência Social – CRAS, nem tampouco de Centro de Referência Especializado de Assistência Social – CREAS. Nesse caso a referência é Rio Piracicaba.

No setor de serviços, o bairro Louis Ensch dispõe de duas padarias, um açougue, uma mercearia, vários bares, uma borracharia e uma serralheria. Conta com um buffet da cozinheira D. Cidinha.

O bairro possui três indústrias mecânicas que prestam serviços para terceirizados da Vale e uma marcenaria (fabricação de móveis).

No que se refere à área de segurança, Louis Ensch não conta com posto policial. Na opinião dos entrevistados trata-se de um bairro muito tranquilo.

Na área de lazer conta com o Clube Sociedade Esportiva que dispõe de um campo de futebol, três quadras de futebol, uma piscina, um bar/lanchonete. O bairro possui também uma academia ao ar livre e uma praça com brinquedos em madeira.

No setor habitacional, os entrevistados mencionaram a pouca disponibilidade de imóveis para locação, tendo em vista a alta demanda.

O abastecimento de água está sob a responsabilidade da COPASA. A captação é realizada na Barragem de Batatinha. O bairro conta com água advinda de uma Estação de Tratamento de Água – ETA que está localizada no Bairro Chacrinha. Não há sistema de tratamento de esgotamento sanitário que é lançado *in natura* diretamente no rio Piracicaba.

O serviço de coleta de lixo, sob a responsabilidade da Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba, é realizado de segunda à sexta feiras.

Segundo o entrevistado, a totalidade das vias é pavimentada e o acesso para a sede do município não é asfaltado. O bairro conta com uma igreja católica.

Os serviços de distribuição de energia elétrica são prestados pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG e, segundo as entrevistas realizadas, a totalidade das vias é iluminada, porém a manutenção é muito precária e atualmente tem-se inúmeras lâmpadas queimadas.

Considerando-se os serviços de transporte público, o bairro não dispõe de uma linha de ônibus. Segundo um dos entrevistados não há demanda que justifique a criação de uma linha para transporte de moradores. Os residentes utilizam como transporte o carro particular e, por vezes, a ambulância.

Em termos de instituições atuantes tem-se a Sociedade Esportiva de Morro Agudo e a Associação dos Moradores do Bairro Louis Ensch. Não há edificações antigas no bairro. Não se fazem presentes comunidades quilombolas próximas ao bairro.

Em termos de festas tradicionais destaca-se a Quadrilha da APAE (Quadrilha da Caixa d'Água) realizada no mês de junho, e o Parque de Exposição (gado, cavalgada, shows etc.) realizado no mês de agosto.

Como principais problemas do bairro, os entrevistados apontaram o barulho gerado pela ferrovia e o lançamento inadequado do esgotamento sanitário no rio Piracicaba. Considerando os incômodos causados pela geração de poeira, salientaram a necessidade do asfaltamento do trecho que liga o bairro ao distrito sede. Cabe destacar que este acesso entre a sede e o bairro Santa Isabel foi pavimentado entre 2019 e 2020.

Vale ressaltar que a principal localidade acessada pelos moradores para serviços diversos, hospital, assistência social, segurança pública, entre outros, são as cidades de Rio Piracicaba e João Monlevade, sendo essa última muito acessada para a realização de estudos técnicos e superior.

Os entrevistados citaram os mesmos como as principais lideranças comunitárias do bairro Louis Ensch.

Mencionaram a importância da Vale S/A para o município em termos de geração de empregos, benefício esse apontado como crucial para o desenvolvimento de Rio Piracicaba já que a renda do município se dá em grande medida pelas atividades minerárias ali praticadas.

Finalmente salientaram a falta de contratações de mão de obra advinda do município de Rio Piracicaba como um dos problemas da atividade minerária no complexo de Água Limpa. Alegaram que boa parte dos trabalhadores vem de cidades do entorno, como João Monlevade, já que Rio Piracicaba não possui escolas técnicas e/ou unidades universitárias para qualificação dos futuros profissionais do setor mineral, o que contribui em grande medida para a utilização de força de trabalho externa.

Registros fotográficos - Bairro Louis Ensch

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 378 Praça no bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 379 Via de acesso principal no bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 380 Praça no bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 381 Coleta seletiva a frente da Associacao Comunitaria no bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 382 Residências no bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 383 Residências no bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 384 Trecho do bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 385 Moradia no bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 386 Ponto de ônibus no bairro Louis Ensch.

Foto: Eliane Almeida, 2017

Foto 387 Igreja do bairro Louis Ensch.

11.7.4.4 Comunidade de Morro Agudo

A comunidade de Morro Agudo está localizada na zona rural do município de Rio Piracicaba. A localidade situa-se no entorno da porção norte da cava Morro Agudo da Mina de Água Limpa e a uma distância de cerca de 0,8 km, em linha reta. Segundo as entrevistas realizadas, é constituída pela Fazenda Pé da Serra e cinco sítios.

O acesso para a comunidade de Morro Agudo ocorre a partir da sede urbana de Rio Piracicaba, a noroeste, por uma estrada sem pavimentação, num percurso de aproximadamente 10 km (TOTAL, 2018).

Segundo a entrevista realizada, a Fazenda Pé da Serra tem como principal atividade econômica praticada o plantio de eucalipto para comércio de serragem empacotada e prensada para cidades como Rio de Janeiro, São Paulo, Sete Lagoas, entre várias outras. Na propriedade residem dois caseiros.

Dos cinco sítios existentes na comunidade de Morro Agudo apenas dois contam com residentes. No primeiro tem-se três moradores. Seu proprietário trabalha em Rio Piracicaba com representações comerciais. No sítio tem-se 3 alqueires de pomar.

Já no segundo reside apenas um caseiro já que seu proprietário reside em João Monlevade.

Nos demais não há moradores. Seus proprietários frequentam nos finais de semana, sendo um deles residente em Belo Horizonte e ex-funcionário da Vale.

A principal atividade praticada na localidade é o plantio de eucalipto e a agropecuária em geral.

Vale ressaltar que na localidade inexistem equipamentos de saúde, educação, assistência social, segurança, lazer, serviços em geral etc. A comunidade conta apenas com a Capela de Nossa Senhora Aparecida. A principal localidade acessada pelos moradores para serviços diversos são as cidades de Rio Piracicaba e João Monlevade.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 388 Domicílios da comunidade de Morro Agudo.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 389 Igreja localizada na comunidade de Morro Agudo, frequentada pelos moradores da comunidade.

Foto: Total Meio Ambiente, 2018

Foto 390 Propriedade rural localizada na comunidade de Morro Agudo

11.8 Estudo de Percepção Ambiental

A importância de se realizar pesquisas de percepção ambiental para o planejamento de ações na área ambiental já era defendida pela UNESCO desde 1973 (FERNANDES, 2018), tendo em vista que essas pesquisas contribuem para uma definição de estratégias de atuação mais próximas da realidade local, considerando a possibilidade de grande diversidade de situações socioeconômicas e culturais existentes nas áreas em foco. Marin e Lima (2009, p.266) ressaltam que "*os estudos de percepção ambiental desenvolvidos no campo da Educação Ambiental têm buscado superar discursos que reproduzem posturas cientificistas e tecno-desenvolvimentistas próprias da modernidade clássica*". Convertendo-se, portanto, em relevante fonte de informações para que se possa antecipar, prevenir e mitigar conflitos ambientais decorrentes da instalação/operação de grandes empreendimentos econômicos. Destaca-se que todas as entrevistas realizadas no âmbito da percepção ambiental são confidenciais.

Para o desenvolvimento da pesquisa, tomou-se como referência o conceito de que a *percepção ambiental* abrange os processos cognitivos que os indivíduos desenvolvem a respeito do ambiente no qual estão integrados. Desta maneira os métodos investigativos da teoria fenomenológica ganham relevo, fazendo com que a ideia de consciência ocupe lugar central no processo de pesquisa da percepção, sendo assumido a existência necessária de uma dimensão relacional entre consciência e ambiente (MARIN e LIMA, 2009). Assim sendo, em uma pesquisa de percepção ambiental busca-se apurar, fundamentalmente, qual o nível de consciência que os participantes possuem sobre variáveis ambientais pré-definidas e sobre suas inter-relações com o seu cotidiano.

O contexto atual da pandemia de COVID-19, apresenta-se mais um desfio à consecução da pesquisa de percepção ambiental que é: como investigar esta relação entre consciência e ambiente em um contexto de distanciamento social compulsório. Como resposta a esta condição foi elaborada uma proposta de trabalho que combina a pesquisa qualitativa com as redes-sociais e novas tecnologias de comunicação, realizando entrevistas via *WhatsApp* e telefone. Obtendo, desta forma, uma interação de qualidade, ainda que a distância, capaz de produzir uma relação de confiança entre os interlocutores (entrevistador e entrevistado).

A área de estudo em que foram abordados os entrevistados consiste nos bairros de Louis Ensch, Santa Isabel (Fundão) e comunidade de Morro Agudo, todos situados no município de Rio Piracicaba, Minas Gerais, sendo que todas estas localidades fazem divisa com a área da mineração do Complexo de Água Limpa. Os dois primeiros, bairros Louis Ensch e Santa Isabel, consistem povoações integradas à área urbana da sede municipal e estão situados nas proximidades da portaria da Vale S/A, o primeiro em contato direto e o segundo distante cerca de 4km desta portaria. Já a comunidade de Morro Agudo situa-se na zona rural do município, estando posicionada aos pés da serra do Morro Agudo, o que dá o nome à comunidade. Todas estas localidades foram anteriormente caracterizadas.

O presente relatório está dividido em quatro partes, além desta introdução. A primeira apresenta a metodologia utilizada na pesquisa de percepção. Na segunda são apresentados os resultados, na terceira as considerações finais e na última os registros fotográficos.

11.8.1 Metodologia

O atual momento, da pandemia da COVID-19, tem imposto restrições de proximidade e contato direto com as pessoas, devido ao risco de contágio. Neste contexto, fica evidente a existência de crise sobre o meio ambiente (social, econômica e ambiental) que impõe reflexão a todos e, em especial, desafia os modos tradicionais a criar e obter o conhecimento. Assim, é necessário diante desta pandemia, pensar e repensar o *modus operandi* dos estudos ambientais, de forma a abrir novos caminhos e oportunidades na elaboração dos relatórios.

Especificamente para o meio socioeconômico o desafio é buscar formas alternativas que auxiliem na obtenção das informações necessárias e, neste sentido, as novas tecnologias de comunicação e redes sociais são as ferramentas que auxiliarão neste processo.

> A tecnologia se mostrou presente na história de diversas civilizações, mesmo que estas não conhecessem seu significado enquanto processos e procedimentos que criam e transformam práticas. As mudanças de valores ocorridas ao longo da história são fruto de revoluções tecnológicas, resultado dos processos civilizatórios que motivaram transformações relevantes. (SILVA, 2020, p.10)

Desta maneira, a tecnologia está atrelada às transformações sociais modificando a vida das pessoas, alterando hábitos, formas de obtenção de conhecimentos ou até mesmo sua personalidade e a imagem de si mesmo. Portanto, a equipe de socioeconomia vem apresentar uma proposta de investigação da percepção ambiental que alia tecnologia à pesquisa qualitativa, sem deixar de considerar a qualidade da informação, onde o entrevistado expõe seu conhecimento, sua forma de pensar acerca de um determinado conteúdo, narrando suas experiências e opiniões, sem que se sinta pressionado pela presença física do entrevistador ou de questões que limitem suas respostas.

Cabe destacar que, por se tratar de uma metodologia que utiliza a técnica de narrativas com o intuito de analisar o conteúdo manifesto, deste modo as falas foram transcritas de modo literal (vide anexo), respeitando o que foi dito e como foi dito pelo entrevistado.

11.8.1.1 Materiais e Métodos

A compreensão da transformação de uma realidade é um importante, passo para que sejam propostas ações mais assertivas em uma comunidade. Para tanto a investigação dos elementos que contribuem para este processo, torna-se a mola mestra para averiguar, perceber e compreender a importância das questões ambientais para um determinado grupo social ou mesmo uma pessoa.

A Percepção Ambiental constitui-se em um processo voltado para atribuir significado ao ambiente externo tendo como referências estruturas cognitivas dos indivíduos, visto que "*duas pessoas não são capazes de ver a mesma realidade, nem dois grupos sociais fazem exatamente a mesma avaliação do meio ambiente*". (AUDINO, 2017, p.30).

Para tanto, a escolha da metodologia torna-se de grande relevância na medida em que se busca dar ênfase na compreensão "holística" (a vida social é vista como envolvendo uma série de eventos que se interconectam, e que devem ser plenamente descritos). Minayo (1996, p.16) descreve que a metodologia, de uma forma mais simplista, pode ser entendida como "*o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade*" que se quer entender. Portanto, caberá ao pesquisador determinar dentro das condições que lhes são apresentadas, utilizar aquela que melhor se adequa.

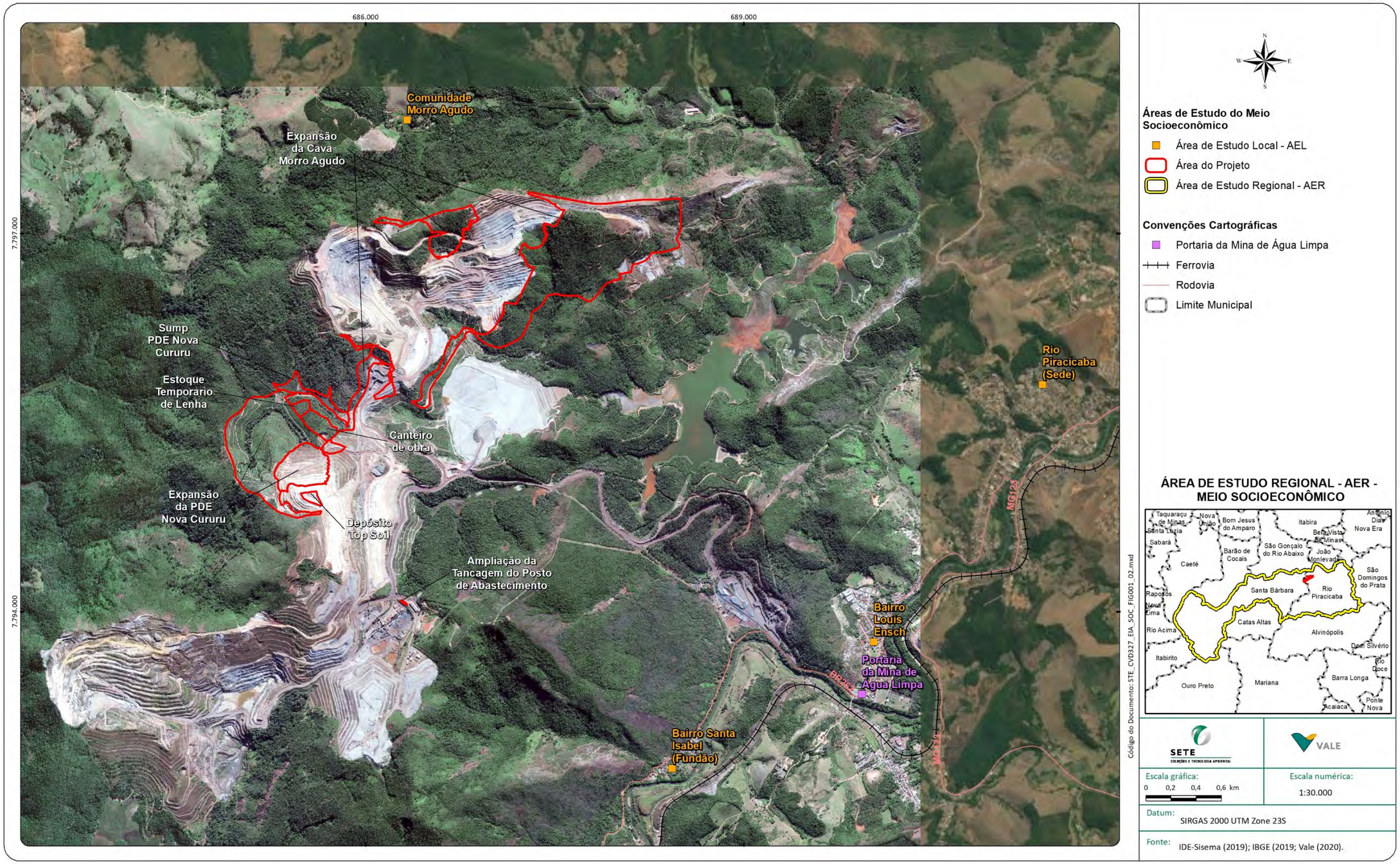
A metodologia escolhida para o desenvolvimento desta pesquisa foi a qualitativa que, segundo Hudelson (1994), visa descrever e analisar a cultura e comportamento humano a partir da visão daqueles que estão sendo estudados. Trata-se de uma pesquisa de natureza exploratória (LACORTE & GALVÃO, 2007), não importando a quantidade dos dados e sim a riqueza dos relatos. Uma importante característica desta metodologia é o fato de ser flexível e interativa, ou seja, trabalha dentro da noção de processo – interatividade. Não há uma limitação de questões pré-definidas e tampouco um mínimo percentual de indivíduos estudados; é proposital, intencional, a partir do momento que escolhe os indivíduos que farão parte da pesquisa. Esta metodologia abre o precedente da proximidade (mesmo que virtual), da participação e interação do pesquisador com o pesquisado, sendo o primeiro um instrumento com seus sentidos de observação.

Em termos da técnica empregada para coleta de dados, considerando as condições atuais de recomendação pelo afastamento, segundo a Organização Mundial da Saúde, em razão do COVID-19, optou-se pela utilização de entrevista semiestruturada junto ao público-alvo e utilizando-se (sempre que possível) como ferramenta de comunicação, dispositivos móveis (celulares) providos do aplicativo para smartphone *WhatsApp*. A escolha destes dispositivos e respectivo sistema deve-se ao fato de serem bastante difundidos entre a população na atualidade, de fácil manuseio e conexão.

11.8.1.2 Cenário da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida junto a moradores residentes dos bairros Louis Ensch e Santa Isabel (Fundão) e da comunidade de Morro Agudo, todos situados no município de Rio Piracicaba, Minas Gerais. Salientando-se que todas estas localidades fazem divisa com a área da mineração no Complexo de Água Limpa. A Figura 298 apresenta a localização das áreas estudadas.

Figura 298 Localização dos bairros Louis Ensch e Santa Isabel (Fundão) e da comunidade Morro Agudo em relação à área do Projeto



11.8.1.3 Público-alvo

Formam o público-alvo desta pesquisa pessoas maiores de 16 anos, residentes nas comunidades da área de influência, a saber, bairros Louis Ensch e Santa Isabel (Fundão) e comunidade de Morro Agudo, que demonstrem consentimento livre e esclarecido de participar do processo de entrevista, sendo entrevistadas lideranças e moradores locais.

Por se tratar de um processo de pesquisa qualitativa, não foi estabelecida amostragem, sendo adotado critério de saturação de informação para suspensão da realização de novas entrevistas. A seleção dos entrevistados, considerando o processo de contato telefônico/*Whatsapp*, foi efetivada por meio das indicações entre participantes já entrevistados.

11.8.1.4 Sobre o instrumento de pesquisa

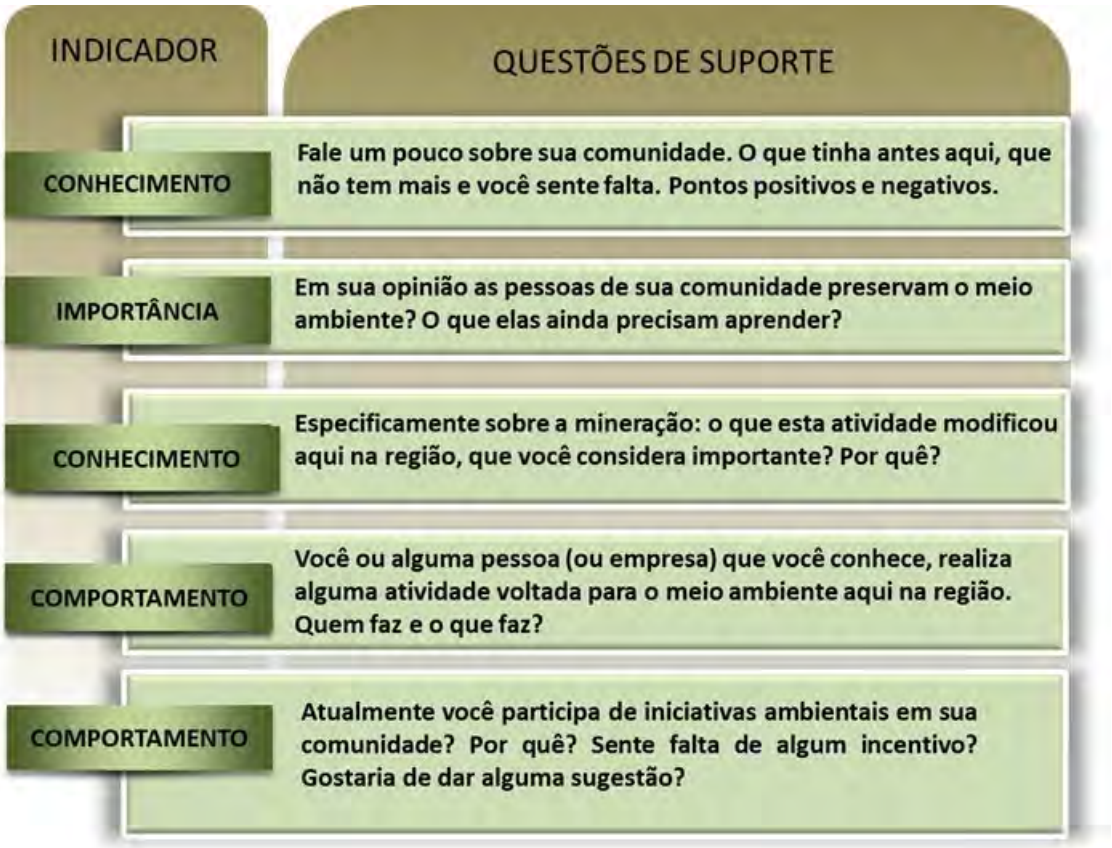
A pesquisa de percepção fundamenta-se antes de tudo nos três pilares da sustentabilidade que são o social, o econômico e o ambiental. As questões foram elaboradas com o objetivo de capturar a percepção de cada entrevistado a cerca de três indicadores que são: conhecimento, importância e comportamento; e estão fundamentadas na literatura que aborda sobre a sustentabilidade e percepção ambiental. Neste sentido cada indicador permeia os três pilares da sustentabilidade supramencionados como abordados na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20).

O roteiro de questões utilizado para coletar as informações relacionadas à percepção ambiental e sustentabilidade é composto de duas partes bem definidas, descritas a seguir:

- Identificação do entrevistado, sendo solicitados os seguintes dados: nome, idade, sexo, local de residência, ocupação;
- Questões de Percepção Ambiental, onde são apresentadas questões de suporte ligadas aos indicadores de conhecimento, para avaliar a percepção sobre conteúdos relacionados à sustentabilidade socioeconômica e ambiental que o entrevistado possui sobre a região; indicador importância, para avaliar o nível de importância que o entrevistado dá aos temas e problemas relacionados à sustentabilidade socioeconômica e ambiental na região; indicador comportamento, para avaliar o comportamento que o entrevistado possui relacionado à sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

O modelo com as questões de identificação e de suporte propostas para as narrativas e os indicadores a que se referem são apresentados na Figura 299 , sendo o formato apresentado no **Anexo 20**.

Figura 299 Indicador versus Questões de Suporte



Cabe mencionar que, por se tratar de questões onde os entrevistados vão apresentar narrativas, ou seja, respostas longas, não foram listadas muitas perguntas para não os deixar desanimados. Diante disto, optou-se por apresentar apenas as questões supramencionadas.

11.8.1.5 Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada no período de 04/08/2020 a 02/09/2020, pela equipe da Sete, com abordagem direta aos entrevistados.

Os entrevistados foram abordados via telefonema, sendo que ao atenderem a chamada foi apresentada uma mensagem chave da Vale referente ao Projeto em estudo, por meio da qual a equipe da Sete esclareceu os objetivos da pesquisa, a necessidade do estudo e a importância da participação. Também foram comunicados sobre seus direitos com relação à proteção de dados e recusa a participação e a possibilidade de responder ao formulário via mensagens de *WhatsApp*. Se, tão somente se, o entrevistado consentia com a participação, dava-se início a gravação da conversa.

11.8.1.6 Tabulação e análise de dados

Para análise das entrevistas foi empregada técnica de análise de conteúdo. No presente caso, a análise de conteúdo foi utilizada a nível descritivo baseado em material não-estruturado formado por questões abertas, quando serão utilizadas as narrativas de indivíduos que possuem uma relação de moradia ou trabalho com o município de Rio Piracicaba e, em especial, com a comunidade de Morro Agudo e os bairros Louis Ensch e Santa Isabel (Fundão) por situarem-se no entorno do Complexo de Água Limpa.

Cabe ressaltar que, nos trechos das entrevistas em que, pelo conteúdo, foi possível perceber a existência de informações que possibilitassem a identificação do entrevistado (profissão, familiares, cargos ocupados, endereço, etc), este (trecho) foi suprimido e substituído por reticências de modo a preservar a identidade do entrevistado.

11.8.2 Resultados da Pesquisa

Para consecução desta pesquisa, foram realizados ao todo 29 contatos telefônicos com 15 pessoas moradoras das três áreas estudadas. Dos 15 contatos, nove aceitaram conceder entrevistas para esta pesquisa, três se recusaram a participar da pesquisa e três pessoas alegaram que o número de telefone não pertencia a pessoa a quem se procurava. Dentre os que aceitaram participar da pesquisa, sete são moradores residentes do bairro Louis Ensch e dois são residentes no bairro Santa Isabel (Fundão). Quanto a comunidade do Morro Agudo foi possível a realização de duas entrevistas.

Os resultados da pesquisa de percepção ambiental são apresentados na sequência, e divididos segundo os temas abordados conforme o roteiro da pesquisa.

11.8.2.1 Bairro Louis Ensch: percepção ambiental dos moradores

11.8.2.1.1 Caracterização dos entrevistados

Dos sete entrevistados residentes no bairro Louis Ensch, cinco são do sexo masculino e dois do sexo feminino. As idades dos entrevistados variaram dos 20 aos 60 anos, sendo que estes residem no bairro desde a infância e três mudaram-se para a localidade depois de adultos. Dois dos entrevistados possuem vínculos ativos com entidades da sociedade civil organizada no bairro O Quadro 237, a seguir, traz a síntese do perfil dos entrevistados.

Quadro 237 Síntese perfil dos entrevistados – Bairro Louis Ensch

Identificação do entrevistado	Sexo	Idade	Escolaridade
E1	Masculino	60	Médio Técnico
E3	Feminino	45	Médio Técnico
E5	Masculino	55	Ensino Médio
E8	Masculino	50	Ensino Médio
E9	Masculino	55	Ensino Médio
E10	Feminino	20	Superior
E12	Masculino	53	Ensino Médio

Cabe ser destacado quanto à análise das entrevistas, a homogeneidade do grau de escolaridade dos entrevistados, que, no geral, é de ensino médio e técnico.

11.8.2.1.2 Percepção do bairro, seus espaços positivos, negativos e transformações

Indicador - Conhecimento

De modo a obter informação sobre o conhecimento acerca do bairro e sua percepção sobre os aspectos materiais e imateriais, foi elencada a seguinte pergunta inicial: "Fale um pouco sobre sua comunidade. O que tinha antes que não tem mais. Pontos positivos e negativos." A partir desta questão e, para desenvolver melhor o discurso, foram integradas questões secundárias de modo a incentivar o entrevistado a expor suas opiniões.

No geral, quando perguntados sobre como descreveriam o bairro Louis Ensch a uma pessoa que não o conhece, observa-se que a descrição do bairro tende a conduzir para uma adjetivação que procura exaltar a existência de um ambiente harmônico, tranquilo, sossegado e familiar. A presença de modo unânime destes adjetivos tranquilidade/harmonia no bojo dos diferentes discursos sugere que os aspectos relacionais, ligados a convivência comunitária, são de grande relevância no processo de valoração do bairro para os entrevistados. Já os atributos espaciais são apontados de maneira secundária, e não massificada, sendo alguns destes atributos a localização, saneamento, limpeza, proximidade de áreas verdes e qualidade das casas.

Quando questionados sobre lugares que gostam, que considerem bonitos, que apresentariam para pessoas de fora, os entrevistados apontaram para o Clube do SEMA, área de lazer poliesportivo, considerado um dos pontos mais bonitos e agradáveis do bairro. Em sequência, a pracinha central também é apresentada como sendo um local aprazível na opinião dos moradores. Por fim, outro ponto destacado pelos entrevistados foi a mata ciliar, que se situa na porção sul do bairro, acompanhando todo o percurso do rio. Cabe destacar o apontamento do prédio do antigo Hotel, hoje em processo de reforma, como um ponto de potencial interesse para a população local, em especial os mais jovens.

Já no que diz respeito aos lugares que não gostam, que consideram feios e desagradáveis, para alguns dos entrevistados não existem lugares que apontariam como desagradáveis, ou que não gostam dentro do bairro. Contudo o calçamento das ruas foi apontado duas vezes como uma questão que incomoda, bem como foi apontado por um entrevistado a poeira decorrente do descolamento de placas de barro dos carros que transitam na Mina de Água Limpa. O estacionamento do parque de exposições também foi apontado como um local desagradável e, também, foi apontada a sede da antiga associação de moradores como um local que não traz uma sensação agradável. Por fim, chama a atenção a declaração de um entrevistado que apontou para a condição de risco do colégio no caso de um rompimento de barragem. Ele também indicou a Escola local como um elemento que considera como não agradável, pelo mesmo motivo anteriormente reportado.

Quando convidados a apresentar sua percepção sobre transformações que têm percebido no bairro, principalmente no período dos últimos 20 anos, os apontamentos sobre as transformações ocorridas no bairro trazem perspectiva contraditória. Para mais da metade (quatro entrevistados) existiram transformações no bairro, sendo apontado incremento de comércio e aumento do fluxo de prestadores de serviços para a Vale. Também é apontado no bojo deste discurso a memória da Samitri, como uma valoração e uma percepção de modificação. Cabe destaque o apontamento do aumento do tráfico de drogas na região. Também se apresentou um discurso que demonstra o risco de rompimento de barragem como grande transformação. Ademais, três entrevistados apresentaram percepção de que não houve transformações, que o bairro permanece estável.

Quando perguntados sobre as avaliações que fazem sobre as transformações ocorridas no bairro, em que pesem os aspectos positivos indicados sobre a mineração, as avaliações enfatizam também a existência de aspectos negativos: como o risco em função de um possível rompimento da barragem do Diogo, o fato de que a empresa poderia contribuir um pouco mais para o bem-estar da população e a ideia de que ocorre aumento da poluição por poeira e lixo.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.2.1.3 O meio ambiente: conhecimentos e comportamentos

Indicador - Importância

Quando perguntados sobre qual seria o conceito pessoal de meio ambiente, os entrevistados, em geral, percebem o meio ambiente como uma dimensão natural a ser preservada. Os discursos elaborados tendem muito a recorrer a imagens da camada verde, das matas ciliares e principalmente a evocar uma ideia de preservação/conservação. De maneira marginal, observa-se em três dos sete entrevistados uma concepção relacional do meio ambiente, tomando-o como um processo de relacionamento ativo entre seres humanos e natureza.

Quando perguntados sobre os conhecimentos e comportamentos da vizinhança em relação ao meio ambiente, ao longo da avaliação de conhecimentos e comportamentos apareceu nos discursos dos entrevistados a contradição entre o que se acredita que as pessoas saibam/conheçam sobre meio ambiente, e suas ações. Apresentou-se de maneira peremptória o conflito em relação aos resíduos sólidos, tratados como lixo, sendo exposto de maneira clara pelos entrevistados, que no bairro existe uma prática de descarte irregular dos resíduos na mata ciliar, no rio e nas esquinas. Outra prática conflitiva elucidada por três dos entrevistados diz respeito às queimadas.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.2.1.4 Opinião sobre a mineração e seus impactos na região

Indicador Conhecimento

Quando perguntados sobre sua opinião pessoal sobre a mineração, os discursos tendem a ponderar de maneira positiva alguns aspectos relacionados à economia, geração de emprego e renda. Por outro lado, aparecem preocupações com comprometimento das condições ambientais, em especial, houve um entrevistado que demonstrou grande preocupação em relação aos recursos hídricos.

Cabe destacar também uma percepção de um entrevistado com relação aos efeitos da transição das empresas Samitri e Vale, com a diminuição das práticas de esporte e lazer no bairro. Contudo, o que mais fica evidente em algumas argumentações, é a existência de uma dependência econômica do município em relação a mineração, bem como o vislumbre da necessidade de que o município construa alternativas a essa dependência econômica, pois enxergam a existência de um esgotamento do minério.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.2.1.5 Existência de iniciativas ambientais e participação em movimentos ambientais no bairro

Indicador Comportamento

Quando perguntados sobre a existência de iniciativas ambientais e sua participação nestas iniciativas, os entrevistados apontaram para existência de coleta seletiva implementada pela prefeitura, que é apresentada como única inciativa ambiental homogeneamente reconhecida pelos entrevistados. Contudo, como demonstraram em diversos momentos, a eficácia dessa coleta seletiva não é considerada satisfatória, pois a maioria declarou que percebem que os moradores não praticam a separação de maneira adequada, bem como o próprio processo tem falhas de funcionamento – como o caminhão do resíduo comum recolher o resíduo separado. Desta maneira elucida-se que a participação/adesão a esta iniciativa se encontra bastante reduzida. Cabe destacar a importância dada por um dos entrevistados, aos catadores da cidade que carecem de incentivos para permanecerem no setor, visto que, o mesmo, percebe a importância do trabalho deles para a comunidade. Alguns entrevistados recordaram da campanha de plantio da mata ciliar, que envolveu a comunidade, sendo a iniciativa do plantio uma prática apreciada como um incentivo ambiental.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.2.1.6 Análise das informações

Em síntese, os discursos até aqui analisados apresentam o bairro Louis Ensch como uma comunidade tranquila, sossegada, dotada de infraestrutura adequada, sendo, portanto, percebido, no geral, como um bairro adequada para morar. Cabendo destacar a existência de uma ênfase dos entrevistados à dimensão relacional da convivência da vizinhança, não sendo raro o uso da expressão “família” para descrição da experiência de moradia.

Dos lugares bonitos e agradáveis do bairro tem-se a indicação unânime da pracinha e da mata ciliar do trecho do rio Piracicaba que intercepta o bairro, bem como o Clube do SEMA como locais que os entrevistados percebem como sendo agradáveis e relevantes para a convivência local. Como locais desagradáveis foram apontados o estacionamento do parque de exposições e a condição de conservação do pavimento do bairro, além da antiga sede da associação comunitária. Locais que, para os entrevistados, trazem sensações desconfortáveis.

Os entrevistados dividem-se quanto a percepção de transformações pelas quais o bairro teria passado. Havendo os que não percebem mudanças e os que percebem. Dentre as transformações apontadas existe o aumento do fluxo de veículos, trabalhadores e empresas se instalando no bairro. Também houve três entrevistados que apontaram transformações percebidas relacionadas à transição de empreendedores Samitri e Vale, em especial há menção a uma perspectiva/sensação de abandono do bairro pela atual empreendedora, em comparação com a gestão da Samitri, que esboça menos preocupação com o social, sendo destacada a reconfiguração do funcionamento da área de lazer, Clube do SEMA.

A perspectiva de conhecimentos e práticas ambientais apresentou-se a esta pesquisa, por um lado, a ratificação de uma visão ambiental conservadora muito focada a elementos naturais e princípios preservacionistas. Por outro lado, da perspectiva prática, foi escancarada a existência de um grande conflito ambiental relacionado a maneira como os moradores estão dispondo de seus resíduos sólidos, havendo indicação descarte irregular em calçadas e mesmo na área de mata ciliar.

Com relação a mineração, de maneira geral, os entrevistados apresentam uma opinião ponderada. Considerando elementos positivos e negativos, porém, preocupados com a exaustão de recursos ambientais, como a água, e a ausência de alternativas para a dependência econômica do município em relação à mineração.

Sobre iniciativas ambientais e engajamento comunitário, foi reconhecida a existência de um processo de coleta seletiva capitaneado pelo município, que instalou pontos de coleta no bairro. Contudo, foi percebido que a adesão dos moradores a esta inciativa não se deu de maneira adequada, e existem deficiências de funcionamento do próprio sistema de coleta implantado. Neste quesito também cabe destaque a menção a iniciativas desenvolvidas pela Vale, como a recomposição das matas ciliares. Contudo, é apresentada a sensação de que algo mais poderia ser feito nesta seara.

De uma perspectiva analítica transversal, destaca-se em primeiro plano, a existência de um conflito ambiental iminente no que diz respeito a disposição de resíduos sólidos no bairro Louis Ensch, tornando-se uma dimensão imprescindível para intervenção ambiental. Esta constitui-se em ocasião de reforçar a inciativa da prefeitura de implementação de coleta seletiva. Ainda nessa dimensão, cabe destacar que o apontamento da área de mata ciliar como um dos locais mais bonitos do bairro, ao passo em que também é apontado como um local de descarte de entulho e lixo, traz a evidência de que é preciso trabalhar junto à comunidade a utilidade e relevância da preservação dessas matas ciliares.

Outro ponto que deve ser ponderado é a existência de uma memória saudosista em relação aos tempos da Samitri. Dadas as condições históricas de formação do bairro, conforme apresentadas na contextualização da área de estudos, este processo é derivado da maneira como a antiga empreendedora mantinha uma prática de clientelística com a comunidade local. A questão central é que a perpetuação destas melífluas memórias, colabora para a construção e retroalimentação de um mito: **o mito da era de ouro da Samitri**. Tal mito influência na percepção dos residentes que, de um modo geral, tenderão a perceber que tudo era melhor nos tempos da Samitri. Como consequência desta visão, obtêm-se (de alguns) uma postura crítica com relação à Vale, ainda que a empreendedora promova ações que possam contribuir para a aprimoramento da comunidade.

11.8.2.2 Bairro Santa Isabel (Fundão): percepção ambiental dos moradores

11.8.2.2.1 Caracterização dos entrevistados

No bairro Santa Isabel (Fundão) foram entrevistados dois moradores. Uma mulher, de 56 anos, residente da região há mais de 30 anos. Outro morador é homem, 20 anos, nasceu e cresceu no bairro. O Quadro 238 a seguir traz a síntese do perfil dos entrevistados.

Quadro 238 Síntese perfil dos entrevistados – Bairro Santa Isabel (Fundão)

Identificação do entrevistado	Sexo	Idade	Escolaridade
E2	Masculino	20	Ensino médio técnico
E13	Feminino	56	Ensino fundamental

Durante o processo de entrevistas realizadas na comunidade não houve indicação de outros moradores que pudessem ser abordados por esta pesquisa.

11.8.2.2.2 A percepção do bairro, seus espaços positivos, negativos e transformações

Indicador Conhecimento

Quando perguntados sobre como percebem seu bairro, lugares de que gostam ou não, bem como transformações, os entrevistados descrevem o bairro de maneira bastante sucinta, enfatizando como um lugar tranquilo e agradável. De igual maneira, ambos, indicam que nos últimos anos o bairro tem recebido melhorias, destacando principalmente o aprimoramento das vias de acesso e a conexão com a internet.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.2.2.3 O meio ambiente: conhecimentos e comportamentos

Indicador Importância

Com relação ao conceito de meio ambiente e os comportamentos locais, a entrevistada E13 apresenta uma visão de meio ambiente conservadora e relacionada a preservação de elementos da natureza. O Entrevistado E2 apresenta uma visão de meio ambiente relacional e integrativa do ser humano ao meio, contudo ainda aponta elementos de uma concepção voltada ao preservacionismo. Ambos os entrevistados afirmam praticar ações que visam à preservação do meio ambiente, sendo que igualmente ambos apontam para a existência de comportamentos inadequados por parte de seus vizinhos. Havendo um apontamento um pouco mais velado por parte da E13 e um apontamento um tanto mais explícito por parte do E2. Contudo, nenhum dos entrevistados expõe com clareza quais são os comportamentos inapropriados por parte dos vizinhos. Com relação a conhecimentos e práticas que podem ser aprimoradas, a entrevistada E13 indica que participa de reuniões na Vale S/A com a temática ambiental, bem como expõe a necessidade de que se pode trazer para comunidade algum conhecimento relacionado a resíduos sólidos.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.2.2.4 Opinião sobre a mineração e seus impactos na região

Indicador Conhecimento

Com relação a mineração e seus impactos, ambos os entrevistados apontam para certa dimensão de dependência do município em relação à mineração. De modo mais sistemático, contudo, E13 detalha um desconforto em relação à mineração em sua região. Cabe destacar a percepção de que a Vale vem ampliando a cava e, segundo a entrevistada "empurrando a comunidade". Demonstra também a preocupação com ressecamento de nascentes e cursos d'água locais. A entrevistada ainda aponta para a geração de poeira pelo grande fluxo de veículos da mineradora que cruzam a estrada local. O outro entrevistado já percebe a relação existente entre a mineração e a cidade. Percebe que há pontos positivos e negativos, mas que o fator financeiro é relevante para o município.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.2.2.5 Existência de iniciativas ambientais e participação em movimentos ambientais no bairro

Indicador Comportamento

Quando perguntados sobre a existência de ações ambientais em suas comunidades, os entrevistados responderam que não existe qualquer iniciativa ambiental em sua comunidade. Um dos entrevistados avalia que em função das dimensões diminutas do bairro é fácil conseguir adesão das pessoas a uma iniciativa, havendo boa capacidade para reunir a população.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.2.3 Análise das informações

De maneira geral percebeu-se que ambos os entrevistados apresentaram pouco entusiasmo em participar da pesquisa, apresentando respostas curtas e evasivas.

Em síntese do que foi afirmado pelos entrevistados, é que (na opinião dos entrevistados) há moradores que enfatizam o bairro como um lugar tranquilo e agradável. De igual maneira, ambos, indicam que nos últimos anos o bairro tem recebido melhorias, destacando principalmente o aprimoramento das vias de acesso e a conexão com a internet.

Ambos os entrevistados possuem uma visão do meio ambiente conservadora, marcada por princípios de preservação do patrimônio natural. Ademais, de maneira indireta, ambos apontaram para a existência de práticas ambientalmente incorretas na região em que vivem, porém, não o fazem de modo explícito.

Sobre a mineração e seus impactos, os entrevistados esboçam um entendimento de que existe uma dependência do município em relação a mineração. Também é apontada a existência de um desconforto entre a comunidade e a mineradora em função de poeira gerada pelo movimento de carros a serviço dela.

Por fim, os dois entrevistados informaram desconhecerem iniciativa ambiental em sua comunidade, ainda que um dos entrevistados tenha afirmado participar de reuniões da Vale em que está aprendendo sobre a temática ambiental. Este mesmo entrevistado avalia que em função das dimensões diminutas do bairro é fácil conseguir adesão das pessoas a uma iniciativa, havendo boa capacidade para reunir o povo.

Em relação à empreendedora Vale S/A, os entrevistados demonstram em suas poucas palavras algumas preocupações relevantes, em especial para um deles, a sensação de estarem sendo “empurrados” à medida que a mineração aprofunda sua cava, e “vai diminuindo muito a água”; bem como o incômodo existente em relação ao uso do acesso ao bairro para o tráfego de veículos da empresa. Segundo o entrevistado o acúmulo de poeira no trecho pavimentado da via que corta o bairro desponta como um desconforto para a comunidade, tratando-se de situação que demanda alguma atenção por parte da mineradora.

11.8.3 Comunidade de Morro Agudo: percepção ambiental dos moradores

11.8.3.1 Caracterização dos entrevistados

Na comunidade de Morro Agudo houve muita dificuldade em estabelecimento de contato com os residentes devido à ausência de sinal telefônico. Desta maneira foi realizada apenas uma entrevista com um único contato, que se deslocou para a cidade de Rio Piracicaba, viabilizando assim o contato telefônico. O Quadro 239 a seguir traz a síntese do perfil do entrevistado.

Quadro 239 Síntese perfil dos entrevistados – Comunidade Morro Agudo

Identificação do entrevistado	Sexo	Idade	Escolaridade
E14	Masculino	47	Ensino médio

Destaca-se que, para dar complementação à percepção ambiental do entrevistado, recorreu-se à fonte documental adotando-se, quando aplicável, informações sobre a comunidade de Morro Agudo disponíveis em estudo de percepção ambiental realizado pela Total Meio Ambiente em 2018 (TOTAL, 2018).

11.8.3.2 A percepção da comunidade, seus espaços positivos, negativos e transformações

Indicador conhecimento

Quando perguntado sobre como percebe sua comunidade, lugar de que gosta ou não, bem como transformações, as percepções do entrevistado assemelham-se com as dos entrevistados pelo estudo da Total (2018), sendo relevante esclarecer que em ambos os estudos a região é descrita como uma zona rural, sossegada e tranquila. Sobre lugares agradáveis foi destacada a natureza local, sem uma indicação de um local específico, isto também coincide com a as percepções colhidas pela Total (2018) - naquela ocasião os entrevistados relataram a possibilidade de contato com a natureza como um ponto positivo da comunidade. Da perspectiva de lugares desagradáveis, o entrevistado afirmou não existirem tais lugares em sua opinião. Já os entrevistados pelo estudo da Total (2018) apresentaram como pontos negativos do local onde moram, questões relacionadas à segurança pública, por ser uma vizinhança rural isolada e distante da cidade, o que lhes traz sensação de vulnerabilidade. Também mencionaram a poeira gerada pelo fato de as vias locais não serem calçadas. Por fim cabe destacar que a transformação percebida na região diz respeito à mudança de vizinhos em função do processo de comercialização dos terrenos locais.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas do entrevistado sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.3.3 O meio ambiente: conhecimentos e comportamentos

Indicador importância

Com relação ao conceito de meio ambiente e os comportamentos locais, o entrevistado E14 apresenta uma visão de meio ambiente relacionada a perspectiva legal e preservacionista, alinhando-se com ideias conservadoras que reduzem o meio ambiente a elementos da natureza, como animais e plantas. Também é destacável na percepção do entrevistado o entendimento de que seus vizinhos certamente apresentam conhecimentos sobre as leis ambientais, pois trabalham na mineradora. Não é apontado pelo entrevistado por este estudo, nem pelos entrevistados apresentados no estudo da Total (2018), a existência de situações e ações que sejam prejudiciais ao meio ambiente.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas do entrevistado sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.3.4 Opinião sobre a mineração e seus impactos na região

Indicador conhecimento

Com relação à mineração e seus impactos, o entrevistado não relata qualquer impacto ou transformação na região em que vive em relação à mineração. A avaliação que o entrevistado faz da atividade mineraria é positiva, destacando-se o fato de não se beneficiar diretamente dela. Também pondera que percebe que a mineração contribui com um movimento para o município, contudo, em sua opinião, falta uma administração adequada e que exija mais da mineração. Quando perguntado sobre o que poderia ser melhorado, ele aponta para a geração de emprego e qualificação de mão de obra. A perspectiva do entrevistado é novamente condizente com a perspectiva daqueles entrevistados pela Total (2018), cabendo destacar a avaliação positiva da mineração para a economia e "movimento" na cidade, como também apresentam entendimento de que a atividade mineraria não influencia na dinâmica de sua comunidade.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições das falas do entrevistado sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.3.5 Existência de iniciativas ambientais e participação em movimentos ambientais na comunidade

Indicador comportamento.

Conforme informação reportada por E14 não existem iniciativas ambientais em curso na comunidade.

No **Anexo 21** encontram-se as transcrições da fala dos entrevistados sobre os temas tratados nesta seção.

11.8.3.6 Análise das informações

Ambas as fontes consultadas, E14 e Total (2018), apontam para a localidade como sendo região tranquila, sossegada e agradável. Não são evidenciados conflitos ambientais de qualquer ordem. O isolamento e a distância com relação à cidade, gerando sensação de insegurança, bem como a poeira gerada pelas estradas não pavimentadas, são dois pontos negativos destacados sobre a comunidade de Morro Agudo.

O conceito de meio ambiente esboçado pelo entrevistado incute a visão conservadora à dimensão legal/proibicionista. tal formulação discursiva é interessante, porém apresenta pouco valor analítico para compreensão do que poderia ser uma ideia comum a moradores locais.

A avaliação que ambas as fontes apresentam da mineração é positiva, não havendo entendimento de que existem interferências da atividade da mineração na dinâmica de habitação da comunidade. Também apresentam avaliação positiva da presença da mineração no município, existindo a percepção de que a mineração traz movimento e riqueza para o município, mas que poderia se obter mais benefícios. O entrevistado apontou também a importância de uma administração municipal para haver mais melhorias, buscando a capacitação dos moradores e abertura de mais vagas de emprego para moradores de Rio Piracicaba. Não foram relatadas atividades e iniciativas ambientais desenvolvidas na comunidade.

11.8.4 Considerações Finais

De modo geral, conforme analisado no contexto de cada comunidade, a pesquisa aponta para existência de pontos de desconforto em relação a Vale. De maneira geral observa-se que, enquanto no bairro Louis Ensch a análise dos discursos aponta para a existência de uma relação entre a empresa e a comunidade, no bairro Santa Isabel (ou Fundão) percebeu-se resistência dos moradores em participar da pesquisa, por meio de respostas curtas e evasivas, assim como pela não indicação de mais participantes, mesmo sendo solicitado diversas vezes. Com relação aos sitiantes da comunidade de Morro Agudo, fica evidente a inexistência de relações conflituosas entre essa comunidade e a Vale, salientando-se que a comunidade não percebe interferências da atividade minerária em seu cotidiano.

Das situações de desconforto identificadas por meio deste diagnóstico evidencia-se a questão da disposição de resíduos sólidos no bairro Louis Ensch, sendo uma demanda a ser analisada junto à comunidade. Na região do bairro Santa Isabel (Fundão) ficou explicitado à existência de desconforto em relação à poeira gerada pelo atual tráfego de veículos e a diminuição de água em minas e nascentes locais. Cabe ressaltar que o trecho da estrada de acesso ao bairro Santa Isabel, que intercepta o bairro, foi recentemente pavimentado (2018). Também cabe destacar a existência de uma falsa expectativa de que o aprofundamento da cava na Mina Água Limpa afete esta comunidade (bairro Santa Isabel ou Fundão), o que configura como uma situação subjetiva.

No bairro Santa Isabel, enquanto dimensão conflitiva, ficou evidenciado forte elemento subjetivo e relacional. Destaca-se a existência de uma falsa expectativa de que o aprofundamento da cava na Mina Água Limpa afete esta comunidade (bairro Santa Isabel ou Fundão), o que configura como uma situação subjetiva, não pertinente com a realidade da operação do complexo da Mina de Água Limpa, uma vez que não existe ampliação da cava em direção à comunidade.

Por fim, cabe ainda destacar que a empresa possui um importante papel para o município visto a relação de emprego, comércio, ações ambientais e outros fatores mencionados ao longo de algumas entrevistas.

11.9 Estudos de Patrimônio Cultural

11.9.1 Estudos do Patrimônio Cultural em andamento no IPHAN

Por meio da Instrução Normativa IN/Minc/IPHAN n° 001, de 25 de março de 2015, o IPHAN estabeleceu os procedimentos administrativos a serem observados pelo órgão, quando instado a se manifestar nos processos de licenciamento ambiental federal, estadual e municipal, em razão da existência de intervenção nas áreas de influência do empreendimento em bens culturais acautelados em âmbito federal. Os bens culturais acautelados pelo IPHAN são gestados a partir de instrumentos normativos específicos e são divididos em:

- Bens tombados, aplicável aos bens materiais em geral nos termos do Decreto Lei n° 25 de 30 de novembro de 1937;
- Bens tutelados, aplicável aos bens arqueológicos nos termos da Lei n° 3.924 de 26 de julho de 1961;
- Bens registrados, aplicável aos bens imateriais nos termos do Decreto n° 3.551 de 4 de agosto de 2000;
- Bens valorados, aplicado ao patrimônio ferroviário nos termos da Lei n° 11.483 de 31 de maio de 2007.

Como órgão interveniente nos processos de licenciamento ambiental, o IPHAN deve ser instado a se manifestar para evitar que o empreendimento em estudo não cause danos ou a destruição dos bens culturais acautelados em nível federal, conforme indica o Anexo II da Instrução Normativa IN/Minc/IPHAN n° 001/2015.

Assim, no que tange aos estudos do Patrimônio Cultural em nível federal, a Vale realizou o protocolo da *Ficha de Caracterização de Atividade* – FCA junto à Superintendência do IPHAN em Minas Gerais em 01 de setembro de 2020 (Processo Administrativo nº 01514.001178/2020-01), sugerindo o enquadramento do empreendimento, especificamente em relação ao Patrimônio Arqueológico, no Nível III, e indicando a existência os demais bens culturais acautelados (tombados, valorados e registrados) existentes nas áreas de influência do empreendimento.

Em decorrência, por meio do ofício nº 2367/2020/DIVAP IPHAN-MG/IPHAN-MG-IPHAN, de 05 de outubro de 2020, o IPHAN-MG emitiu o *Termo de Referência Específico* - TRE, apresentando os requisitos a serem cumpridos pela Vale com relação aos estudos do Patrimônio Cultural no processo de licenciamento em atendimento à legislação vigente.

De acordo com o TRE/IPHAN, o *Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa* foi classificado no Nível III quanto ao potencial gerador de impactos sobre o patrimônio de natureza arqueológica, sendo solicitada a elaboração do **Projeto de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico - PAIPA** e, após a realização dos trabalhos de campo inerentes, a consolidação do **Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico - RAIPA**.

Com relação ao Patrimônio Edificado e ao Patrimônio Ferroviário, o TRE/IPHAN dispensou a necessidade de estudos específicos. Já com relação ao Patrimônio Imaterial, deverá ser elaborado o **Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Imaterial – RAIPI**.

11.9.1.1 Patrimônio Cultural Arqueológico

Em observância ao TRE/IPHAN e demais dispositivos legais que regem o estudo do Patrimônio Arqueológico (Lei Federal nº 3624/1961; Portaria SPHAN nº 07/1988; Portaria IPHAN nº 196/2016; Portaria IPHAN nº 316/2019), o *Projeto de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico na Área de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa* (PAIPA) foi protocolado na Superintendência do IPHAN em Minas Gerais para solicitar a Portaria de Autorização de Pesquisa Arqueológica em 10 de dezembro de 2020, sob a coordenação geral das arqueólogas Maria Teresa Teixeira de Moura e Flávia Reis, com solicitação de validade para 12 meses.

Até o presente momento, o PAIPA encontra-se sob análise do IPHAN-MG. Ressalta-se que somente após a publicação da Portaria de Autorização de Pesquisa Arqueológica no Diário Oficial da União (DOU), os trabalhos de campo previstos poderão ser executados, gerando os dados primários necessários à consolidação do RAIPA que subsidiará o parecer e a anuência do IPHAN no processo de licenciamento.

11.9.1.2 Patrimônio Cultural Imaterial

Conforme diretrizes solicitadas no TRE/IPHAN, *o Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Imaterial* (RAIPI) deverá levar em consideração a existência, nos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara - com ênfase nos bairros adjacentes ao empreendimento – de práticas culturais e comunidade associadas aos seguintes bens culturais registrados como Patrimônio Cultural do Brasil: Roda de Capoeira e Ofício de Mestres de Capoeira. Além disso, também deverá ser observada a existência, nos referidos municípios, das práticas culturais e comunidades relativas às Congadas de Minas e ao Ofício de Quitandeiras, bens culturais em fase de instrução de processo visando reconhecimento como Patrimônio Cultural nacional.

Ressalta-se que o RAIPI será elaborado com base no levantamento de dados secundários, pesquisas de campo, tratamento dos dados e consolidação do relatório. Para a execução das pesquisas de campo, a metodologia utilizada deverá ser orientada por uma perspectiva etnográfica, tendo como referência os discursos dos grupos e dos detentores dos bens imateriais.

No momento, os estudos relativos à composição do RAIPI encontram-se em fase preparatória para as pesquisas de campo, previstas para serem realizadas em março de 2021. Ao final, o estudo deverá ser submetido ao IPHAN-MG para análise e obtenção da anuência relativa ao processo de licenciamento do empreendimento.

12. ANÁLISE INTEGRADA

O **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** será implantado na Mina de Água Limpa, localizada na porção centro-leste do estado de Minas Gerais, no limite entre os municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara-MG, distante a aproximadamente 125 km da cidade de Belo Horizonte, a cerca de 4 km da sede de Rio Piracicaba e a aproximadamente 30 km da sede de Santa Bárbara. A Mina de Água Limpa atualmente está em operação e integra o Complexo Itabira da Diretoria de Ferrosos Corredor Sudeste da Vale S/A.

O projeto objeto deste estudo ambiental prevê a manutenção da produção licenciada da Mina de Água Limpa, por meio da expansão da cava Morro Agudo, por meio da lavra de 63 Mt de minério de ferro explotado (hematita de alto teor e itabiritos) durante um período de 8 anos, entre 2022 e 2029, visando principalmente a continuidade e a manutenção das operações atuais dessa mina, bem como na otimização das operações de lavra e de beneficiamento de minério de ferro. Em função da expansão da cava Morro Agudo, com a geração de material estéril, será necessária a expansão de uma pilha de estéril já existente, a PDE Nova Cururu e, por fim, prevê-se a ampliação da tancagem do posto de combustível da mina em apreço, visando aumentar sua autonomia de estoque.

A área total de intervenção ambiental do projeto é de 169,99, sendo: 107,87 ha para a expansão da cava Morro Agudo; 52,03 ha para a expansão da PDE Nova Cururu; 0,06 ha para a ampliação da tancagem do posto de combustíveis da Mina Água Limpa, além de outros 10,03 ha destinados às seguintes estruturas de apoio: canteiro de obras (3,73 ha), depósito de *topsoil* (1,04 ha), pátio de madeira/material lenhoso (1,28 ha) e *sump* da PDE Nova Cururu (3,98 ha).

Toda a área destinada ao Projeto está inserida no bioma Mata Atlântica, em propriedade da Vale S/A, na Fazenda Piracicaba (área total de 1.086,83 ha e Reserva Legal averbada de 577,89 ha), ressaltando que não haverá intervenção pelo empreendimento nessa reserva.

Em relação às áreas prioritárias definidas no documento 'Biodiversidade em Minas Gerais – Um atlas para sua conservação', apenas um pequeno trecho da área do projeto está inserido em área classificada como de 'importância biológica extrema'. No tocante às Reservas da Biosfera reconhecidas pela UNESCO a área do projeto está inserida na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço e fora dos limites da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Em relação às Unidades de Conservação tem-se o registro de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN Diogo) posicionada a cerca de 1,2 km de distância da área do projeto.

Importante ressaltar que a Mina de Água Limpa já dispõe de infraestrutura necessária para a realização de todas as atividades de explotação e beneficiamento de minério de ferro e que as expansões e ampliação pretendidas ocorrerão em áreas contíguas às de estruturas operacionais existentes e ainda que, o projeto será inserido em um território já alterado por atividades antropizadas pela mineração. Além disso a mina está situada em área próxima à expansão urbana de Rio Piracicaba. Desta forma, os limites da Área de Estudo Local e da Área do Projeto estão inseridos em um mosaico de uso do solo e cobertura vegetal formado por áreas alteradas (mineração, áreas urbanizada e rural, acessos rodoviários e ferroviário (EFVM), etc), cobertura vegetal de origem antrópica (pastagem e plantio de eucalipto não manejado) e remanescentes de vegetação nativa com evidentes alterações.

Apesar da presença de fragmentos de vegetação nativa tanto na área do Projeto quanto em seu entorno (Área de Estudo Local), o elemento mais expressivo é o plantio de eucalipto não manejado. Essa predominância se justifica pela supressão de florestas nativas em antigas fazendas da região, visando o abastecimento de carvão vegetal para as siderúrgicas no vale do rio Piracicaba (em especial a antiga Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, localizada em João Monlevade). Além dos plantios de eucalipto destacam-se na paisagem da AEL as áreas alteradas pelas estruturas da Mina Água Limpa como cavas, barragens, pilhas de estéril, usina de beneficiamento, acessos operacionais, britagens, pátio ferroviário e demais estruturas administrativas e operacionais.

O mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal realizado teve como intenção a representação da realidade local de forma simplificada, indicando o cenário resultante de uma dinâmica integrada dos processos que atuaram ao longo do tempo na área do Projeto e em seu entorno, na Área de Estudo Local. Verificou-se o predomínio de categorias antrópicas de uso do solo e cobertura vegetal, que representam 80,57% da área do Projeto e 71,56% da AEL. Na área do Projeto as áreas antropizadas são representadas por: plantio de eucalipto não manejado (33,45%); campos antrópicos (17,34%); áreas operacionais e administrativas da mineração (13,33%); áreas degradadas (11,87%); e, acessos (4,58%).

Já em relação às categorias naturais há um predomínio de Floresta Estacional Semidecidual secundária em diferentes estágios de regeneração natural, sendo que na área do projeto o sistema natural é representado por: pequenos fragmentos de afloramento rochoso (1,03 ha) e de Campo Rupestre Ferruginoso (0,48 ha); e por Floresta Estacional Semidecidual secundária nos estágios inicial (14,44 ha), médio (12,67 ha) e médio/avançado de regeneração natural (4,41 ha). No entorno da área do Projeto, onde se delimitou a Área de Estudo Local, o sistema natural é representado por: candeial (11,65 ha); pequeno fragmento de afloramento rochoso (3,14 ha); e por fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual secundária nos estágios inicial (313,67 ha) e médio de regeneração natural (290,62 ha).

Embora as áreas de vegetação nativa representem apenas 18,82% da área destinada ao projeto e 28,30% da Área de Estudo Local, elas são consideradas relictos da vegetação nativa em decorrência do baixo grau de conservação da cobertura vegetal na região. Esses remanescentes apresentam-se muitas vezes interconectados por faixas florestadas que acompanham os cursos d'água, ocorrendo em diferentes setores da paisagem, cobrindo desde áreas de fundos de vales até topos de morros. Parte dessas formações está inserida em Áreas de Preservação Permanente e ocupam as cabeceiras de cursos d'água da AEL, desempenhando papel na manutenção dos cursos d'água, protegendo nascentes e leitos dos córregos. Destacam-se na área do Projeto, a presença de APPs de nascentes e cursos d'água, não ocorrendo APPs de declividade e topo de morro. As interações entre as características naturais e a ocupação humana refletem no estado de conservação dessas APPs sendo que, aquelas recobertas por vegetação nativa compreendem uma área de 8,45 ha, perfazendo 51,78% da área total de APP (16,32 ha) com intervenção pelo projeto.

A composição florística observada nas florestas nativas mais preservadas da Área de Estudo Local, bem como na área de implantação do projeto, é marcada por espécies pertencentes à estágios mais evoluídos na sucessão ecológica. Nesses ambientes foram registrados 23 táxons endêmicos da Mata Atlântica, além de diversas espécies consideradas pouco frequentes. Também foram registradas 18 espécies ameaçadas de extinção, sendo nove dessas registradas no interior da área do projeto.

Já o pequeno remanescente de Campo Rupestre Ferruginoso é caracterizado pela ocorrência do capim meloso, que representa quase 50% das porções cobertas por vegetação, e de espécies autóctones típicas desse ambiente. Ressalta-se o registro de duas espécies ameaçadas de extinção e de uma espécie endêmica do Quadrilátero Ferrífero.

Considerando o conhecimento da ocorrência dessas espécies em outras áreas, é possível afirmar que elas não se encontram restritas às áreas a serem intervindas pelo empreendimento em estudo, portanto, o impacto previsto, embora negativo, não implica em risco à sua sobrevivência ou em sua extinção.

De modo geral, a Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração corresponde ao ambiente de maior relevância para os grupos da fauna que foram alvo do presente estudo na AEL e na Área do Projeto. Maiores dados de riqueza foram verificados nesta fitofisionomia para a herpetofauna e a mastofauna terrestre (pequeno, médio e grande porte). A herpetofauna, que contou com registros de anuros típicos do bioma Mata Atlântica, apresenta espécies tidas como generalistas e que apresentam certa tolerância à pequenas alterações ambientais, corroborando com as condições ambientais da AEL que apresenta certo nível de alteração. Destaca-se o registro de 25 espécies endêmicas (ou seja, distribuição restrita a um determinado habitat, bioma ou área) de anfíbios e apenas uma categorizada como 'Quase Ameaçada' – *Aplastodiscus cavicola.* Apesar de tal classificação, essa espécie tem ampla distribuição e vem sendo registrada em diversas localidades no Quadrilátero Ferrífero, incluindo áreas antrópicas e unidades de conservação.

Os resultados obtidos para a mastofauna terrestre também corroboram as condições das áreas amostradas (AEL e Área do Projeto). A Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração registrou o maior número de espécies exclusivas do grupo (n=10), favorecendo a presença de espécies mais dependentes de habitats florestais, mesmo sendo generalistas quanto ao uso do hábitat, como o rato-do-chão (*Akodon cursor*), o rato-do-mato (*Delomys dorsalis*), a cuíca (*Gracilinanus microtarsus*), o esquilo (*Guerlinguetus aestuans*), o gato-do-mato (*Leopardus* sp.), a catita-de-cauda-curta (*Monodelphis americana*), um pequeno roedor não identificado, o caititu (*Pecari tajacu*), a cuíca-de-quatro-olhos-cinza (*Philander quica*) e o rato-d'árvore (*Rhipidomys mastacalis*).

A mastofauna voadora, por sua vez, apresentou riqueza semelhante para os estágios inicial e médio de regeneração das áreas de Floresta Estacional Semidecidual (FESD). Curiosamente, o grupo dos quirópteros contou maior riqueza nas áreas de eucalipto não manejado (especialmente na campanha chuvosa), fato este não descrito para a região neotropical, visto que os morcegos costumam utilizar tais áreas como corredores de passagem.

Um cenário similar ao dos morcegos foi verificado para a avifauna estudada, que apresentou dados similares de riqueza para as áreas de eucaliptal e de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e médio/avançado de regeneração – 109 e 107 espécies, respectivamente. Cita-se como exemplo para as áreas de eucalipto a águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*), o inhambú-chintã (*Crypturellus tataupa*) e a ariramba-da-cauda-ruiva (*Galbula ruficauda)*, e, para as áreas florestais, o beija-flor-cinza (*Aphantochroa cirrochloris*), a pariri (*Geotrygon montana*) e o sanhaço-do-coqueiro (*Tangara palmarum*). Vale pontuar que tais dados eram esperados visto que os eucaliptais não manejados representam uma grande matriz de ambientes encontrados nas áreas de estudo e contam, ainda, com a presença de sub-bosque em diferentes etapas de regeneração - que atuam como áreas de conexão entre os fragmentos florestais isolados, muito importantes para manutenção de uma comunidade diversa na região.

A entomofauna registrada também seguiu o padrão esperado, com as áreas em estágios mais avançados de regeneração apresentando tanto uma riqueza total de espécies quanto maior número de táxons exclusivos. Tais condições permitiram o registro de espécies de hábitos silvestres e, também, de outras dominantes em ambientes alterados e diurnas/crepusculares (*Sabethes, Haemagogus, Wyeomyia, Aedes*) e noturnas (*Anopheles, Culex* e espécies de flebotomíneos). Foram registrados, ainda, os principais gêneros acusados como vetores de agravos a saúde no Brasil (*Anopheles, Aedes, Haemagogus, Sabethes, Psychodopygus* e *Nyssomyia*).

Os dados obtidos para a ictiofauna somaram uma riqueza baixa, dado este esperado e relacionado ao fato de que a maioria das drenagens da AEL apresentam pequeno porte e, portanto, homogeneização de microambientes. Além disso, deve-se considerar que as condições de antropização verificadas em tais unidades amostrais corroboram a falta de registros de espécies mais seletivas. Destaca-se, no entanto, o registro da espécie endêmica - e de distribuição restrita a certas porções das regiões de cabeceira da bacia do rio Doce - *Pareiorhaphis scutula* (cascudinho) em dois pontos de amostragem da AEL, ambos inseridos no córrego Pé-de-Serra, embora sua área de ocorrência com registros já conhecidos extrapole a região de inserção do empreendimento. Por fim, para as comunidades aquáticas, os dados obtidos demonstram uma biota composta por grupos colonizadores tipicamente fluviais que, apesar da baixa riqueza verificada, evidenciam que os estímulos naturais e fatores antrópicas - refletidos no Índice de Integridade de Habitat - presentes da área estudada ainda não impuseram alterações nas biocenoses. O córrego Pé-de-Serra, situado à norte da área onde será implantada a nova PDE Cururu, foi o ambiente de maior integridade de habitat verificado, o que favoreceu a colonização de táxons mais sensíveis da fauna bentônica e resultados melhores do índice de bioindicação BMWP.

Os dados da fauna obtidos demonstram, principalmente, que as áreas florestadas se mostram funcionais para a sobrevivência e manutenção das populações locais dos grupos estudados, não havendo risco à viabilidade das espécies registradas. Tais áreas permitiram o registro de espécies mais seletivas, mas também muitas outras de comportamento generalista. Não menos importante, as áreas alteradas e com presença de eucaliptos também atuam de forma marcante para os grupos, nas quais os táxons menos exigentes e com menor especificidade se mostraram adaptados.

A movimentação de veículos na operação atual da Mina de Água Limpa pode eventualmente contribuir para o afugentamento da fauna local em direção às áreas adjacentes, fato este que poderá ser incrementado com a implantação do **Projeto de Expansão Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa**. As atividades de implantação que preveem supressão vegetal e consequente geração de ruído poderão impactar nas comunidades da fauna de forma indireta, expondo os indivíduos ao afugentamento e consequente risco de atropelamentos, óbitos e, até mesmo, conflitos em função da competição por recursos e território devido à necessidade de restabelecimento em áreas adjacentes àquelas que serão intervindas. Considerando a composição da fauna verificada no presente estudo, é importante ressaltar que as espécies registradas não apresentam distribuição restrita à Área do Projeto, e nem mesmo à AEL. Desta forma, entende-se que, mesmo diante de tais impactos, não há risco à manutenção das populações locais para a espécies registradas.

As áreas de estudo local e do projeto estão inseridas no extremo nordeste do compartimento geológico e geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero (QF), no distrito ferrífero João Monlevade-Rio Piracicaba, onde se tem uma grande concentração urbana e a presença de um complexo minerário (Mina de Água Limpa) relacionada ao depósito de minério de ferro ali presente. Em termos geológicos o distrito ferrífero supracitado é caracterizado por um conjunto de escamas tectônicas formadas por rochas do Supergrupo Minas (quartzitos, filitos e itabiritos), orientadas segundo a direção sudoeste-nordeste e assentadas sobre o embasamento granito-gnáissico, representado pelos complexos Santa Bárbara e Guanhães. O conjunto litológico presente nessa porção do QF apresenta inversão estratigráfica e topográfica, resultando numa morfologia de serras sustentadas por itabiritos e quartzitos com relevos suspensos e circundadas por domínios de rochas gnáissicas, com relevo mais baixo e em formas de colinas (“mares de morros”).

A Mina de Água Limpa e a área destinada ao projeto estão inseridos no contexto geomorfológico da serra da Água Limpa, do qual fazem parte o Morro do Elefante e o Morro Agudo. As estruturas operacionais da mina estão encaixadas nas vertentes desses alinhamentos serranos, sendo que a cava de Água Limpa, atualmente paralisada, foi desenvolvida na vertente sul da serra da Água Limpa e a cava Morro Agudo (que compreende as áreas de lavra Morro Agudo, a oeste, e Espigão do Pico, a leste), atualmente em operação e objeto de expansão por este projeto, desenvolveu-se nas vertentes leste e sul da serra do Morro Agudo.

A conjugação das características litológicas e dos solos que recobrem as áreas estudadas com processos morfoclimáticos atuantes conduziram ao modelado atual do relevo e resultaram numa topografia marcada, de modo geral, por declividades acentuadas, com predomínio de relevo forte ondulado (20 a 45% de declividade) com porções mais restritas, ao norte, de relevo montanhoso (45 a 75% de declividade) relacionados ao Morro Agudo e ao pico do Espigão. A expansão da cava Morro Agudo ocorrerá a partir da linha de cumeada do Morro Agudo se desenvolvendo na vertente voltada para sul.

Nas AEL e na área do Projeto as classes de solo predominantes correspondem a Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo e Cambissolo + Neossolo Litólico, além de solo antropizado pela atividade minerária (cavas, pilhas e outras estruturas da Mina de Água Limpa). Os solos presentes apresentam baixa ou nenhuma aptidão agrícola em função do relevo movimentado e da pouca profundidade. Na maior parte da área destinada à expansão da cava de Morro Agudo, onde predominam Latossolo ou Neossolo Litólico, relevo ondulado a forte ondulado e em parte recoberta por vegetação (nativa ou plantio de eucalipto) a suscetibilidade erosiva é baixa; na porção leste dessa área, em domínio de Cambissolo, relevo ondulado a forte ondulado e com cobertura vegetal a suscetibilidade erosiva é média; e, em trechos da cava onde predominam solo antropizado (exposto), relevo ondulado a forte ondulado e sem cobertura vegetal a suscetibilidade erosiva é alta. Já na área destinada à expansão da PDE Nova Cururu, com predomínio de Latossolo Vermelho-Amarelo, cobertura de campo antrópico e relevo forte ondulado tem-se uma suscetibilidade erosiva média e em trecho restrito dessa área, marginal a um curso d'água e em relevo suave ondulado e com cobertura vegetal a suscetibilidade erosiva é muito baixa. De modo geral a suscetibilidade erosiva em todo o território destinado ao empreendimento é média.

Segundo estudos espeleológicos realizados na área do projeto e no buffer de 250 m em seu entorno (BRANDT, 2014; 2015; CARSTE, 2015; ATIVO AMBIENTAL, 2017), foram verificadas 17 feições (15 cavernas e 2 abrigos), sendo que 6 cavernas estão posicionadas na área do empreendimento (AGL_0043, AGL_0044, AGL_0055, AGL_0059, AGL_0060 e AGL_0061) e 9 cavernas e 2 abrigos em seu buffer de 250 metros. Destas 6 cavernas verificadas na área do projeto, duas foram classificadas como **alto grau de relevância** (AGL_0043 e AGL_0044) e as outras quatro como baixo grau de relevância, segundo os estudos espeleológicos.

A rede de drenagem das áreas de estudo local e do projeto é formada por córregos afluentes da margem esquerda do rio Piracicaba: córregos Pé-de-Serra (norte), do Diogo (leste), Vale das Cobras (centro-oeste), do Elefante (sudoeste) e da Pêra (sudeste). O córrego Vale das Cobras corresponde ao principal corpo hídrico da área destinada ao projeto e suas cabeceiras situam-se entre a área da cava Morro Agudo e a área da pilha de estéril (PDE) Nova Cururu. No talvegue principal desse curso d'água foi implantado um *sump* para contenção de sedimentos da referida pilha e, a jusante, seu leito é canalizado ao longo de um trecho até desaguar no talvegue principal e, posteriormente, na barragem do Diogo, estrutura de contenção de sedimentos da Mina de Água Limpa. O divisor de águas das sub-bacias dos córregos Pé-de-Serra, ao norte, e Vale das Cobras e Diogo, a sul e a leste, é formado pela serra do Morro Agudo.

A análise dos resultados de monitoramento da qualidade das águas superficiais realizado na Mina de Água Limpa demonstrou que não há variação significativa de montante para jusante no rio Piracicaba, indicando que a operação desse complexo minerário não tem acarretado alterações na qualidade das águas neste curso d'água. Verificou-se também a presença de ferro dissolvido e manganês total e dissolvido nos cursos d'água locais (inseridos nas áreas de estudo local e do projeto), características inerentes ao substrato geológico regional. Também não houve variação significativa da qualidade das águas nos cursos d'água dessas áreas em relação à sazonalidade, sendo mantida uma boa qualidade em todo o ano hidrológico, indicando que os sistemas de controle ambiental da Mina de Água Limpa mostram-se eficientes.

De acordo com o plano de lavra para a expansão da cava Morro Agudo (2022 a 2029) e a expansão da PDE Nova Cururu haverá interferência em três nascentes, sendo duas na área de expansão da cava e uma na área de expansão da pilha. A simulação do rebaixamento do nível d'água para o plano de final de lavra indicou uma redução na disponibilidade hídrica da ordem de 26% para alguns cursos d'água (córregos Vale das Cobras, Pé-de-Serra, do Diogo) e estimada em menos de 1% para os córregos Olaria e Cururu, situados na porção oeste da mina. Segundo modelamento hidrogeológico realizado (WATERGEO SOLUTIONS, 2020) haverá disponibilidade de água suficiente, proveniente da explotação de poços tubulares profundos para rebaixamento do nível d'água subterrâneo visando a operacionalização das frentes de lavra, para a reposição de água a estes cursos d'água afetados.

Em relação à qualidade do ar, com base nos dados apresentados no diagnóstico ambiental deste EIA, verificou-se que em ponto localizado na cidade de Rio Piracicaba (bairro Louis Ensch), a qualidade do ar em termos de Partículas Totais em Suspensão (PTS) é satisfatória, atendendo aos padrões legais, indicando que os sistemas de controle de emissões atmosféricas da Mina de Água Limpa têm se mostrado eficientes.

Com relação aos padrões legais de ruído ambiental (Lei Estadual nº 10.100/1990 e Resolução CONAMA nº 01/1990), parte dos resultados do monitoramento mensal realizado pela Vale no entorno da Mina de Água Limpa (bairro Louis Ensch; portaria da mina; e comunidade de Morro Agudo) indicou desatendimentos aos limites legais aplicáveis. De modo geral as principais fontes sonoras apontadas como contribuintes para os desvios registrados foi o tráfego de veículos e a fauna local. Já o monitoramento de vibração, considerando-se as operações atuais da Mina de Água Limpa, indicou que no bairro Louis Ensch os níveis de vibração são imperceptíveis e na comunidade Morro Agudo, mais próxima à atual cava, encontram-se no limiar da percepção e/ou perceptíveis. Entretanto, segundo ABNT NBR 9653:2018, o monitoramento nas duas localidades indica que as vibrações da operação atual da mina estão em conformidade com os limites estabelecidos pela referida norma.

A maior parte da área destinada ao projeto (cerca de 99%) situa-se no município de Rio Piracicaba, sendo uma pequena parcela (da ordem de 1%) localizada no município de Santa Bárbara. Destaca-se ainda que toda a área do empreendimento está inserida em propriedade da Vale S/A, na Fazenda Rio Piracicaba, não havendo qualquer interferência em propriedades de terceiros.

Segundo o macrozoneamento do município de Rio Piracicaba, a maior parte do projeto (toda a área de expansão da cava Morro Agudo e a maior parte da área de expansão da PDE Nova Cururu) está inserida em sua Zona Rural de Atividade Econômica (ZR-AE-1), que compreendem áreas com concentração de minério de ferro ou de outros metais e onde a destinação deverá ser prioritariamente para atividades minerárias no município, sempre compatibilizando-as com a recuperação e a conservação ambiental e por meio de licenciamento ambiental. Já a parcela do projeto inserida no município de Santa Bárbara (pequena parcela da áreas de expansão da PDE Nova Cururu e toda a área destinada à ampliação do posto), está inserida na Zona de Desenvolvimento Econômico Sustentável (ZDEs), na qual há estímulo à diversificação da economia (atividades rurais; exploração de subprodutos de reflorestamento; fomento aos pequenos produtos e à agricultura familiar e ao reflorestamento sustentável; melhoria de transporte viário e à integração com áreas de potencial para a preservação ambiental) onde as atividades industriais e minerárias serão permitidas desde que por meio do licenciamento e autorização ambiental dos órgãos e instituições.

Os municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara, considerados como Área de Estudo Regional para o Meio Socioeconômico, são municípios que atualmente e historicamente possuem na indústria extrativa mineral sua principal atividade econômica, ancorada na extração de minério de ferro.

A economia de Rio Piracicaba possui grande participação da indústria extrativa mineral, ancorada na extração de minério de ferro (Mina de Água Limpa), respondendo por grande parte dos postos formais de trabalho gerados no município, juntamente com o setor terciário (serviços, comércio e administração pública). Rio Piracicaba possui uma importante participação de receitas relacionadas às atividades econômicas existentes, a exemplo do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) e principalmente a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). A extração de minério de ferro foi responsável pela maior parte do valor adicionado de sua economia, respondendo por 57,17% do VAB no ano de 2017. O Produto Interno Bruto (PIB) do município relaciona-se diretamente ao desempenho da indústria extrativa, com crescimento de 2009 para 2010, resultado e puxado pelo crescimento do valor da produção da indústria extrativa.

O município de Santa Bárbara possui uma economia com participação equilibrada entre os setores secundário e terciário em termos de valor adicionado bruto (VAB) respondendo em 2017 por 41,33% e 56,65%, respectivamente. Em relação aos postos formais de trabalho, em 31/12/2018, o setor de serviços e de extração mineral foram os que mais empregaram no município, 68,15% e 29,75%, respectivamente, responsáveis pela quase totalidade dos empregos formais neste município. Na indústria, os postos formais de trabalho estavam em grande parte ligados às atividades de extração mineral, especialmente de metais preciosos. Uma parcela importante da arrecadação do município refere-se ao Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), ao Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) e à Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM). Santa Bárbara apresentou tendência de crescimento na economia, passando por anos de retração, sendo

que de 2011 para 2012 houve aceleração no crescimento no Produto Interno Bruto (PIB) relacionado sobretudo, ao setor industrial e, em menor medida, ao setor de serviços.

No ano de 2020, a estimativa para a população do município de Rio Piracicaba foi de 14.332 habitantes (IBGE, 2020h), crescimento de 1,29% em relação à população do ano de 2010, ano que alcançou um grau de urbanização de 79,67%. Já em Santa Bárbara, no mesmo ano, a estimativa foi de 31.604 habitantes (IBGE, 2020h), o que representa um crescimento de 13,37% em relação ao ano de 2010, ano que alcançou um grau de urbanização de 88,94%.

Em 2010 foram identificados 4.359 domicílios particulares permanentes em Rio Piracicaba, sendo a grande maioria localizada em área urbana (79,90%). Já em Santa Bárbara foram identificados 7.990 domicílios particulares permanentes, sendo, também, a maior parcela em área urbana (88,72%) e somente 11,28% em área rural.

Ambos os municípios possuem boa infraestrutura de saneamento em nível domiciliar em termos de abastecimento de água. No entanto, Rio Piracicaba e Santa Bárbara não contam com estação de tratamento de esgoto – ETE e a disposição dos resíduos sólidos de Santa Bárbara é em um lixão, diferentemente de Rio Piracicaba, cujo destino final é o aterro sanitário de João Monlevade.

No ano de 2010 em termos de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM, os municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara foram classificados, respectivamente, como de médio (0,685) a alto desenvolvimento (0,707).

No tocante à área de saúde, Rio Piracicaba contava em 2020 com 23 estabelecimentos de atendimento à saúde e Santa Bárbara com 67 estabelecimentos. Ambos os municípios contavam com um hospital de caráter filantrópico.

Em relação à demanda no sistema de saúde, ao ser levada em conta a estimativa populacional para 2020, tem-se para Rio Piracicaba uma média de aproximadamente 2,65 leitos/mil habitantes, valor que está dentro do parâmetro de referência do Ministério da Saúde (2,5 a 3 leitos/mil habitantes, segundo a Portaria nº 1.101/2002). Já em Santa Bárbara, considerando-se a estimativa populacional para 2020, calculou-se uma média de aproximadamente 1,14 leitos/mil habitantes, inferior àquele fixado pelo Ministério da Saúde.

Em termos de escolaridade, segundo dados de 2010, Rio Piracicaba possuía 10,48% da população com 25 anos ou mais de idade na condição de analfabetos (10,48%), similar ao do estado de Minas Gerais (10,36%); além de 55,08% com ensino fundamental incompleto e alfabetizados, valor superior ao do estado (43,24%). Entretanto, em relação ao ensino superior completo, o município tinha um percentual inferior (5,84%) frente à do estado de Minas Gerais (10,57%). Já Santa Bárbara possui uma situação bem melhor comparativamente ao estado de Minas Gerais no que se refere à população com 25 anos ou mais de idade na condição de analfabetos (7,29% e 10,36%, respectivamente). , Nos maiores níveis de escolaridade, Santa Bárbara possuía uma parcela maior de população com o ensino médio completo e superior incompleto comparado ao estado (26,36% contra 21,68%), mas tinha uma parcela menor com o ensino superior completo na mesma comparação (7,20% contra 10,57%).

No contexto da área de estudo local do projeto em estudo, para o Meio Socioeconômico, destacam-se a sede do município de Rio Piracicaba, cujo centro dista cerca de 3 km em linha reta da área destinada ao empreendimento e os bairros Louis Ensch e Santa Isabel (ou Fundão) e a comunidade de Morro Agudo, localizadas no entorno e mais próximas.

O bairro Louis Ensch, também conhecido como Samitri, dista cerca de 3,7 km em linha reta do empreendimento, contando com 1000 moradias; a maioria de sua população masculina trabalha nas empresas Vale e Acelor Mittal (em João Monlevade), em empreiteiras, na Prefeitura Municipal e no comércio de Rio Piracicaba; já população feminina, em sua maioria, trabalha com atividades do lar e no comércio da cidade. O bairro Santa Isabel, também denominado Fundão, está situado a cerca de 2,3 km em linha reta da área destinada à ampliação do Posto da Mina de Água Limpa e a cerca de 4 km, também em linha reta, das áreas de expansão da cava e da pilha. Este bairro reúne 95 moradias e sua população ativa trabalha majoritariamente na agropecuária e uma parcela menor na Vale.

A comunidade Morro Agudo está localizada na zona rural de Rio Piracicaba e dista cerca de 800 metros, em linha reta, da área de expansão da cava Morro Agudo e é constituída pela Fazenda Pé da Serra e cinco sítios, sendo que somente dois contam com residentes fixos e os demais sitiantes frequentam nos finais de semana. A principal atividade praticada na localidade é o plantio de eucalipto e a agropecuária em geral.

13. PROGNÓSTICO SEM E COM O EMPREENDIMENTO

13.1 Prognóstico Sem o Empreendimento

Considerando o cenário *sem a implantação do empreendimento*, as operações do complexo da Mina de Água Limpa poderão ficar futuramente comprometidas, e tal situação poderá acarretar um declínio da atividade econômica na região, em especial no município de Rio Piracicaba, pela paralisação da atividade minerária e, consequentemente, a arrecadação de impostos e a geração de emprego e renda, que atualmente são as mais representativas.

Os ecossistemas presentes atualmente nas Área de Estudo Local (AEL) e do Projeto em pauta apresentam características resultantes da dinâmica de ocupação da região, a qual reflete a atuação da atividade minerária e de outras atividades antrópicas, em especial os plantios de eucalipto. Conforme mencionado no item Análise Integrada em relação ao uso do solo e cobertura vegetal tem-se atualmente um predomínio de categorias antrópicas que correspondem a 80,57% na área do Projeto e 71,56% da Área de Estudo Local. Na área do Projeto as áreas antropizadas são representadas principalmente por plantio de eucalipto não manejado; campos antrópicos e áreas degradadas pelas atividades da mineração.

Em relação às categorias naturais, a maior parte dessas áreas é coberta por Floresta Estacional Semidecidual, além de alguns trechos de afloramento rochoso e um pequeno e isolado fragmento de Campo Rupestre Ferruginoso. As formações florestais presentes na AEL e na área do Projeto são representantes do Bioma Mata Atlântica. Como resultado da atuação antrópica ao longo da história, encontram-se em diversos graus de regeneração natural, podendo ser classificados como floresta secundária nos estágios inicial, médio e médio/avançado de regeneração. De maneira geral a composição florística nas áreas de florestas em estágios mais avançados de regeneração (médio e médio/avançado) remete à vegetação nativa que ocorre ao longo do Vale do Rio Doce, em particular, e mais amplamente às florestas que se estendem por todo o leste de Minas Gerais. Nesses ambientes predominam espécies pertencentes aos estágios mais evoluídos de sucessão ecológica e indicam que a vegetação nativa amostrada, embora esteja restrita a pequenos fragmentos, apresenta grande potencial para alcançar estágios de regeneração evoluídos.

Algumas das alterações da paisagem identificadas no cenário atual, sem a implantação do empreendimento, estão relacionadas à incidência de queimadas, que compreende um sistema antigo e ainda hoje praticado por proprietários rurais, e, também, à antropização relacionada às atividades minerárias na Mina de Água Limpa. Considera-se ainda a dominância de espécies exóticas invasores em diversos trechos da área do Projeto, principalmente nos plantios de eucalipto não manejados, que impedem o avanço da regeneração natural da vegetação autóctone e geram acúmulo de biomassa, favorecendo os incêndios florestais. Em um cenário de não implantação do empreendimento considera-se que as áreas alteradas pela mineração e os plantios de eucalipto não manejados permanecerão com as características verificadas na atualidade.

Para os trechos com cobertura vegetal nativa, representados principalmente pela Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios de regeneração natural, a tendência natural é de aumentar a sua complexidade estrutural, com aporte de diversidade e densidade de espécies arbóreas nativas. Também é possível vislumbrar o desenvolvimento da vegetação natural no entorno dos remanescentes, tendo em vista que estes funcionam com fontes de propágulos para as áreas adjacentes por meio de chuvas de sementes.

Para todos os grupos da fauna investigados foram registradas espécies generalistas e de ampla distribuição, que se mostram adaptadas a ambientes alterados - consequência da condição atual da Mina de Água Limpa, onde já existem várias estruturas em operação. Apesar da quantidade relativamente expressiva de espécies endêmicas, principalmente para os grupos da herpetofauna e avifauna, todas elas mostram-se bem distribuídas nos biomas em que se inserem.

Cabe ressaltar que as áreas florestadas representam ambientes importantes para os grupos estudados, para os quais foram registradas espécies com maior seletividade e dependência deste tipo de ambiente. Ainda assim, e considerando a marcante matriz de ambientes alterados já presentes na Área de Estudo Local e na Área do Projeto e, paralelamente, a ocupação desses ambientes pela fauna confirmada no presente EIA, entende-se que com a não implantação do empreendimento haverá uma tendência de manutenção de espécies e condições verificadas nas áreas estudadas.

Os terrenos da área do Projeto apresentam baixa aptidão agrícola em função principalmente de suas principais características: predomínio de relevo ondulado a forte-ondulado, com trechos acidentados nas vertentes das serras Água Limpa, Morro Agudo e Morro do Elefante; presença dominante de solos pouco profundos como os litólicos e os afloramentos de rocha, dominância de substrato rochoso formado por quartzitos e itabiritos. Sem a implantação do empreendimento esses terrenos permanecerão com as mesmas características atuais.

No cenário sem a implantação, as principais características e aspectos físicos e da paisagem local não deverão se alterar de forma significativa, a curto e médio prazo, uma vez que o território já se encontra estabilizado com as atividades atuais da mineração desenvolvidas no complexo da Mina de Água Limpa, uma expansão urbana pouco significativa da cidade de Rio Piracicaba e atividades rurais consolidadas na região que são de pouca expressividade, como a pastagem e o plantio de eucalipto não manejado. Em curto prazo prevê-se a manutenção de impactos já incidentes relacionados à atividade minerária e em médio e longo prazo, prevê-se uma melhoria na qualidade ambiental na área da Mina de Água Limpa, local em que seria implantado o projeto em pauta, e em seu entorno (Área de Estudo Local), tendo em vista um provável decréscimo das atividades minerárias na Mina de Água Limpa com a realização de atividades de recuperação e revegetação das áreas degradadas sem atividade e considerando-se que novas frentes de lavra e disposição de estéril não estariam em operação.

Em relação à qualidade das águas superficiais nas áreas de Estudo Local e do Projeto com base no diagnóstico realizado não foi verificada variação significativa da qualidade das águas de montante para jusante no rio Piracicaba, corpo hídrico que recebe toda a rede de drenagem da área da Mina de Água Limpa, ou seja, as operações atuais dessa mina não têm acarretado alterações significativas na qualidade das águas desse curso d'água. A presença de ferro dissolvido e de manganês total e dissolvido nos cursos d'água da AEL em concentrações mais elevadas é uma característica comum à região devido considerando a geoquímica do substrato litológico o que eleva naturalmente a concentração desses elementos nos corpos hídricos. Entretanto, sem a implantação do empreendimento, deverá ocorrer um decréscimo de novas áreas expostas (cava e área de disposição de estéril) e a reabilitação de áreas alteradas que já ocorre na mina em áreas cuja operação é finalizada, o que minimizará o aporte de sedimentos e de elementos como ferro e manganês aos cursos d'água na AEL e que deságuam na margem esquerda do Rio Piracicaba.

Como prognóstico da qualidade do ar, sem o empreendimento, utilizou-se como base os dados apresentados no diagnóstico ambiental deste EIA. Em ponto de monitoramento da Vale localizado no bairro Louis Ensch (Rio Piracicaba), próximo à portaria da Mina de Água Limpa as concentrações de material particulado são medidas diariamente, a qualidade do ar em termos de Partículas Totais em Suspensão (PTS) é satisfatória, atendendo aos padrões legais, indicando que os sistemas de controle de emissões atmosféricas do complexo minerário têm se mostrado eficientes. Assim, as condições ambientais diagnosticadas com relação à qualidade do ar tendem a ser mantidas ou até melhoradas sem a instalação do empreendimento em pauta, mesmo com as atividades operacionais atuais na mina sendo mantidas.

Para o Meio Socioeconômico, os municípios definidos como Área de Estudo Regional – Rio Piracicaba e Santa Bárbara – possuem economias com importante participação da atividade extrativa mineral em termos de empregos diretos e indiretos, além da arrecadação de impostos. Existem ainda os empregos de efeito-renda, ligados aos setores de dispêndio da massa salarial gerada na extração mineral, como o comércio e serviços ligados ao consumo das famílias. No município de Rio Piracicaba as atividades extrativas dependem da Mina de Água Limpa. Além disso, neste município a proximidade da Mina de Água Limpa proporciona oferta de postos de trabalho.

Ressalta-se que, para o Meio Socioeconômico, sem o empreendimento, poderá haver uma perda gradativa de empregos, circulação de capital/renda e de tributos gerados pela mina ao município, tendo em vista a redução dos recursos minerais disponíveis e já licenciados.

13.2 Prognóstico Com o Empreendimento

O cenário de implantação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa** acarretará novas alterações ao território do complexo da Mina de Água Limpa e em seu entorno, advindas das atividades e tarefas relacionadas especificamente a este empreendimento, mas que se manifestarão de forma cumulativa em relação às alterações que vem ocorrendo no âmbito da operação deste complexo ao longo dos anos.

A degradação da cobertura vegetal nativa na área de inserção do Projeto tem o seu auge com a chegada da ferrovia no município de Itabira e com a instalação do polo siderúrgico na cidade de João Monlevade, na década de 30. Nesse período tem-se a substituição em larga escala das florestas nativas por florestas plantadas, representadas por extensas plantações de eucalipto. Considerando-se ainda a atividade minerária no munícipio de Rio Piracicaba, representada pela Mina de Água Limpa, observa-se um histórico desfavorável à preservação da cobertura vegetal nativa e uma paisagem dominada por atividades antrópicas, restando apenas pequenos e isolados fragmentos de vegetação nativa concentrados nas margens de cursos d'água e meias encostas de algumas vertentes serranas.

Em decorrência desse acúmulo de alterações a área do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa é representada em 80, 57% por áreas alteradas e sem relevância para a conservação da flora local. Os remanescentes de vegetação nativa a serem suprimidos e afloramento rochoso, que compreendem os sistemas naturais, representando cerca de 19,43% da área total do Projeto, são pequenos e encontram-se em sua maioria isolados e envoltos por áreas alteradas pela mineração e pela silvicultura. Nesse sentido, considerando-se apenas o impacto relacionado às intervenções do Projeto em questão, haverá uma alteração pouco significativa da cobertura vegetal. No entanto, em função da cumulatividade das alterações ambientais na região da Mina de Água Limpa e da atual baixa representatividade de fragmentos de vegetação nativa em escala local e regional, considera-se que a supressão da vegetação dessas áreas acarretará numa perda tênue da qualidade ambiental.

Conforme mencionado, a composição da fauna confirmada para a Área de Estudo Local é composta, em grande parte, por espécies generalistas e de ampla distribuição – ou seja, adaptadas a ambientes que apresentam certo nível de alteração. Tal cenário era esperado, visto à presença de estruturas já em operação do Complexo da Mina de Água Limpa.

As atividades de supressão previstas para a implantação do Projeto atuarão, naturalmente, na diminuição de habitats e de áreas contíguas utilizadas para deslocamento da fauna e, também, no surgimento de novas áreas abertas. Deve-se considerar, portanto, que tais alterações na paisagem podem vir a representar barreiras geográficas para algumas espécies da fauna – especialmente aquelas mais dependentes de áreas florestadas, dificultando o fluxo de indivíduos.

No entanto, é necessário considerar que a grande maioria das espécies registradas para a fauna se mostram bem distribuídas nos biomas em que se inserem, sendo que nenhuma delas apresenta distribuição restrita às áreas estudadas (Área de Estudo Local ou Área do Projeto). Considerando, ainda, a resiliência das espécies confirmadas no estudo, entende-se que as alterações relacionadas ao Projeto serão cumulativas àquelas já presentes no entorno das áreas que sofrerão alteração advindas da operação da Mina de Água Limpa. Desta forma, e dando a devida atenção aos desdobramentos das novas alterações na paisagem e ações mitigadoras de minimização indicadas, a implantação do Projeto se mostra viável e sem graves impactos para a fauna, que tenderá a manter suas condições similares às atuais no que tange à composição dos grupos estudados.

Em relação aos aspectos físicos haverá uma alteração pouco significativa da morfologia do relevo e da paisagem local, durante a implantação decorrente da supressão da vegetação, terraplanagem e obras civis nas áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu. Ressalta-se que ambas as estruturas são existentes e já operam atualmente na Mina de Água Limpa, sendo somente expandidas, o que acarretará desta forma em uma ampliação da dimensão da intervenção atual na paisagem local. As áreas destinadas às expansões da cava e da pilha e de suas estruturas de apoio (canteiro de obras, acesso, pátio de material lenhoso) compreendem uma área de intervenção ambiental de 169,99 ha, sendo a alteração em sistemas naturais (vegetação florestal, campo rupestre ferruginoso e afloramento rochoso) ocorrerá em 33,03 ha, e o restante, 136,96 ha, em áreas já antropizadas tais como acessos, áreas degradadas, áreas operacionais da mineração e plantio de eucalipto não manejado. Assim com a implantação do empreendimento amplia-se a alteração já existente ainda que em pequena monta. Na operação desse empreendimento a alteração supracitada relaciona-se ao desenvolvimento da pilha de estéril ao longo de sua vida útil e das frentes de lavra na área da cava Morro Agudo na vertente sul da serra do Morro Agudo, destacando-se que tais estruturas serão desenvolvidas internamente às áreas operacionais da Mina de Água Limpa e, assim como atualmente, não serão visualizadas a partir de áreas habitadas da cidade de Rio Piracicaba e, também, da comunidade de Morro Agudo a ponto de causar incômodos as populações locais.

Na área do Projeto predominam terrenos de baixa ou média propensão ao desenvolvimento de processos erosivos, respectivamente, nas áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu. Cabe ressaltar que o impacto direto de alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos e o impacto indireto de alteração da qualidade das águas pelo carreamento de sedimentos, relacionados à exposição do solo e à suscetibilidade erosiva, atuarão de forma cumulativa a impactos decorrentes da operação atual da Mina de Água Limpa. Importante destacar que já se encontram implantados na mina sistemas de controle, como o *sump* da PDE Nova Cururu, dispositivos de drenagem da cava Morro Agudo e de acessos, a canalização do córrego Vale das Cobras e a barragem do Diogo que permanecerão realizando a função de controle do escoamento da drenagem superficial e da contenção de sedimentos tanto para a operação atual quanto para as expansões da cava e da pilha, além daqueles sistema de controle previstos de serem implantados com o empreendimento, os quais atuarão de forma simultânea para a minimização das alterações prognosticadas. Ressalta-se que na operação, a tendência será de melhoria, tendo em vista as ações de reabilitação e revegetação das áreas

expostas, além da continuidade da atuação dos sistemas de controle (dispositivos de drenagem e de contenção de sedimentos).

A implantação do empreendimento também implicará em intervenção física em trechos de cursos d'água tributários do córrego Vale das Cobras, da ordem de 370 a 450 metros. O córrego Vale das Cobras já apresenta interferências físicas e seu leito advindas da operação da Mina de Água Limpa, como intervenções em trechos de suas cabeceiras nas áreas atuais de operação das frentes de lavra em Morro Agudo e na área da pilha de estéril Nova Cururu existente, além de ter parte de seu leito canalizado para possibilitar a implantação e operação do empilhamento drenado Vale das Cobras que já opera nesta mina. Assim com a implantação e operação do empreendimento tais alterações serão cumulativas àquelas já existentes.

A intervenção em áreas de preservação permanentes dos corpos hídricos (cursos d'água e nascentes) com o empreendimento em pauta será de 16,32 ha, sendo que 8,45 ha dessa intervenção ocorrerá em área de vegetação nativa – Campo Rupestre Ferruginoso e Floresta Estacional Semidecidual em estágios inicial, médio e médio/avançado de regeneração, e ouros 7,87 ha em área de sistema antrópico (acesso, área degradada, área operacional, plantio de eucalipto não manejado e campos antrópicos).

A operação deste empreendimento implicará na necessidade de rebaixamento do nível d'água subterrâneo para operar as frentes de lavra em níveis mais profundos, interferindo na vazão de alguns cursos d'água, como prognosticado pelo Estudo Hidrogeológico (modelo computacional desenvolvido para este empreendimento pela Watergeo Solutions em 2020. Cabe ressaltar que atualmente as frentes de lavra da Mina de Água Limpa operam sem a necessidade de rebaixamento do nível d'água subterrâneo. Segundo o estudo hidrogeológico a área apresenta uma disponibilidade hídrica da ordem de 281 m^3/h, que se relaciona às descargas subterrâneas nos cursos d'água das sub-bacias presentes na área da mina e em seu entorno (córregos Pé-de-Serra, Vale das Cobras, do Diogo, Olaria e Cururu) e a simulação do rebaixamento do nível d'água para o plano de final de lavra (previsto para 2029) indicou uma redução total da ordem de 74 m^3/h na vazão total desses cursos d'água. Entretanto, não deverá ocorrer alteração na disponibilidade hídrica desses cursos d'água, tendo em vista que haverá uma disponibilidade de vazão também da ordem de 74 m^3/h proveniente do desaguamento da cava por meio de poços tubulares profundos e essa vazão será utilizada para reposição nos cursos d'água afetados.

Com o Projeto em pauta na Mina de Água Limpa poderá haver alteração da qualidade do ar e nos níveis de pressão sonora, durante a etapa de implantação, com a supressão da vegetação que ocorrerá ao longo de 2 anos e com as obras civis na PDE Nova Cururu e na Ampliação do Posto que terão duração de 9 meses, quando haverá um aumento da movimentação de veículos e equipamentos, além de outras atividades tais como a retirada da vegetação nas áreas da pilha e da cava, o decapeamento do dolo, a terraplanagem e as obras civis para implantação do sistema de drenagem de fundo da pilha, acessos e na desmontagem dos tanques existentes e substituição por novos tanques no Posto da Mina de Água Limpa. Na etapa de operação a alteração da qualidade do ar e a geração de ruído e vibração relaciona-se às atividades de desmonte de rocha nas frentes de lavra, carregamento e transporte de minério e de material estéril para a pilha, disposição de material na pilha e execução de obras para implantação de sistema de drenagem superficial, além da movimentação de veículos e equipamentos nas áreas e em acessos operacionais, movimentação de veículos e equipamentos para desmonte, carregamento fase de operação em vista principalmente da menor movimentação de veículos e equipamentos.

Para a fase de operação, foi elaborado o "Estudo de Dispersão Atmosférica Projeto de Expansão da Cava de Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa" (SETE, 2021 - **Anexo 22** deste EIA). É importante ressaltar que o EDA para 12,5Mtpa apresenta o cenário futuro operacional na área da Mina de Água Limpa, considerando todas as fontes de emissão de material particulado atuais desta mina e incluindo as áreas representadas pelas expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu.

Considerando essas premissas, verificou-se que o material particulado gerado pelas fontes mapeadas para a Mina de Água Limpa, principalmente em decorrência do trânsito de veículos em vias não pavimentadas, apresentou potencial de alteração da qualidade do ar no entorno do empreendimento.

Para os pontos receptores localizados fora do limite da propriedade da Vale S/A, a primeira máxima concentração registrada de PTS para o período de 24h foi de 314,0 $\mu g/m^3$ que ultrapassa o limite legal de 240 $\mu g/m^3$ (Resolução CONAMA nº 491/2018), porém em área não habitada. A partir da 5ª máxima concentração simulada (Quadro 239), todas as concentrações fora do limite da propriedade permaneceram abaixo do padrão legal. Este valor representa que apenas 0,4% dos resultados apresentaram-se fora do limite legal. Verifica-se, portanto, uma baixa probabilidade de pontos localizados no entorno imediato do empreendimento apresentarem valores acima do padrão legal. Conforme apresentado no referido Quadro 240 os três pontos considerados no estudo representam núcleos populacionais situados no entorno e mais próximos do empreendimento (Comunidade Morro Agudo, bairros Louis Ensch e Santa Isabel ou Fundão). Verificou-se que, com relação à primeira máxima de 24h, apenas no ponto P03 - comunidade Morro Agudo (PTS-304,5 $\mu g/m^3$ e PM_{10}-125,1 $\mu g/m^3$) foram registradas concentrações acima dos padrões legais (240,0 $\mu g/m^3$ e 120,0 $\mu g/m^3$, respectivamente). Entretanto, a partir da 2ª máxima, a concentração de material particulado neste ponto já passa a ficar abaixo do padrão legal. Dessa forma, neste ponto, apenas 0,1% dos resultados modelados apresentaram discordância com os padrões estabelecidos pela legislação.

Com relação aos demais pontos, P01- bairro Louis Ensch e P02 - bairro Santa Isabel, as concentrações máximas de 24 h mantiveram-se abaixo dos padrões legais. Com relação ao período de média anual, os três pontos analisados registraram concentrações significativamente abaixo do padrão legal de 80 $\mu g/m^3$.

Os resultados acima do padrão legal representam situações críticas das condições meteorológicas que podem gerar concentrações mais elevadas de poluentes em determinadas regiões. Entretanto, considerando o baixo número de registros dessas situações críticas e considerando o caráter superestimado que o trabalho de modelagem atmosférica oferece, considera-se como baixa a probabilidade de ocorrência de cenários críticos, fora do limite da propriedade, com concentrações de material particulado (PTS, PM_{10} e $PM_{2,5}$) que ultrapassem os padrões legais. A Figura 300 e Figura 301 apresentadas a seguir indicam as curvas de concentração de material particulado (PTS – 5ª máxima de 24 horas e média anual).

Quadro 240 Resultados das Simulações - Material Particulado - Parâmetros PTS, PM10 e PM2,5

Poluente	Padrões legais - µg/m³ (Res. CONAMA 491/2018)		Máximas	Concentrações máximas simuladas – Dentro do limite da propriedade µg/m³	Concentrações máximas simuladas – Fora do limite da propriedade µg/m³	P01- Rio Piracicaba - Bairro Louis Ensch	P02 – Bairro Santa Isabel	P03 – Comunidade Morro Agudo
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Média de 24 horas	240	1ª Máxima	932,5	**314,0**	85,5	71,4	**304,5**
			2ª Máxima	854,9	**309,0**	61,0	65,8	137,7
			5ª Máxima	767,9	194,0	30,5	57,7	113,3
	Média geométrica anual	80	-	144,9	16,3	2,1	4,3	11,0
Partículas Inaláveis (PM_{10})	Média de 24 horas	120	1ª Máxima	684,9	**299,2**	21,3	17,9	**125,1**
			2ª Máxima	669,6	87,5	15,7	17,5	91,5
	Média aritmética anual	40	-	36,3	4,8	0,6	1,3	3,6
Partículas Inaláveis ($PM_{2,5}$)	Média de 24 horas	60	1ª Máxima	75,6	33,1	2,5	2,6	15,3
	Média aritmética anual	20	-	4,2	0,56	0,07	0,16	0,42

Figura 300 Plumas de Concentração de Material Particulado (PTS- média anual) do Estudo de Dispersão Atmosférica da – Produção de 12,5Mtpa de ROM

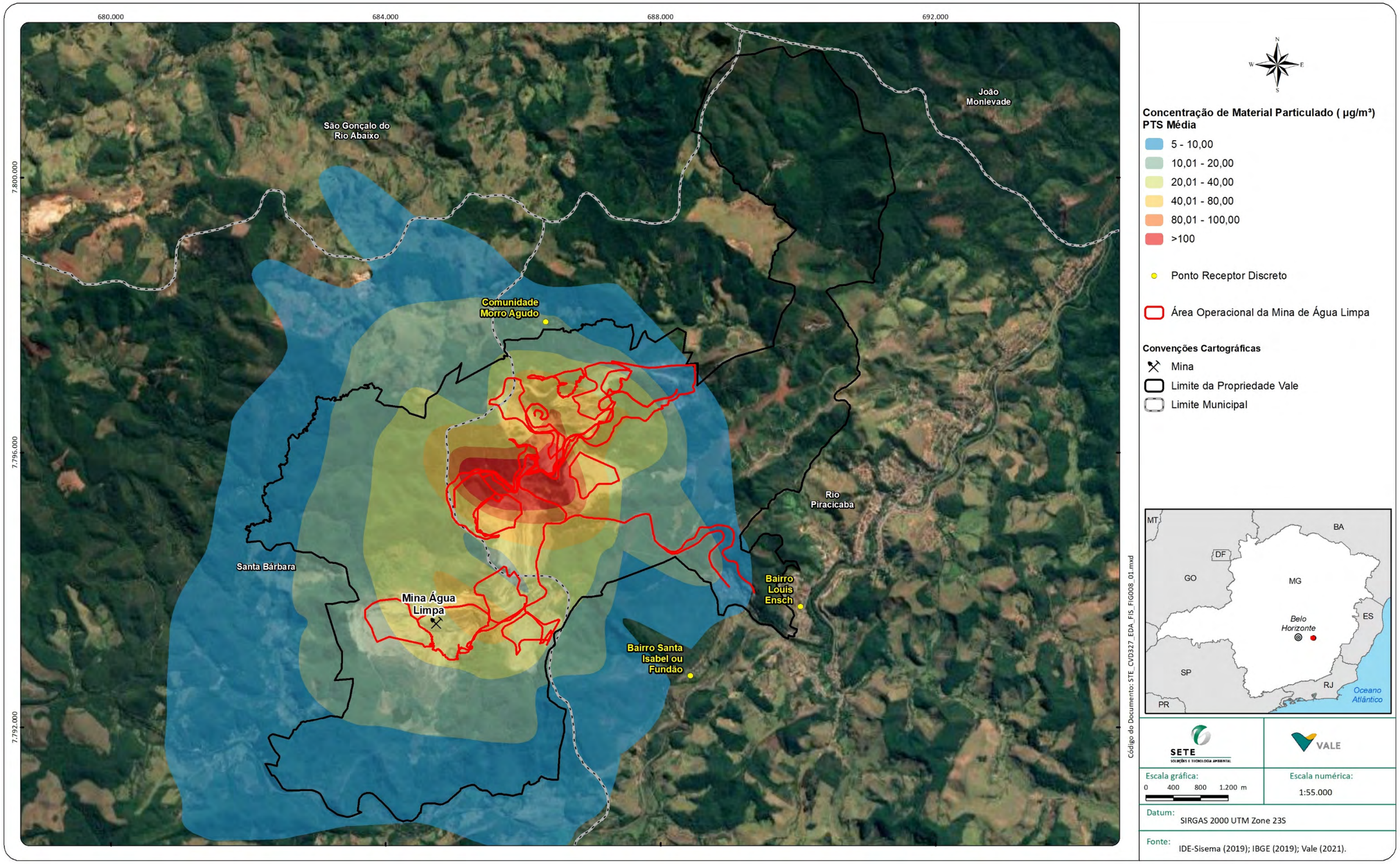
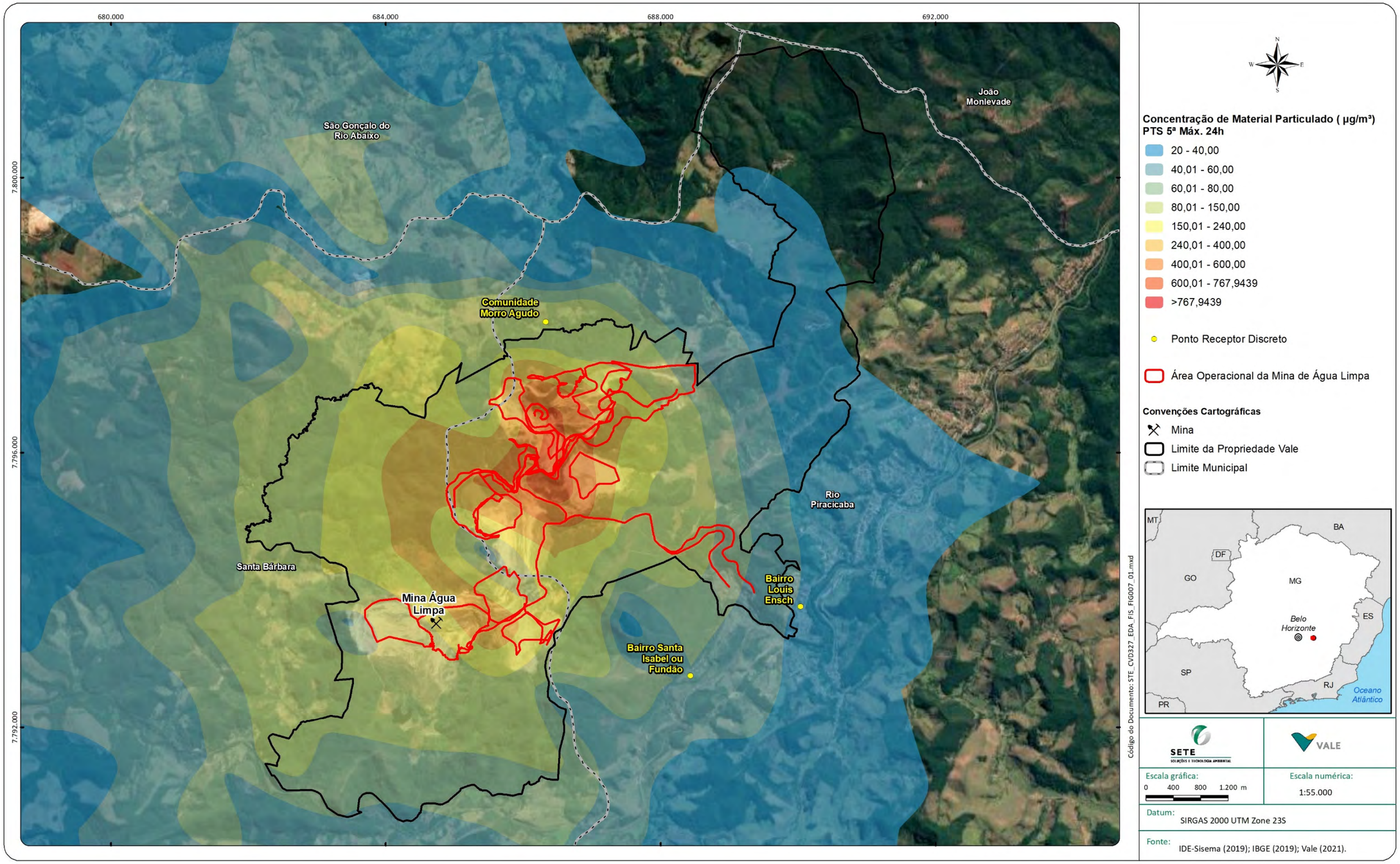


Figura 301 Plumas de Concentração de Material Particulado (PTS- concentração máxima diária) do Estudo de Dispersão Atmosférica da – Produção de 12,5Mtpa de ROM



A implantação do Projeto implicará na geração de benefícios vinculados principalmente à criação de empregos diretos ou indiretos e de novas oportunidades de trabalho temporário na etapa de implantação. Durante a etapa de operação espera-se a dinamização da economia local e regional e o aumento da arrecadação de impostos nos municípios da Área de Estudo Regional com ênfase em Rio Piracicaba (em especial da CFEM), o que é relevante, considerando o atual cenário brasileiro de baixo volume de investimentos no setor produtivo.

Evidentemente, impactos negativos estão associados à atividade extrativa, se destacando, no caso do Projeto, os incômodos relacionados ao aumento do fluxo de veículos e de equipamentos que poderão ser causados à população residente no entorno do empreendimento, assim como os impactos decorrentes das operações da mina pela geração de emissões atmosféricas, ruído e vibração na comunidade de Morro Agudo e nos bairros Louis Ensch e Santa Isabel.

A implantação do Projeto assegurará as operações do complexo da Mina de Água Limpa por mais oito anos (2022 a 2029) considerando-se a produção de minério de ferro atualmente licenciada de 12,5 Mtpa. Desta forma, a implantação do empreendimento representará, a médio e longo prazos, a permanência de atividades econômicas relacionadas à mineração e seus encadeamentos para outros setores na economia local, nos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara, e em especial no primeiro, em função da localização do complexo minerário.

14. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Apresenta-se a seguir a metodologia de avaliação de impactos socioambientais adotada neste Estudo de Impacto Ambiental (EIA), buscando a padronização dos métodos utilizados para os diferentes meios. Na sequência é apresentada a descrição e avaliação dos impactos nas etapas de implantação, operação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa**, estando organizada pelos temas dos meios físico, biótico e socioeconômico, e, por etapa do empreendimento à qual estão atreladas as atividades ou aspectos que dão origem aos impactos.

14.1 Metodologia de Avaliação dos Impactos Ambientais

A descrição e a avaliação dos impactos são pautadas na análise das atividades, tarefas e aspectos ambientais relacionados às etapas de implantação e operação do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa.

A metodologia de avaliação dos impactos socioambientais refere-se aos efeitos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, baseados nas determinações da Resolução CONAMA n° 01/ 1986.

A avaliação dos impactos levou em conta a análise das tarefas e atividades do empreendimento que se pretende licenciar e os efeitos ambientais associados aos fatores caracterizados nos diagnósticos ambientais das diversas áreas temáticas. Essa avaliação visa ao conhecimento das alterações passíveis de ocorrerem no meio ambiente e, ao final, permitir o estabelecimento de ações que propiciem a viabilidade ambiental do empreendimento. Para a avaliação de impactos socioambientais do projeto em pauta, foram adotados os conceitos apresentados a seguir:

- **Impacto Socioambiental:** modificação do meio ambiente, tanto adversa quanto benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização (ABTN - NBR ISO 14.001: 2015).
- **Processos e Tarefas:** identificam as atividades, obrigações, obras ou serviços de um empreendimento ou atividade, descritos no item Caracterização do Empreendimento, que irão originar os aspectos ambientais associados.
- **Aspecto Ambiental:** elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente (ABNT - NR ISO 14.001:2015).
- **Controle na Fonte:** ações relativas à implantação, operação e manutenção de sistemas ou de procedimentos de controle dos aspectos ambientais nas suas fontes de origem, visando prevenir, eliminar ou minimizar a ocorrência de impactos ambientais negativos.

As categorias de ações propostas para minimização, controle, acompanhamento ou compensação dos impactos negativos ou positivos são:

- **Medidas Mitigadoras:** têm a função de reduzir ou remediar os impactos socioambientais negativos a níveis considerados aceitáveis.
- **Monitoramento:** coleta de dados com o propósito de obter informações sobre uma característica e/ou comportamento de uma variável da qualidade ambiental por meio de medições repetitivas, contínuas ou únicas, comparando com os padrões legais e/ou normativos e avaliando se as medidas de mitigação são eficientes e eficazes.
- **Potencializadora:** ações que visam a fortalecer, aumentar, reforçar e estimular os impactos socioambientais benéficos ou positivos.
- **Compensatória:** ações aplicáveis aos impactos ambientais negativos, permanentes, irreversíveis ou não mitigáveis. A medida compensatória a ser adotada deve corresponder à mesma natureza do atributo ambiental impactado, observando-se a sua relevância.
- **Acompanhamento**: realização de observações sistemáticas específicas com a finalidade de verificar se determinados impactos socioambientais estão ocorrendo, bem como avaliar se os sistemas de controle ou as medidas de mitigação adotadas estão sendo eficientes e eficazes.

Cabe ressaltar que a avaliação de impactos ambientais ora apresentada aborda os impactos potenciais ou prováveis de ocorrer com a implantação e operação do empreendimento, já considerando a adoção de medidas de controle, intrínsecas ao empreendimento, ou seja, previstas ou nos projetos de engenharia desenvolvidos ou por meio de ações realizadas para controle ambiental rotineiramente nos empreendimentos da Vale. Assim a magnitude de cada impacto avaliado já considera os sistemas de controle adotados.

A partir dos critérios definidos para a avaliação dos impactos prognosticados é elaborada uma matriz contendo sua classificação, bem como as respectivas ações ambientais pertinentes e necessárias para monitorar, mitigar, minimizar e/ou compensar os impactos prognosticados. Os critérios adotados para a avaliação dos impactos socioambientais do Projeto em estudo são apresentados no Quadro 241, a seguir.

Quadro 241 Critérios de Avaliação dos Impactos Ambientais

Critério	Classificação	Código
EFEITO reflete a natureza da alteração da qualidade ambiental do meio avaliado	POSITIVO: alteração benéfica ao meio	+
	NEGATIVO: alteração adversa ao meio	-
INCIDÊNCIA reflete a origem da alteração da qualidade ambiental do meio avaliado	DIRETA: quando decorre de aspecto ambiental gerado por um processo ou tarefa do empreendimento.	D
	INDIRETA: quando é consequência de outro impacto	I
ABRANGÊNCIA reflete o alcance da alteração da qualidade ambiental do meio avaliado	PONTUAL: quando a alteração ocorre na área em que se dará a intervenção	P
	LOCAL: quando a alteração pode se manifestar no entorno da área de intervenção.	L
	REGIONAL: quando a alteração pode se manifestar além da área de abrangência local	R
DURAÇÃO reflete a continuidade da alteração da qualidade ambiental do meio avaliado	TEMPORÁRIO: a alteração ocorre de forma descontínua ou em intervalos de tempo alternados durante a fase avaliada.	T
	PERMANENTE: a alteração ocorre de forma contínua ou ininterrupta durante a fase avaliada.	P
REVERSIBILIDADE reflete a situação da alteração da qualidade ambiental do meio avaliado	REVERSÍVEL: após cessada a ação impactante, o meio alterado retorna a uma situação de equilíbrio, semelhante àquela anterior ao impacto.	R
	IRREVERSÍVEL: após cessada a ação impactante, o meio se mantém alterado.	I
MANIFESTAÇÃO reflete a condição temporal da alteração da qualidade ambiental do meio avaliado	IMEDIATO: quando a alteração se manifesta imediatamente após a ocorrência da ação que o desencadeou ou em curto prazo.	IC
	MÉDIO A LONGO PRAZO: quando a alteração demanda um intervalo de tempo para se manifestar.	ML
MAGNITUDE reflete o grau de alteração da qualidade ambiental do meio avaliado	DESPREZÍVEL: a alteração é insignificante e não causa ganhos ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, quando esta é comparada ao cenário ambiental diagnosticado.	**D**
	BAIXA: a alteração causa ganhos ou perdas pouco significativas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, quando esta é comparada ao cenário ambiental diagnosticado.	**B**
	MÉDIA: a alteração causa ganhos ou perdas significativas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, quando esta é comparada ao cenário ambiental diagnosticado.	**M**
	ALTA: a alteração causa ganhos ou perdas expressivas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, quando esta é comparada ao cenário ambiental diagnosticado.	**A**

14.2 Caracterização e Avaliação dos Impactos Ambientais

Para a avaliação dos impactos ambientais relacionados ao Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa foram considerados os sistemas de controle previstos para o projeto, destinados ao controle da geração do aspecto ambiental na fonte, mitigando ou minimizando ou compensando os impactos ambientais. Em seguida, foi realizada a avaliação individualizada de cada impacto em cada etapa do empreendimento – implantação e operação.

Na etapa de planejamento do projeto não são caracterizados impactos ambientais na área do projeto tendo em vista que compreendem trabalhos executados em escritório e levantamentos/ visitas a campo para os estudos ambientais e detalhamento dos projetos de engenharia, não implicando na geração de impactos ambientais. Neste caso, os impactos ambientais foram avaliados como de magnitude desprezível, uma vez que as medidas de controle já existem e são executadas.

Cabe ressaltar que, em relação aos impactos espeleológicos do Projeto objeto deste EIA, foi realizada a avaliação de impactos para as cavidades naturais situadas na área do Projeto (Área Diretamente Afetada - ADA) e em seu buffer de 250 metros. Dentre as cavidades inseridas na área do Projeto, sujeitas a impactos negativos irreversíveis, duas cavidades apresentam alto grau de relevância e quatro baixo grau de relevância e, em relação às cavidades localizadas no buffer de 250 metros, uma feição apresentou alto grau de relevância e as demais foram avaliadas como de baixa relevância. A avaliação de impactos para essas cavidades, segundo a Resolução CONAMA nº 347/2004 e a Instrução de Serviço SEMAD nº 08/2017, foi realizada pela Vale S/A em junho de 2020, sendo apresentada na íntegra no **Anexo 11.3** deste EIA.

Como medidas de compensação por impactos irreversíveis nas cavidades de alto grau de relevância e de monitoramento por impactos nas cavidades de baixo grau de relevância com interferência pelo Projeto em seu buffer de 250 metros, a Vale propôs o "Programa de Gestão do Patrimônio Espeleológico", que é apresentado na íntegra no documento do **Anexo 11.3** deste EIA. A proposta de compensação por impactos irreversíveis nas cavidades naturais de alto grau de relevância com interferência pelo Projeto em pauta (área destinada à expansão da cava Morro Agudo), elaborada pela Vale em julho de 2020, é apresentada no **Anexo 11.4** deste EIA.

A seguir são tratados os impactos ambientais relacionados à implantação e operação do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa prognosticados neste Estudo de Impacto Ambiental - EIA para os meios físico, biótico e socioeconômico.

A síntese da avaliação dos impactos é apresentada ao final no Quadro 245 e no Quadro 246, no formato de Matriz de Avaliação dos Impactos - AIA.

14.3 Impactos na Fase de Implantação

14.3.1 Impactos sobre o Meio Físico

14.3.1.1 Alteração da morfologia do relevo e da paisagem local

Durante a etapa de implantação do empreendimento algumas tarefas promoverão como efeito direto a modificação do relevo e a alteração da paisagem local, dentre elas a supressão da vegetação, decapeamento do solo, terraplanagem e obras civis para implantação de sistemas de drenagem e abertura acessos nas áreas destinadas às expansões da cava de Morro Agudo e da PDE Nova Cururu. Essas tarefas acarretarão a alteração do relevo e da paisagem em decorrência da retirada da vegetação, exposição dos solos e instalação de estruturas atípicas à paisagem local.

A área total da intervenção ambiental é de 169,99 ha, sendo 136,36 ha (80,57%) em sistema antrópico e 33,03 ha (19,43 %) em sistema natural.

A área destinada à Expansão da PDE Nova Cururu está inserida em território ocupado na maior parte (33,83 ha) por sistemas antrópicos (plantio de eucalipto não manejado, acessos, área operacional, área degradada e campos antrópicos) e por uma parcela menor (5,59 ha) por sistemas naturais (representado por vegetação florestal). Assim, para a expansão da PDE Nova Cururu a alteração na paisagem local será pouco relevante, além de não ser passível de visualização por moradores de Rio Piracicaba e comunidades do entorno. Neste caso a modificação no relevo e paisagem somente será visualizada por trabalhadores da Mina de Água Limpa que transitem na proximidade da área da pilha.

Já as obras para a ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa serão realizadas em área totalmente antropizada, onde já se encontram instaladas estruturas do posto, sem causar nenhuma alteração/impacto na paisagem local, ressaltando que também compreende uma área interna da Mina de Água Limpa e não visualizada por moradores de comunidades vizinhas.

Em relação à Expansão da Cava Morro Agudo, a supressão vegetal acarretará intervenção maior em área de ocorrência de sistemas antrópico (80,7 ha, dentre área de plantio de eucalipto não manejado, acessos, áreas operacionais da mineração e área degradada) e uma parcela menor de intervenção em sistemas naturais (27,17 ha dentre áreas florestais, Campo Rupestre Ferruginoso e afloramento rochoso). Neste caso, destaca-se que a área objeto de supressão vegetal para expansão da cava Morro Agudo está posicionada na vertente sul da serra homônima, que é voltada para a área operacional da Mina de Água Limpa, não sendo assim visualizada por moradores de bairros de Rio Piracicaba ou comunidades locais, como Morro Agudo, mais próximos ao empreendimento. A alteração do relevo e paisagem será visível aos trabalhadores da Mina de Água Limpa.

O impacto de alteração da morfologia do relevo e da paisagem local nesta etapa será **negativo**; **direto**, pois decorrente de aspecto gerado pelo empreendimento; **local**, podendo extrapolar a área de intervenção; **permanente; irreversível**, pois se manterá após cessado o fato gerador; e, de manifestação **imediata ou em curto prazo.** Considerando o exposto acima o impacto é avaliado como de **baixa magnitude**.

Como medida mitigadora será implementado o **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD**, conforme apresentado no Plano de Controle Ambiental – PCA do empreendimento, que conterá medidas temporárias de recuperação, bem como de reabilitação total das áreas expostas de forma definitiva, após o encerramento das atividades.

Considera-se que a implementação das ações previstas no PRAD acarretará uma expressiva atenuação do impacto nas áreas afetadas.

14.3.1.2 Alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa

Durante a etapa de implantação do Projeto serão executadas tarefas que acarretarão alteração na estrutura dos solos, expondo suas camadas inferiores e tornando-as suscetíveis ao desenvolvimento de processos erosivos e, eventualmente, a movimentos de massa (deslizamentos). Essas tarefas compreendem a supressão da vegetação, a terraplanagem, o decapeamento de solo, a abertura de acessos e obras civis para construção de sistemas de drenagem nas áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu.

Conforme mencionado no item anterior a área total da intervenção ambiental (169,99 ha) é representada por 33,03 ha em sistemas naturais (vegetação florestal, campo rupestre ferruginoso e afloramento rochoso) e por 136,96 ha em sistema antrópico (acessos, áreas degradadas, áreas operacionais da mineração e plantio de eucalipto não manejado).

Como apresentado no diagnóstico ambiental (item Pedologia apresentado no Diagnóstico de Meio Físico deste EIA), na maior parte das áreas destinadas à expansão da cava de Morro Agudo, predominam Latossolos ou Neossolos Litólicos em relevo ondulado e forte ondulado (declividade entre 8 a 45%) e recobertos por vegetação, resultando em suscetibilidade erosiva baixa. Em trechos mais restritos, na porção leste da área destinada à expansão da cava, onde predomina Cambissolo em relevo declivoso (ondulado a forte ondulado) e recoberto por vegetação, a suscetibilidade erosiva é média. Em trechos de domínio de solo antropizado em relevo declivoso e solo exposto a suscetibilidade erosiva é alta.

Em relação às áreas de expansão da PDE Nova Cururu e canteiro de obra, onde há predomínio de Latossolo Vermelho-Amarelo em relevo forte ondulado (declividade de 20 a 45%) e cobertura de eucalipto a suscetibilidade erosiva é média. Em trechos restritos dessa área, marginais a cursos d'água, em Latossolo Vermelho-Amarelo, relevo suave ondulado (declividade entre 3 e 8%) e presença de cobertura vegetal florestal a suscetibilidade erosiva é baixa.

De modo geral, predominam terrenos de média propensão ao desenvolvimento de processos erosivos nas áreas destinadas às expansões, que tende a se elevar com retirada da cobertura vegetal e exposição dos solos ao intemperismo, caso não seja implantado sistema de controle adequado do escoamento de água superficial.

O impacto de alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa é avaliado conjuntamente para todas as alterações relacionadas à etapa de implantação do projeto. O impacto é **negativo; direto**, pois advém de aspecto gerado pelas atividades de implantação do empreendimento; de **abrangência local**, pois a alteração poderá se manifestar no entorno da área de intervenção; manifestando-se em **médio a longo prazo**, ou seja, demandando um intervalo de tempo para ocorrer; **temporário**, ocorrendo de forma descontínua; e, **reversível**, pois cessado o aspecto gerador o meio poderá retornar a uma condição de equilíbrio.

Foi classificado para a implantação como de **média magnitude**, tendo em vista à predominância de áreas de intervenção em terrenos de média suscetibilidade erosiva, considerando-se os sistemas de controle previstos em projeto, como dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos nas áreas destinadas à expansão da cava e da pilha.

Os dispositivos de drenagem superficial e de retenção de sedimentos visando minimizar o escoamento pluvial desordenado e reter os sedimentos carreados aos corpos hídricos a jusante, são apresentados no **Programa de Controle de Processos Erosivos**. Ao final das obras as áreas expostas serão recuperadas conforme previsto no **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD**.

14.3.1.3 Alteração da qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos

Conforme descrito no item anterior, na etapa de implantação do empreendimento, tarefas como supressão vegetal, terraplanagem, decapeamento de solo e obras civis poderão acarretar a alteração e a exposição direta do solo, podendo desencadear o desenvolvimento de processos erosivos e o carreamento de sedimentos, principalmente durante as chuvas, e, de forma indireta, causar alteração da qualidade das águas dos cursos d'água situados a jusante das áreas expostas. A alteração da qualidade das águas superficiais se relaciona aos sólidos sedimentáveis, suspensos e dissolvidos carreados para as águas, os quais estão diretamente associados a diversas alterações físico-químicas das águas, tais como cor, turbidez, alcalinidade, acidez, ferro e manganês, dentre outros.

A área destinada à ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa está inserida na sub bacia do córrego do Elefante, afluente de margem direita do córrego do Diogo. Tendo em vista que a referida ampliação refere-se apenas à troca dos tanques e ocorrerá em área antropizada e edificada do posto existente, considera-se que não haverá o impacto de alteração da qualidade das águas pelo carreamento de sedimentos no corpo hídrico a jusante.

A PDE Nova Cururu será implantada na cabeceira do córrego Vale das Cobras, curso d'água onde já se encontra implantada uma estrutura de contenção de sedimentos (*sump)* que será utilizada como sistema de controle do projeto de expansão desta PDE. A jusante desse *sump* o curso d'água está canalizado (canal periférico Vale das Cobras) ao longo de um trecho, desaguando a jusante na barragem do Diogo, que também compreende uma estrutura de contenção de sedimentos. A exposição do solo na área de expansão da pilha poderá acarretar o carreamento de sedimentos e, consequentemente, a alteração da qualidade das águas superficiais do córrego Vale das Cobras, em seu trecho a jusante da área de intervenção; entretanto, serão utilizados dispositivos de controle para a contenção de sedimentos, além dos dispositivos de drenagem pluvial previstos de ser implantados na pilha de estéril.

Também na área de contribuição da sub-bacia do córrego Vale das Cobras, nas cabeceiras desse curso d'água situadas em outra vertente, está prevista a expansão da cava Morro Agudo. Para a expansão, conforme já mencionado, será necessária supressão vegetal e decapeamento de solo, podendo, da mesma forma, ocorrer carreamento de sedimentos e alteração da qualidade das águas do curso d'água a jusante.

Cabe destacar que os cursos d'água da sub-bacia do córrego Vale das Cobras, a jusante das expansões previstas para a cava Morro Agudo e para a PDE Nova Cururu, drenam para a barragem do Diogo, estrutura final de contenção dos sedimentos da Mina de Água Limpa.

Além da barragem do Diogo, para controle do carreamento de sedimentos aos cursos d'água, são previstos dispositivos de drenagem superficial nas expansões da cava Morro que direcionarão a drenagem superficial para *sumps* internos à estrutura e para terreno natural de entorno. Da mesma forma na área da PDE Nova Cururu estão previstos dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos. Tais estruturas são descritas no **Programa de Controle de Processos Erosivos**, apresentado no PCA do empreendimento. Ainda, ao final das obras, os processos erosivos poderão ser minimizados através de ações previstas no **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD**.

O impacto de alteração da qualidade das águas é **negativo;** de incidência **indireta**, pois decorrente de outro impacto (alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processo erosivo); de **abrangência local**, considerando que poderá extrapolar a área de intervenção; de **manifestação imediata ou curto prazo**; **temporário**; **reversível**, já que, cessada a fonte de emissão, o meio possui potencial de recomposição. Considerando-se os sistemas de controle previstos para as áreas de expansão do Projeto (cava e pilha), além da existência de uma estrutura de contenção de sedimentos final (barragem do Diogo), o impacto é avaliado como de **baixa magnitude**, tendo em vista que poderá acarretar numa alteração da qualidade ambiental pouco significativa no córrego do Diogo, a jusante da barragem do Diogo.

Ressalta-se ainda que para a avaliação da eficiência dos dispositivos de drenagem superficial e de retenção de sedimentos, deverá ser executado o **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas** também apresentado no PCA, o qual já é realizado atualmente pela Vale na Mina de Água Limpa.

14.3.1.4 Alteração da qualidade das águas superficiais pela geração de efluentes (sanitários e oleosos)

Na etapa de implantação do projeto serão gerados efluentes sanitários e oleosos. Os efluentes sanitários serão gerados nos canteiros de obras da PDE Nova Cururu e da ampliação da tancagem do posto e no ponto de apoio da área de expansão da cava, pelo uso dos trabalhadores de instalações sanitárias, vestiário e refeitório nos canteiros e de banheiros químicos (utilizados no ponto de apoio da área de expansão da cava). Cabe ressaltar que serão previstos 20 trabalhadores/mês ao longo de dois anos para as tarefas de supressão vegetal nas áreas da cava e pilha; 82 trabalhadores no pico das obras de expansão da PDE Nova Cururu; e 38 trabalhadores no pico das obras da ampliação da tancagem do posto.

Os canteiros de obras que atenderão à expansão da PDE Nova Cururu e à ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa terão biodigestores que receberão os efluentes sanitários gerados e atuarão no controle da alteração da qualidade das águas pela geração de efluentes sanitários. Os efluentes dos biodigestores serão coletados por empresa especializada e direcionados à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Mina de Água Limpa. No ponto de apoio na área de expansão da cava Morro Agudo haverá banheiros químicos para atendimento aos trabalhadores, sendo prevista coleta periódica dos efluentes por empresa especializada e devidamente licenciada.

Os efluentes oleosos poderão ser gerados na desmobilização dos tanques de combustível do Posto da Mina de Água Limpa, que serão substituídos por novos tanques e, também, durante o abastecimento de veículos e equipamentos durante as obras. Os geradores de energia à diesel utilizados nas obras também poderão gerar efluentes oleosos. Para controle desses efluentes os tanques de combustível dispõem de bacia de contenção, com registro de saída direcionada para canaletas que interligam ao sistema separador de água e óleo (SAO). Os geradores à diesel serão munidos de bacias acopladas de contenção para coletar qualquer eventual vazamento de óleo.

Destaca-se que a manutenção mecânica dos equipamentos e veículos utilizados na obra não serão realizadas nas oficinas da Mina de Água Limpa, sendo de responsabilidade das empresas contratadas para as obras, que realizarão tais manutenções em oficinas devidamente licenciadas para tal fim.

Conforme abordado na Caracterização do Empreendimento, a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e o sistema separador de água e óleo (SAO) que atenderão as obras deste Projeto, já se encontram licenciados e em operação na Mina de Água Limpa. No diagnóstico ambiental não foi evidenciada alteração na qualidade das águas superficiais em termos de matéria orgânica e óleos e graxas.

Assim, o impacto de alteração da qualidade das águas pela geração de efluentes líquidos, é **negativo**; de incidência **direta**, pois decorrerá do aspecto ambiental de geração de efluentes (sanitários e ou oleosos) originado por tarefas vinculadas à implantação do empreendimento; **temporário**, pois poderá ocorrer de forma descontínua na fase de implantação; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, ocorrendo logo após o aspecto ambiental que o desencadeou; **reversível**, já que os cursos d'água poderão retornar a uma situação de equilíbrio, após um tempo de depuração; e, de **abrangência local**, uma vez que a alteração poderá alcançar o entorno da área de intervenção pelo projeto. Entretanto será de **magnitude desprezível**, tendo em vista tanto os sistemas de controle previstos (ETE e SAO), quanto o fato de que haverá um baixo contingente de trabalhadores associados às obras.

Prevê-se a continuidade do monitoramento dos padrões de qualidade das vazões afluentes e efluentes nos sistemas de controle que atenderão a este projeto (ETE e ETEO da Mina Água Limpa) para verificação da eficiência desses sistemas por meio do **Programa de Monitoramento e Controle de Efluentes Líquidos e Oleosos.** Ressalta-se ainda que para a avaliação da qualidade das águas superficiais dos cursos d'água a jusante destes sistemas de controle terá continuidade o **Programa de Monitoramento e Controle e da Qualidade das Águas Superficiais**.

14.3.1.5 Intervenção física em corpos hídricos (nascentes e trechos de cursos d'água) pelo Projeto

Na etapa de implantação do Projeto haverá intervenção em trechos de cursos d'água (drenagens tributárias do córrego Vale das Cobras) e em três nascentes situadas nas áreas de expansão da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu, conforme apresentado no diagnóstico de Recursos Hídricos deste EIA. A interferência física afetará a condição natural nos seguintes trechos de cursos d'água: cerca de 400 m da drenagem tributária do córrego Vale das Cobras na área de expansão da cava Morro Agudo; trechos de 370 m e 450 m em duas drenagens tributárias do córrego Vale das Cobras na área de expansão da PDE Nova Cururu. As nascentes afetadas serão: N01, N02 na área de expansão da cava e N03 na área de expansão da PDE Nova Cururu.

O impacto em análise relaciona-se às tarefas de supressão de vegetação, execução de terraplanagem, decapeamento de solo e obras civis para implantação de acessos operacionais e sistema de drenagem interno (drenos de fundo) da PDE Nova Cururu visando o escoamento da vazão produzida na operação dessa estrutura e manutenção de sua estabilidade.

O impacto é avaliado de forma conjunta, ou seja, considerando todas as intervenções em trechos de cursos d'água e nascentes. Trata-se de um impacto **negativo**; **direto**, pois advém de tarefas executadas durante a implantação do empreendimento; **pontual**, pois se restringirá a pontos localizados nas áreas de intervenção; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, ou seja, imediatamente após as intervenções; **permanente**; e **irreversível**, pois as alterações realizadas nos corpos hídricos se manterão ainda que cessado o aspecto ambiental gerador.

Considerando-se que as interferências necessárias à implantação do empreendimento afetarão trechos curtos dos cursos d'água e somente três nascentes; que esses corpos hídricos estão integralmente inseridos em área operacional da Mina de Água Limpa e não são utilizados como fonte de abastecimento de água de propriedades rurais ou populações do entorno do empreendimento; e, que suas vazões serão mantidas nos drenos de fundo no caso das drenagens afetadas na área da pilha e por meio de canalização na área da cava, o impacto foi avaliado como de **baixa magnitude**.

Em relação à intervenção em trechos de cursos d'água na área da pilha para implantação dos drenos de fundo, cabe ressaltar que já foram solicitadas outorgas junto ao IGAM (Portaria nº 1503457/2019 - dreno de fundo 1; Portaria nº1503454/2019 - dreno de fundo 2; Portaria nº1503451/2019 - dreno de fundo 3). Será executado o acompanhamento da qualidade das águas a jusante das estruturas previstas, conforme apresentado no **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais** já realizado pela Vale na Mina de Água Limpa.

14.3.1.6 Intervenção em Área de Preservação Permanente (APP) pelo Projeto

Na etapa de implantação haverá intervenção em áreas de preservação permanentes (APP) de corpos hídricos (cursos d'água e nascentes) para a expansão da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu, compreendendo um total de **16,32 ha**, sendo 8,45 ha de APP em sistema natural (vegetação nativa – Campo Rupestre Ferruginoso e Floresta Estacional Semidecidual em estágios inicial, médio e médio/avançado de regeneração) e 7,87 ha de APP em sistema antrópico (acesso; área degradada, área operacional e administrativa da mineração; campo antrópico e plantio de eucalipto não manejado), conforme quadro abaixo.

Quadro 242 Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APPs) pelo Projeto

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	APP de curso d'água (ha)	APP de nascente (ha)	Total em APP (ha)
Afloramento rochoso	-	-	-
Campo Rupestre Ferruginoso	0,17	-	0,17
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	1,40	0,48	1,88
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	1,98	0,21	2,19
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	3,88	0,33	4,21
Total Sistema Natural	7,43	1,03	8,45
Acesso	1,76	0,09	1,85
Área degradada	0,13	0,15	0,28
Áreas operacionais e administrativas da mineração	1,19	-	1,19
Campo antrópico	1,39	0,36	1,75

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal		APP de curso d'água (ha)	APP de nascente (ha)	Total em APP (ha)
Campo úmido antrópico		-	-	-
Plantio de eucalipto não manejado	categoria 1	1,11	0,67	1,78
	categoria 2	1,02	-	1,02
Total Sistema Antrópico		6,59	1,27	7,87
Total Geral		**14,02**	**2,30**	**16,32**

O impacto de intervenção em APP relaciona-se às tarefas de supressão de vegetação, terraplanagem, decapeamento de solo e obras civis e é avaliado de forma conjunta, ou seja, considerando todas as intervenções APPs de cursos d'água e nascentes.

Trata-se de impacto **negativo**; **direto**, pois advém de tarefas executadas durante a implantação do empreendimento; **pontual**, pois se restringirá a pontos localizados nas áreas de intervenção; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, ou seja, imediatamente após as intervenções; **permanente**; e **irreversível**, pois as intervenções em APP se manterão ainda que cessado o aspecto ambiental gerador.

Considerando-se o quantitativo de intervenção em APP (16,32 ha) em relação ao total da área de intervenção (169,99 ha), o que representa um percentual de 9,6%; e o fato de que as áreas de APP intervindas se encontram em área operacional da Mina de Água Limpa, o impacto foi avaliado como de **baixa magnitude**.

Cabe ressaltar que o impacto de intervenção em APP de nascentes e faixas marginais aos cursos d'água será objeto de compensação ambiental por meio da **Compensação pela Intervenção em APP** em conformidade com os requisitos legais aplicáveis.

14.3.1.7 Alteração da qualidade dos solos pela geração de resíduos sólidos

Na etapa de implantação do Projeto serão gerados, nas frentes de serviços, resíduos sólidos típicos de construção civil e de obras civis (entulhos, sobras de madeiras) e nos canteiros de obras (da PDE Nova Cururu e da ampliação da tancagem do posto) e posto avançado na área de expansão da cava Morro Agudo, resíduos domésticos e orgânicos gerados nos escritórios, almoxarifados, refeitórios, vestiários, instalações sanitárias (lixo de banheiros, sobras de alimentos, lodo sanitário, borra oleosa, papel, plásticos, dentre outros). Esses resíduos, se dispostos de forma inadequada, poderão acarretar a contaminação dos solos.

Os resíduos gerados nos canteiros de obras e posto de apoio avançado serão segregados em pontos de coleta seletiva e armazenados nos Depósitos Intermediários de Resíduos (DIR), previstos para cada canteiro, onde serão acondicionados e armazenados temporariamente e, periodicamente, encaminhados para a Central de Materiais Descartáveis (CMD) da Mina de Água Limpa.

Cada DIR contará com compartimentos tipo gaiola para o acondicionamento dos resíduos de menor volume e com caçambas estacionárias para aqueles de maior densidade volumétrica, obedecendo a padronização de cores e identificação, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 275/2001.

Uma vez na CMD e esgotadas todas as possibilidades de reutilização ou reciclagem interna, os resíduos serão encaminhados para destinação final ambientalmente adequada, por meio de comercialização ou doação. A destinação final dos resíduos será de responsabilidade da Vale e seguirá práticas já consolidadas no **Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS** realizado rotineiramente na Mina de Água Limpa.

Os resíduos decorrentes da supressão de vegetação e *o topsoil*, removido pela terraplanagem serão estocados em Pátio Temporário de Lenha prevista neste projeto, para posterior utilização durante a recuperação de áreas degradadas.

Também são previstas ações buscando a sensibilização de todos os trabalhadores envolvidos na implantação para a questão de geração de resíduos sólidos durante as obras. Além da abordagem pessoal, serão exigidas das empresas contratadas a realização de boas práticas ambientais, neste caso em relação à adequada gestão de resíduos sólidos, durante o desenvolvimento das obras.

O impacto de alteração das propriedades dos solos pela geração de resíduos sólidos é **negativo;** de incidência **direta**, uma vez que decorre de aspecto ambiental gerado por tarefas realizadas durante a implantação do projeto; de abrangência **pontual** pois a alteração se restringirá às áreas de intervenção; **reversível**, já que, cessada a geração dos resíduos, o ambiente tem potencial de se recompor, mesmo que a longo prazo para determinados tipos de resíduos (como aqueles contaminados por óleo, embalagens de insumos, por exemplo); **temporário**, pois ocorrerá de forma descontínua nesta etapa; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, pois a alteração ocorrerá imediatamente após o aspecto que o desencadeou.

Considerando a adoção de procedimentos de gestão de resíduos e o baixo contingente de trabalhadores nas obras (20 trabalhadores para as tarefas de supressão vegetal; 82 trabalhadores no pico das obras da pilha; e 38 trabalhadores no pico das obras da ampliação da tancagem do posto) e o volume de resíduos que poderão ser gerados, o impacto é avaliado como de **baixa magnitude**.

14.3.1.8 Alteração da qualidade do ar pela geração de emissões atmosféricas (material particulado e gases de combustão)

O impacto de alteração da qualidade do ar pela geração de emissões atmosféricas é avaliado para dois tipos de emissões que podem ser geradas na implantação: material particulado suspenso e emissões de gases de combustão pela queima de combustíveis fósseis.

As tarefas de supressão da vegetação, terraplanagem, decapeamento do solo e movimentação de máquinas, veículos e equipamentos em vias não pavimentadas ou áreas de solo exposto poderão acarretar a geração de material particulado suspenso, causando a alteração da qualidade do ar.

Visando atenuar a emissão de material particulado para a atmosfera será realizada durante as obras a aspersão das vias não pavimentadas e umectação de áreas exposta por meio de caminhões pipa. Nas atividades de aspersão será utilizada água proveniente de instalações existentes na Mina de Água Limpa. A periodicidade da aspersão será em função das condições meteorológicas, considerando-se o grau de insolação, ventos, umidade do ar e precipitação.

Com base no monitoramento da qualidade ao ar apresentado no diagnóstico ambiental deste EIA, verificou-se que a qualidade do ar no bairro Louis Ensch, situado a cerca de 3,75 km em linha reta das áreas de intervenção deste Projeto, em termos de Partículas Totais em Suspensão (PTS), é satisfatória, atendendo aos padrões legais.

O impacto de alteração da qualidade do ar pela geração de material particulado, analisado de forma conjunta para todas as fontes geradoras, é **negativo; direto**, decorrendo de aspecto ambiental gerado na implantação do projeto; de **abrangência local,** pois a alteração poderá se manifestar no entorno das áreas de intervenção; **reversível**, já que, cessadas as fontes de geração de material particulado, o ambiente tem potencial de se recompor à sua condição natural atual; **temporário**, pois ocorrerá de forma descontínua; e de manifestação **imediata ou em curto prazo**, ou seja, logo após o aspecto ambiental gerado (geração de material particulado). Tendo em vista o diagnóstico ambiental, que aponta como satisfatória qualidade do ar considerando as atuais operações na Mina de Água Limpa, com condições maiores de emissões atmosféricas que a implantação deste projeto, além das medidas de controle previstas, avalia-se este impacto como de **baixa magnitude**.

Conforme mencionado, a alteração da qualidade do ar também se relaciona à emissão de gases de combustão originados pela queima de combustíveis fósseis de máquinas, veículos e equipamentos utilizados nas obras. Se avaliados isoladamente, cada equipamento, máquina ou veículo não emite quantidades significativas de gases de combustão. Ressalta-se que para controle das emissões geradas pela combustão dos motores de equipamentos, máquinas e veículos, estão previstas manutenções preventivas e que também será realizado um programa de monitoramento das emissões veiculares com a utilização da escala *Ringelmann*.

Em relação ao impacto de alteração da qualidade do ar pela emissão de gases de combustão, considera-se conjuntamente todas as tarefas relacionadas e o efeito cumulativo das emissões geradas, o mesmo é também **negativo; direto; de abrangência local; temporário; reversível; de manifestação em curto prazo**, e avaliado como de **baixa magnitude**.

Como medida de acompanhamento da qualidade do ar durante a implantação está previsto o **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar**, o qual já é realizado na Mina de Água Limpa.

14.3.1.9 Alteração do nível de pressão sonora pela geração de ruído

A alteração dos níveis de pressão sonora na etapa de implantação relaciona-se à geração de ruído pela movimentação de veículos, máquinas e equipamentos para execução das tarefas de supressão da vegetação; terraplanagem, decapeamento do solo e obras civis.

O impacto de alteração dos níveis de pressão sonora pela geração de ruídos poderá afetar a fauna local e acarretar incômodo aos trabalhadores da Mina de Água Limpa e às populações residentes em localidades próximas ao empreendimento como o bairro Louis Ensch (área predominantemente residencial) e a comunidade Morro Agudo (área de sitiantes com ocupação temporária) situada na vertente norte do Morro Agudo, ambas pertencentes ao município de Rio Piracicaba. Cabe lembrar que o bairro Louis Ensch faz parte da rota de acesso à Mina de Água Limpa, sendo destinada ao fluxo de veículos, caminhões e equipamentos durante a etapa de implantação.

Como apresentado no diagnóstico ambiental (Diagnóstico de Ruído Ambiental apresentado no volume 1 deste EIA), parte dos resultados do monitoramento mensal realizado pela Vale S/A indicou desatendimentos aos limites legais aplicáveis. Cabe ressaltar que de acordo com o diagnóstico, de forma geral, as principais fontes sonoras apontadas como contribuintes para os desvios registrados foi o tráfego de veículos e a fauna local.

A análise da alteração do nível de pressão sonora é realizada conjuntamente para todas as tarefas geradoras de ruído na etapa de implantação. Considerando a análise agrupada para o impacto advindo de todas as fontes geradoras de ruído, o mesmo é **negativo**; **direto**, pois decorrerá de aspecto relacionado às tarefas relacionadas às obras; **temporário**, pois a alteração ocorre de forma descontínua; **reversíve**l, pois cessadas as fontes geradoras de ruído, o ambiente se reestabelecerá às suas condições naturais; e de manifestação **imediata ou em curto prazo**, tendo em vista que ocorrerá imediatamente após a ação que o desencadeou; e de **abrangência local,** podendo se manifestar no entorno da área de intervenção.

Considerando o contingente de máquinas e equipamentos envolvido nas obras, que haverá um incremento no tráfego de veículos e equipamentos de grande porte por vias de acesso da cidade de Rio Piracicaba, fazendo parte da rota de acesso à portaria da Mina de Água Limpa e, por conseguinte, do Projeto, além da proximidade das áreas destinadas à expansão da cava Morro Agudo da comunidade Morro Agudo (cerca de 1 km em linha reta) avaliou-se o impacto, nesta etapa, como de **média magnitude**.

Como forma de controle, serão realizadas ações preventivas como a manutenção periódica de veículos, máquinas e equipamentos, além do fato de que as obras serão realizadas somente no período diurno e acompanhamento da alteração dos níveis de pressão sonora por meio do **Programa de Monitoramento e Controle de Ruído,** que já é realizado na Mina de Água Limpa.

14.3.2 Impactos sobre o Meio Biótico

14.3.2.1 Perda de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual nos estágios médio e médio/avançado de regeneração natural

Para a implantação do projeto haverá a supressão de 12,67 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e 4,41 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração natural, totalizando 17,08 ha. A supressão da vegetação nessas áreas significará uma redução local das populações de diversas espécies vegetais autóctones típicas da Mata Atlântica.

Embora essas áreas representem somente 10,05% da área total do projeto (169,99 ha), são consideradas relictos da vegetação florestal nativa em decorrência do baixo grau de conservação da cobertura vegetal nas Áreas de Estudo Local e Regional. Como atenuantes cabe destacar que, as áreas de floresta nativa passíveis de intervenção pela supressão vegetal possuem pequenas dimensões e que existem fragmentos florestais nativos similares em termos de estrutura e composição florística localizados na Área de Estudo Local.

A composição florística do remanescente florestal em estágio médio/avançado de regeneração, localizado na área da PDE Cururu, é caracterizada pela presença de espécies arbóreas climáxicas (n = 7 espécies, 8%); secundárias tardias (n= 10 espécies, 12%); secundária do tipo inicial (n= 15 espécies, 18%); pioneiras/secundárias iniciais (n= 12 espécies, 15%); e pioneiras (n= 8 espécies, 9%). Já a composição florística nos remanescentes de floresta em estágio médio é caracterizada pela ocorrência de espécies climáxicas (n = 2 espécies, 3%); secundárias tardias (n = 7 espécies, 9%); secundárias iniciais (n = 19 espécies 24%); pioneiras/secundárias iniciais (n = 12 espécies, 15%); e pioneiras (n = 10 espécies, 12%). Esses números mostram uma predominância de espécies não pioneiras e reforçam a relevância dessas florestas relictuais como fonte de propágulos de espécies vegetais nativas em um contexto local.

Nesses ambientes foram registrados 35 táxons considerados pouco frequentes em Minas Gerais, classificados como de ocorrência 'rara', 'muito rara' ou 'raríssima' por Oliveira-Filho (2016); 19 espécies consideradas endêmicas do domínio da Mata Atlântica; e nove (9) táxons citados como ameaçados de extinção em pelo menos uma das listas consultadas (BIODIVERSITAS, 2007; MMA 2014; CNCFlora, 2020; IUCN, 2020; e CITES, 2020).

Dentre os nove táxons ameaçados apenas três são citados na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443 de 2014): *Apuleia leiocarpa*, *Dalbergia nigra*, *Melanoxylon brauna*.

Nesse sentido o impacto de perda de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual nos estágios médio e médio/avançado de regeneração natural é **negativo**; **direto**, pois decorre da supressão da vegetação necessária à implantação do empreendimento; de **abrangência local**, pois esses remanescentes são caracterizados como vegetações relictuais, atuando como fonte de propágulos de espécies vegetais de grupos ecológicos de estágios sucessionais mais avançados para áreas vizinhas; **permanente**; **irreversível,** pois após cessada a ação impactante, o meio se mantém alterado; de manifestação **imediata/ curto prazo**, pois ocorrerá tão logo sejam realizadas as atividades de supressão vegetal, a serem realizadas na etapa de implantação.

Considerando que a supressão vegetal irá acarretar perda na qualidade ambiental da área de abrangência considerada; por serem considerados fonte de propágulos de espécies florestais autóctones; e por abrigarem espécies típicas da Floresta Estacional, algumas delas consideradas pouco frequentes e ameaçadas de extinção, o impacto da perda de vegetação de fragmentos florestais nos estágios médio e médio/avançado de regeneração natural é classificado como de **média magnitude.**

A supressão vegetal será realizada por meio de ações do **Projeto de Exploração Florestal**, visando orientação adequada para a retirada da cobertura vegetal e a minimização de impactos ao meio ambiente. Também como medida mitigadora propõe-se o **Programa de Resgate de Flora** abrangendo ações de resgate de propágulos, seguidas de experimentos de plantio e reintrodução, de forma a preservar o material genético das espécies vegetais nativas. Por fim, serão também realizadas ações de recuperação nas áreas permanentemente expostas por meio do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.**

Tendo em vista o Artigo 1° do Decreto nº 6.660/2008 e os Artigos 17 e 32 da Lei nº 11.428/2009 deverá ser executada a **Compensação por Intervenção em Vegetação do Bioma Mata Atlântica** nos moldes descritos no Artigo 49º do Decreto Estadual nº 47.749/2019.

Além disso, tendo em vista o Artigo 26º do Decreto Estadual nº 47.749/2019, são previstas ações para compensação por supressão de indivíduos de espécies ameaçadas de extinção constantes da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443 de 2014).

Relacionam-se ainda a este impacto a **Compensação Minerária Estadual** e a **Compensação Ambiental do SNUC**.

14.3.2.2 Perda de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração natural

Para a implantação do projeto haverá supressão de 14,44 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração.

A floresta em estágio inicial de regeneração é caracterizada pela predominância de vegetação arbustivo-arbórea, ausência de estratificação definida e dominância de espécies arbóreas de pequeno porte. A composição florística dos remanescentes estudados é marcada pela baixa riqueza de espécies arbóreas; pela ausência de espécies climáxicas; e pela presença de espécies arbóreas pioneiras (n = 5 espécies, 31%), pioneiras/secundárias iniciais (n = 3 espécies, 19%) e secundárias iniciais (n = espécies, 13%).

Dentre as espécies citados na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443 de 2014) apenas *Apuleia leiocarpa* foi registrada nesse ambiente.

O impacto de perda da vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial é **negativo**; **direto**; de **abrangência pontua**l, pois a alteração ocorrerá na área em que se dará a intervenção (supressão vegetal); **permanente**; de manifestação **imediata ou curto prazo,** pois ocorrerá tão logo sejam realizadas as atividades de supressão vegetal; e, **irreversível,** tendo em vista que após cessada a ação impactante, o meio se mantém alterado.

Considerando a qualidade ambiental desse ambiente; a existência de ambientes mais preservados na Área de Estudo Local; a predominância de espécies pioneiras e secundárias iniciais; e a presença de apenas um táxon considerado ameaçado de extinção o impacto relacionado à perda de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração natural é classificado como de **baixa magnitude**.

Como medida mitigadora é prevista a execução do **Programa de Resgate da Flora** abrangendo ações de resgate de propágulos, seguidas de experimentos de plantio e reintrodução, de forma a preservar o material genético das espécies vegetais nativas. A supressão vegetal será realizada por meio de ações do **Projeto de Exploração Florestal**, visando orientação adequada para a retirada da cobertura vegetal e a minimização de impactos ao meio ambiente. Por fim, serão também realizadas ações de recuperação nas áreas permanentemente expostas por meio do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.**

Tendo em vista o Artigo 26º do Decreto Estadual nº 47.749/2019 são previstas ações para compensação por supressão de indivíduos de espécies ameaçadas de extinção constantes da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443 de 2014). Relacionam-se ainda a este impacto a **Compensação Minerária Estadual** e a **Compensação Ambiental do SNUC**.

14.3.2.3 Perda de vegetação de Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração

Para a implantação do projeto haverá supressão de 0,48 ha de Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração.

Tipicamente os campos rupestres ferruginosos na região correspondem a ambientes ricos e ocupados por espécies ameaçadas de extinção e/ou endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero. Porém, em função da localização, do tamanho do remanescente, e do grau de antropização da cobertura vegetal, são notáveis as alterações na riqueza, na composição florística e na estrutura da vegetação. Destaca-se a grande representatividade do capim-gordura (*Mellinis minultiflora*) na comunidade, sendo esta uma espécie exótica invasora e extremamente agressiva.

Apesar das alterações observadas foram registradas três espécies com maior relevância para conservação. Duas são citadas como ameaçadas de extinção na categoria "vulnerável" em lista não oficial (BIODIVERSITAS, 2007): *Chamaecrista mucronata* e *Peixotoa glabra*; e uma é considerada endêmica do Quadrilátero Ferrífero: *Dyckia densiflora.*

Diante do exposto, o impacto é **negativo; direto**; de abrangência **pontual**, pois a alteração ocorrerá na área em que se dará a intervenção (supressão vegetal); **permanente**; de manifestação **imediata ou curto prazo,** pois ocorrerá tão logo sejam realizadas as atividades de supressão vegetal; e, **irreversível,** tendo em vista que após cessada a ação impactante, o meio se mantém alterado. Tendo em vista a descaracterização a que esta fitofisionomia vem sendo submetida, a baixa riqueza florística observada, contrabalançadas pela presença de espécies ameaçadas, o impacto é classificado como de **média magnitude**.

O impacto será minimizado por meio de ações do **Projeto de Exploração Florestal**. Propõe-se como medida mitigadora a execução do **Programa de Resgate de Flora**. Serão também realizadas ações de recuperação nas áreas permanentemente expostas por meio do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.**

Tendo em vista o Artigo 1° do Decreto nº 6.660/2008 e os Artigos 17 e 32 da Lei nº 11.428/2009 deverá ser executada a Compensação por Intervenção em Vegetação do Bioma Mata Atlântica nos moldes descritos no Artigo 49º Decreto Estadual nº 47.749/2019.

Relacionam-se ainda a este impacto a **Compensação Minerária Estadual** e a **Compensação Ambiental do SNUC**.

14.3.2.4 Perda de plantios de eucalipto não manejados e cobertura vegetal de origem antrópica

Para a implantação do projeto haverá supressão de 56,88 ha de plantios de eucalipto não manejados e de 29,47 ha de campos antrópicos.

Os plantios de eucalipto não manejados são caracterizados pela presença de um sub-bosque com predominância de gramíneas exóticas e/ou ruderais e espécies arbóreas nativas ocorrendo de forma bastante esparsa. O ambiente é desfavorável à sucessão ecológica por estar sujeito ao abafamento da germinação de novas sementes e por impedimento do desenvolvimento de plântulas pelas gramíneas. A insolação é ampla e a formação da serrapilheira é bastante incipiente. Ressalta-se ainda que o incêndio florestal que atingiu a área em outubro de 2020 levou à devastação do sub-bosque dos eucaliptais.

Já os campos antrópicos são caracterizados pela predominância de espécies herbáceo-arbustivas exóticas e/ou ruderais em locais outrora ocupados pela Floresta Estacional Semidecidual.

Apesar do sub-bosque dos eucaliptais não se caracterizarem como estágios incipientes de regeneração florestal algumas espécies arbóreas nativas foram registradas, com destaque para *Siphoneugena densiflora,* citada como "vulnerável" na lista da IUCN, e *Apuleia leiocarpa,* citada como "vulnerável" na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443 de 2014).

O impacto de perda da vegetação em áreas de eucaliptal não manejados e em campos antrópicos é **negativo; direto**; de abrangência **pontual**, pois a alteração ocorrerá na área em que se dará a intervenção (supressão vegetal); **permanente**; de manifestação **imediata/curto prazo,** pois ocorrerá tão logo sejam realizadas as atividades de supressão vegetal; e, **irreversível,** tendo em vista que após cessada a ação impactante, o meio se mantém alterado. Este impacto é classificado como de **baixa magnitude**.

A supressão vegetal será realizada por meio de ações do **Projeto de Exploração Florestal**, visando orientação adequada para a retirada da cobertura vegetal e a minimização de impactos ao meio ambiente. Também estão previstas ações de recuperação após a desativação das áreas alteradas no **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.**

Tendo em vista o Artigo 26º do Decreto Estadual nº 47.749/2019 são previstas ações para compensação por supressão de indivíduos de espécies ameaçadas de extinção constantes da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 443 de 2014). Relaciona-se ainda a este impacto a **Compensação Ambiental do SNUC**.

14.3.2.5 Afugentamento de fauna

Para o início da implantação do empreendimento serão necessárias atividades que incluem mobilização e operação do canteiro de obras, movimentação de veículos e equipamentos, remoção da cobertura vegetal, terraplenagem, decapeamento do solo, obras civis para construção de acesso e instalação dos drenos de fundo da pilha, dentre outras.

Tais atividades/tarefas ocasionarão a exposição do solo e a geração de ruído, aspectos que poderão acarretar o impacto ambiental de Afugentamento da Fauna.

Diversas interações da fauna se dão por meio de suas vocalizações, as quais são performadas com as mais diferentes finalidades; atrair parceiros reprodutivos, formar bandos, estabelecer territórios, entre outros comportamentos sociais. Tais funções são primordiais para o efetivo estabelecimento da fauna e, quando incapazes ou impossibilitados de estabelecer uma comunicação satisfatória – por exemplo, devido à ruídos antrópicos – as espécies em situação mais desfavorável poderão se dispersar/ afugentar para locais mais silenciosos no entorno.

A mastofauna terrestre de médio e grande porte, por apresentar maior capacidade de deslocamento do que outros grupos, possui também maior facilidade de fuga, dispersando-se mais rapidamente para áreas vizinhas àquelas em que ocorrem as intervenções (supressão vegetal, decapeamento de solo, movimentação de veículos e equipamentos etc.). Outros grupos de menor mobilidade, como a mastofauna de pequeno porte, os anfíbios e os répteis, também se encontrarão numa situação de estresse por conta do ruído e procurarão por novos abrigos e locais para se estabelecer em áreas adjacentes.

Ainda que considerando as atividades vigentes na Mina de Água Limpa, já em operação, deve-se ponderar que os ruídos serão intensificados com as atividades/tarefas supracitadas durante a implantação do Projeto, podendo ocasionar o deslocamento da fauna para áreas do entorno. Desta forma, e considerando as alterações das populações de fauna que já se abrigam nos remanescentes vegetacionais no entorno do empreendimento (Área de Estudo Local), desequilíbrios ecológicos locais e temporários poderão ocorrer devido à maior competitividade por recursos alimentares, abrigos e sítios reprodutivos, afetando as relações inter e intraespecíficas da fauna.

Considerando, ainda, que após o término das atividades de implantação alguns animais poderão retornar aos ambientes na Área de Estudo Local, caracterizando sua recolonização pela fauna previamente afugentada, este impacto é classificado como **negativo**, **indireto** (visto que é decorrente do impacto de meio físico de alteração do nível de pressão sonora pela geração de ruído) **e temporário** (pois ocorrerá de forma contínua durante a etapa de implantação). Apresenta ainda abrangência **local,** por manifestar-se no entorno da área de intervenção; de **manifestação imediata ou em curto prazo,** ou seja, imediatamente após a ocorrência da atividade/tarefa geradora do aspecto ambiental; **reversível**, pois não haverá perda da fauna e sim seu deslocamento para locais no entorno, e por fim é classificado, ainda, de **baixa magnitude.**

Para mitigação desse impacto, propõe-se o **Programa de Acompanhamento da Supressão, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna**, cujas ações irão viabilizar o correto direcionamento e relocação dos exemplares da fauna que serão afugentados para áreas adjacentes. Eventuais alterações nas comunidades faunísticas serão também alvo de monitoramento pelo **Programa de Monitoramento de Fauna**, já executado pelo empreendedor.

14.3.2.6 Perda de indivíduos da fauna

A perda de indivíduos da fauna poderá ocorrer na etapa de implantação com a atividade de supressão de vegetação, prevista para ocorrer em áreas de floresta natural em diferentes estágios de regeneração, campo rupestre e, até mesmo, em áreas de plantio de eucalipto não manejado – configurando uma redução de recursos e habitats da fauna que acarretará, por sua vez, pode resultar eventualmente na perda de alguns espécimes de baixa vagilidade, que não conseguirão se reestabelecer em novas áreas. A perda ocasional de ninhos, ninhegos e ovos, de difícil visualização, em decorrência da supressão também deve ser considerada no âmbito deste impacto.

No âmbito das atividades e tarefas supracitadas de supressão, há de se considerar, ainda, a possibilidade de aumento do número de atropelamentos de indivíduos da fauna, em vista da movimentação de veículos e equipamentos durante a implantação do empreendimento. Como consequência, a morte acidental de indivíduos da fauna poderá ocorrer durante sua fuga em busca por refúgio, de novas fontes de recursos alimentares e abrigo - ficando mais susceptíveis à acidentes e morte por atropelamento. O impacto poderá ocorrer principalmente ao longo dos acessos internos da Mina de Água Limpa, cujo trânsito será intensificado durante a implantação.

Embora a área de intervenção do Projeto esteja inserida em uma matriz já antropizada, com presença consolidada de empreendimento minerário (Mina de Água Limpa) e ocupação urbana no seu entorno, a supressão de vegetação implicará em interferências negativas no meio natural. Além da redução de hábitats, advinda da supressão, deve-se considerar sua diminuição, fragmentação e alteração das áreas de vegetação nativa existentes. Tais aspectos podem afetar a disponibilidade de recursos reprodutivos e alimentares, bem como abrigo e refúgio, fatores necessários para a sobrevivência e a reprodução de diversos espécimes da fauna.

Será realizada a supressão da vegetação em uma área de cerca de 33,03 ha de vegetação nativa (Campo Rupestre Ferruginoso e Floresta Estacional Semidecidual nos estágios inicial, médio e médio/avançado de regeneração), além de 56,88 ha em áreas de plantio de eucalipto não manejado e de 29,47 ha em áreas de campos antrópicos e campos úmidos antrópicos. Tais intervenções devem ser interpretadas não somente no âmbito da redução de habitat e de recursos locais para a fauna, mas, também, na fragmentação e/ou indisponibilização de contínuos florestais, importantes para o deslocamento de espécimes que tendem a ocupar este tipo de ambientes de forma mais seletiva e os usam para transitar em as áreas.

Embora representem uma área restrita em termos de dimensão, os remanescentes atuais situados na Área de Estudo Local são os locais onde se concentram a fauna, podendo abrigar espécies ameaçadas como *Puma concolor*, *Chrysocyon brachyurus*, *Lycalopex vetulus*, registradas no presente estudo. Vale pontuar que tais espécies, cujas distribuições não são restritas à AEL, possuem maior capacidade de deslocamento e, portanto, maior facilidade de se dispersar para áreas vizinhas quando iniciadas as atividades de intervenção. De forma geral, os grupos considerados estritamente arborícolas e/ou com baixo poder de dispersão, especialmente marsupiais, roedores de pequeno porte, serpentes e anfíbios - como, por exemplo, *Ischnocnema izecksohni* (rã-de-folhiço) e *Aplastodiscus cavicola* (perereca-verde), espécies amplamente distribuídas na região, mas classificadas como 'Deficiente de Dados' e 'Quase Ameaçada' pela IUCN, respectivamente - mostram-se mais vulneráveis a este impacto. Deve-se, ainda, ressaltar que a supressão da vegetação ocorrerá ao longo de dois anos e, mesmo que realizada em apenas no período diurno, o ruído gerado poderá impactar grupos de comportamento noturno.

Deve-se, ainda, considerar a possível perda de espécimes especialmente para algumas espécies arborícolas, devido ao tombamento de árvores e a queda de galhos durante a supressão de vegetação. Tais fatos podem, também, causar a mortalidade de aves, principalmente de ovos e filhotes em ninhos que não sejam previamente resgatados. A eventual perda de ninhos com ovos e ninhegos pode ocorrer para espécies que fazem seus ninhos no solo, e que geralmente são de difícil visualização.

Por fim, dentre as causas de potencial perda de indivíduos da fauna, cita-se a possibilidade de ocorrência de caça e coleta de espécies xerimbabo. Ainda que não verificados indícios de caça junto à população de localidades próximas ao empreendimento, a maior movimentação da fauna (devido às atividades de supressão), aliada ao maior número de pessoas circulando nas áreas para implantação do Projeto, poderão contribuir para um eventual aumento na ocorrência desta atividade, acometendo a fauna comumente visada para consumo ou xerimbabo. De uma forma geral, e considerando os grupos tipicamente tidos como alvo de atividades de caça no Brasil, cita-se, dentre os mamíferos, as espécies de tatus, paca e capivara. Dentre as aves, por sua vez, os representantes das famílias Tinamidae, Cracidae e Rallidae, registradas no diagnóstico local, poderiam ser alvo de tais ações de caça na região. Por fim, e considerando as aves xerimbabo, citam-se os representantes da família Psittacidae, os sanhaços (gênero *Tangara*) e os representantes do gênero *Sporophila*; muito apreciados pela atividade canora.

Desta maneira, o impacto de perda de indivíduos da fauna é **negativo**, **indireto,** pois decorrente do impacto de perda da vegetação; de abrangência **pontual,** uma vez que ocorrerá nas áreas de intervenção; **temporário,** pois não ocorrerá de forma contínua durante toda a implantação da obra; **irreversível**, pois cessada a ação impactante, será mantida a perda da fauna; de **manifestação imediata ou em curto prazo**; e classificado como de **média magnitude**, visto que, mesmo que pontualmente, a perda de indivíduos não pode ser mitigada ou compensada.

Para mitigação desse impacto propõe-se a implementação do **Programa de Acompanhamento da Supressão**, **Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna**. Para evitar o atropelamento de fauna, sugere-se a instalação de lombadas, placas educativas e instituição de limites máximos de velocidade. Eventuais alterações nas comunidades faunísticas serão também alvo de monitoramento pelo **Programa de Monitoramento de Fauna**, já executado pelo empreendedor.

14.3.2.7 Alteração na estrutura da comunidade de insetos vetores

Durante o levantamento realizado foi possível confirmar a presença de espécies vetoras de agravos à saúde no Brasil, como a dengue, Zika, febre Chikungunya, Febre amarela, leishmaniose e malária. Dentro do contexto do empreendimento, as espécies mais relevantes dentre os culicídeos são: *Aedes albopictus* e *Haemagogus leucocelaenus* e, dentre os flebotomíneos*, Nyssomyia whitmani* e *Pychodopygus* spp.

Tendo em vista a grande diversidade de táxons de hábitos essencialmente silvestres registrados é importante pontuar que as alterações ambientais causadas pela implantação do empreendimento, que ocorrerão em função da supressão vegetal, podem favorecer um rearranjo das comunidades naturais. Como parte desse processo considera-se a possível migração e/ou proliferação de espécies sinantrópicas em função da geração de novos nichos que poderão ser colonizados por espécies mais resilientes – como, por exemplo, *Aedes albopictus* e *Nyssomyia whitmani*. Desta forma, torna-se necessário considerar, diante da atividade de supressão vegetal, o fluxo de determinadas espécies de maior plasticidade ambiental que poderão buscar novos ambientes para sua sobrevivência e reprodução.

Ainda que os dípteros vetores sejam residentes na região, conforme constatado no diagnóstico, o desequilíbrio de populações previamente estabelecidas poderá ser afetado com a implantação do Projeto. Desta forma o impacto é classificado como **negativo**, tendo em vista que tais espécies possuem relevância epidemiológica por se tratar de vetores de doenças que acometem o ser humano, **de abrangência local,** podendo ocorrer no entorno da área de intervenção, entretanto não sendo possível precisar o seu alcance em relação ao empreendimento.

O impacto é classificado, ainda, como **temporário**, pois não ocorrerá se forma contínua**; reversível,** pois o meio poderá retornar ao equilíbrio, cessada a manifestação do aspecto gerador do impacto; de **manifestação no médio prazo**; e classificado como de **baixa magnitude,** visto não haverá perda das espécies da fauna e apenas a possibilidade de seu deslocamento para o entorno da área de intervenção.

Para sua mitigação, indica-se, a implantação o monitoramento de insetos dípteros vetores no âmbito do **Programa de Monitoramento de Fauna**.

14.3.2.8 Alteração das populações da fauna aquática – anurofauna, ictiofauna e biota aquática

Conforme relatado para o Meio Físico, na implantação ocorrerá alteração da qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos (sólidos sedimentáveis, suspensos e dissolvidos) gerados pela supressão vegetal, terraplanagem, decapeamento de solo e obras civis.

A composição e a distribuição da biota aquática dos sistemas fluviais são inteiramente dependentes da qualidade das águas e da qualidade e integridade física, estrutural e geomorfológica dos leitos dos cursos d'água. Neste sentido e, considerando os cursos d'água inseridos na Área do Projeto e em seu entorno (AEL), o impacto de alteração da qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos representa fonte secundária de alteração populacional sobre o meio biótico, especificamente, sobre a fauna zooplanctônica, de macroinvertebrados bentônicos, sobre a flora fitoplanctônica e ictiofauna.

Ainda que considerados os sistemas de controle já existentes na Mina de Água Limpa relacionados ao controle do carreamento de sedimentos aos corpos hídricos (que serão mantidos), além daqueles previstos para o Projeto em pauta, poderá haver alteração na qualidade das águas durante a etapa de implantação, com consequências para a fauna aquática - anurofauna, comunidades hidrobiológicas e ictiofauna.

A alteração da qualidade das águas pelo carreamento de sedimentos poderá influenciar as comunidades fitoplanctônicas, que perderão eficiência no processo de fotossíntese devido às alterações da radiação solar incidente nos sistemas aquáticos pelo aumento de sólidos nas diferentes porções. O aumento da turbidez e de sólidos advindo das obras de implantação (e sem considerar essas alterações tidas como normais em épocas de chuvas, por exemplo) poderá afetar negativamente a estrutura da comunidade zooplanctônica por provocar o entupimento dos aparelhos de filtração dos organismos, alterando as taxas de obtenção de recursos alimentares. Já em relação à comunidade bentônica, as espécies predadoras perderão eficiência na busca de presas pela diminuição da transparência da água, podendo ocorrer alteração no tamanho das populações e interferência nos ciclos de vida dos organismos. Tais alterações, para ambos os grupos, podem ocasionar num desequilíbrio presa-predador, ou até mesmo na morte de indivíduos, desestruturando as comunidades da biota.

As populações ícticas registradas nos cursos d'água da área estudada também poderão sofrer alterações relevantes em função de alteração na qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos, mesmo com a implementação de medidas de controle (dispositivos de drenagem e de contenção de sedimentos). O carreamento superficial de sedimentos, ainda que residual, poderá, por sua vez, provocar o assoreamento do leito fluvial, simplificando sua complexidade ambiental e tornando-o mais homogêneo - causando perda de qualidade estrutural dos habitats, o que será determinante para a disponibilidade de substratos de colonização dos organismos bentônicos e da ictiofauna. Ressalta-se que alguns dos ambientes visitados já apresentam certo grau de assoreamento, o que indica que as espécies de peixes ali presentes suportam tais condições.

Os cursos d'água que poderão sofrer maior impacto decorrente deste Projeto se mostraram pouco habitados pela ictiofauna ou, até mesmo, não tiveram registros do grupo durante as amostragens de campo (dados primários). Importante ressaltar que o córrego Pé-de-Serra, situado na vertente norte da serra do Morro Agudo, não sofrerá diretamente com as ações relacionadas ao Projeto, visto que as interferências previstas (expansão da cava Morro Agudo) se concentrarão na vertente sul dessa serra. Já os cursos d'água situados nas áreas de intervenção do Projeto, situados à jusante das expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu, vertem suas águas para a barragem do Diogo, estrutura final de contenção dos sedimentos da Mina de Água Limpa. Além da barragem do Diogo, para controle do carreamento de sedimentos aos cursos d'água, são previstos especificamente para este Projeto dispositivos de drenagem superficial na área de expansão da cava que direcionarão a drenagem superficial para *sumps* internos à estrutura e para terreno natural de entorno e, também, na área de expansão da PDE Nova Cururu, onde os dispositivos de drenagem direcionarão o escoamento superficial para um *sump* existente à jusante dessa pilha. Conforme pontuado, pode-se considerar que tais alterações da qualidade das águas desses corpos hídricos podem afetar, de maneira indireta, as comunidades aquáticas, podendo interferir nas principais interações ecológicas ao modificarem a entrada de alimento, a composição do substrato, a disponibilidade de refúgios e abrigos.

Em relação à herpetofauna, considerando as intervenções em trechos de cursos d'água (drenagens tributárias do córrego Vale das Cobras) e em três nascentes situadas nas áreas destinadas às expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu - conforme apresentado no Diagnóstico de Recursos Hídricos deste EIA - a alteração na qualidade das águas pelo carreamento de sedimentos poderá ocasionar a perda de indivíduos - principalmente de anfíbios, que têm uma capacidade de deslocamento reduzida e grande dependência do ambiente aquático e seus microambientes. Tais alterações serão mais expressivas nos trechos do curso d'água do ponto H11 (drenagem sem denominação formal que deságua no córrego Vale das Cobras) e da drenagem temporária do ponto H08 (sem denominação formal que deságua na barragem do Diogo). Cabe ressaltar que ambos os pontos já se encontram bastante alterados e abrigam uma herpetofauna constituída de espécies comuns e de hábitos generalistas. O carreamento de sedimentos relacionados à expansão da PDE Nova Cururu afetará, por sua vez, o córrego Vale das Cobras (em seu trecho a jusante da área de intervenção), que também não abriga espécies importantes para conservação.

No cenário atual, conforme apresentado no Diagnóstico, as biocenoses aquáticas dos cursos hídricos da AEL e da área do Projeto têm baixa riqueza de táxons sendo esses característicos de sistemas fluviais, indicando que a composição segue as tendências esperadas tanto para a ictiofauna quanto para as comunidades hidrobiológicas. Diante das alterações advindas da implantação poderá haver alterações na estrutura das comunidades de forma a favorecer as espécies mais tolerantes em detrimento das mais sensíveis. Este cenário poderá ocorrer, também, para as espécies mais generalistas da anurofauna.

O impacto de alteração da fauna aquática é, portanto, **negativo,** de **incidência indireta**, pois decorrente de outro impacto (alteração da qualidade das águas superficiais pela geração de sedimentos); de **abrangência local**, considerando que poderá ocorrer no entorno da área de intervenção; de **manifestação imediata ou curto prazo** (pois a perda de indivíduos ocorrerá no momento ou logo após as atividades de intervenção física nos corpos d'água); **temporário,** manifestando-se de forma descontínua durante a implantação; **reversível**, já que, cessada a fonte de emissão, o meio possui potencial de recomposição.

Considerando-se os sistemas de controle previstos para o Projeto, a existência na Mina de Água Limpa de uma estrutura de contenção de sedimentos final (barragem do Diogo) e o fato de que poderá ocorrer uma alteração da qualidade ambiental pouco significativa nos córregos Vale das Cobras e tributários, que drenam para o córrego do Diogo o impacto é classificado como de **baixa magnitude.**

Ressalta-se, ainda, que para a avaliação da eficiência dos dispositivos de drenagem superficial e de retenção de sedimentos deverá ser executado o **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais Programa de Monitoramento e Controle dos Efluentes**, **Programa de Monitoramento de Fauna** os quais são apresentados no PCA junto do presente EIA - e já é realizado atualmente pela Vale na Mina de Água Limpa.

14.3.3 Impactos sobre o Meio Socioeconômico

Em relação aos impactos socioeconômicos, a abordagem é feita considerando-se os municípios em que o empreendimento se situa (Rio Piracicaba e Santa Bárbara, bem como as localidades no entorno e mais próximas à Mina de Água Limpa, onde o projeto está inserido). Entretanto, de todas as estruturas previstas no Projeto, a maior parte (cerca de 99% - correspondente à expansão da cava Morro Agudo e à maior parte da expansão da PDE Nova Cururu e estruturas de apoio) está situada no município de Rio Piracicaba, e uma pequena parcela situa-se no município de Santa Bárbara (parte restrita da expansão da PDE Nova Cururu e ampliação da tancagem do Posto da Mina de Água Limpa). Grande parte dos impactos positivos ou negativos relativos ao empreendimento incidirão no município de Rio Piracicaba e em localidades no entorno (bairros Louis Ensch e Santa Isabel (ou Fundão) e comunidade Morro Agudo). Pontualmente, algum impacto, a exemplo da geração de impostos, poderá incidir no município de Santa Bárbara.

O bairro Santa Isabel, situado a uma distância maior da área destinada ao Projeto em relação às demais localidades do entorno (cerca de 4 km em linha reta) e, também, fora da rota de acesso à Mina de Água Limpa, foi incluído na avaliação de impactos levando-se em consideração a geração de expectativas da população ali residente em relação ao empreendimento. Enfatiza-se que este bairro não será afetado pelo fluxo de veículos e equipamentos que acessará a área do empreendimento e que, tendo em vista a direção preferencial dos ventos na região (NE-SW) e o fato de estar o mesmo posicionado no quadrante oposto (SE) a essa direção preferencial, não incidirá sobre o mesmo o impacto de incômodo à população pela alteração na qualidade do ar decorrente das atividades relacionadas ao empreendimento.

14.3.3.1 Geração de expectativas na população

Durante a implantação do Projeto em pauta, ocorrerá a mobilização de mão de obra e a compra de bens e serviços que poderão gerar expectativas à população de Rio Piracicaba, sejam elas positivas ou negativas.

As expectativas de geração de benefícios vinculam-se principalmente à criação de empregos diretos ou indiretos e de novas oportunidades de trabalho temporário, à dinamização da economia local e regional e ao aumento da arrecadação de impostos pelo município de Rio Piracicaba.

As expectativas de caráter negativo geralmente estão associadas ao receio da ocorrência de impactos que possam trazer transtornos e afetar a qualidade de vida, principalmente das pessoas residentes em comunidade/bairros mais próximos ao empreendimento, como Morro Agudo e bairros Louis Ensch e Santa Isabel (ou Fundão), que estarão mais expostas a possíveis impactos negativos.

No caso do projeto em questão, conforme apresentado no Diagnóstico de Socioeconomia, a população do município de Rio Piracicaba e, em especial, a residente nas proximidades da Mina de Água Limpa já possui referências factuais que de certa maneira embasam suas expectativas, uma vez que este complexo minerário já está implantado no município desde 1963 (sendo a partir de 1999 sob o controle da Vale), passando por modificações ao longo desse tempo, visto a implantação de diversas estruturas para sua ampliação e operação desse complexo. O diagnóstico de socioeconomia evidencia, por um lado, o reconhecimento pela administração municipal e populações residentes na sede municipal e em especial em áreas mais próximas (comunidade de Morro Agudo e os bairros Louis Ensch e Santa Isabel), da importância da atividade minerária na região, em termos de geração de empregos e arrecadação municipal e, por outro lado, da ocorrência de alguns transtornos provocados por essa atividade, tais como geração de poeira pela movimentação de veículos que transitam na área da mina e passam pelos acessos aos bairros e incômodos relacionados a ruído causados por atividades da mineração. Tais incômodos foram relatados nas entrevistas realizadas com as lideranças comunitárias dos bairros Louis Ensch e Santa Isabel (Fundão) e da comunidade de Morro Agudo, assim como no âmbito dos estudos de percepção ambiental apresentado neste EIA.

Há de se considerar ainda a possibilidade de que a população mais próxima do Projeto (comunidade de Morro Agudo, bairros Louis Ensch e Santa Isabel), possa vir a manifestar algum sentimento de insegurança, reforçado em vista de acidentes recentes ocorridos no setor de mineração, que se justifica, caso a população não tenha acesso a informações corretas acerca do empreendimento.

O impacto de geração de expectativas da população, sem conhecimento dos efeitos reais sobre o empreendimento, é de modo geral **negativo,** podendo trazer dúvidas e inquietações da população, mas também **positivo** considerando a expectativa de geração de emprego e renda com o empreendimento; de incidência **direta**, uma vez que se relaciona a aspectos gerados pelas atividades/tarefas da etapa de implantação; de abrangência **regional**, pois poderá se estender às populações além da área de abrangência local (sede municipal de Rio Piracicaba e comunidades/bairros mais próximos); de duração **temporária**, ocorrendo de forma descontínua; de caráter **reversível**, pois as expectativas deverão ser cessadas à medida que se concretizem as atividades/tarefas da implantação do empreendimento; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, pois deverá ocorrer logo após a execução das atividades/tarefas relacionadas à implantação.

Considerando-se o exposto acima, bem como as incertezas criadas, especialmente na população do entorno do empreendimento em função das recentes ocorrências no setor de mineração, o impacto é avaliado como de **média magnitude.**

Para mitigação desse impacto é importante que o empreendedor mantenha canais de comunicação e diálogo com os diversos atores, propiciando-lhes acesso a informações precisas sobre as etapas do empreendimento e suas principais características, sobre impactos positivos e negativos e respectivas medidas de controle ambiental adotadas, de forma a captar preocupações e sugestões da população e respondê-las tempestivamente.

Cabe ressaltar que a Vale S/A tem por objetivo imprimir clareza e legitimidade ao processo de implantação de seus empreendimentos, e que o mesmo ocorrerá em relação ao Projeto em análise, consolidando o diálogo com os diversos atores nas áreas estudadas mais próximas a este empreendimento.

Nesse sentido, propõe-se o **Programa de Comunicação Social**, de forma a incorporar esse diálogo às especificidades do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa.

14.3.3.2 Aumento de postos de trabalho temporários e incremento no nível de emprego e de renda

Na etapa de implantação do Projeto, durante os dois anos previstos para a atividade de supressão da vegetação das áreas de expansão da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu, será necessário um contingente de 20 trabalhadores/mês. Já para as obras de implantação da PDE Nova Cururu, com duração prevista de nove meses, será necessário um contingente de 82 trabalhadores no pico da obra; por fim, para a ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa, que ocorrerá em cinco meses, prevê-se um contingente de 38 trabalhadores no pico da obra.

Ressalta-se que serão priorizados pelo empreendedor a contratação de mão de obra e a aquisição de bens e serviços no município de Rio Piracicaba. Caso seja necessária mão de obra especializada, a mesma poderá ser contratada em outras localidades. Essa priorização, além da geração de empregos diretos, irá estimular a criação indireta de novas oportunidades de trabalho nos setores industrial, de comércio e de serviços deste município.

Conforme informado no Diagnóstico Socioeconômico deste EIA a grande maioria dos entrevistados (lideranças e representantes do poder público municipal) afirmou não ter preocupação quanto à implantação do empreendimento, considerando existir benefícios gerados pelas atividades minerárias desenvolvidas na região, tais como: aumento da oferta de emprego e aumento da arrecadação de impostos pelas prefeituras.

Não obstante sua temporalidade, a contratação de trabalhadores e a geração indireta de oportunidades de trabalho, com o consequente aumento da renda das famílias, deverão gerar desdobramentos a curto e médio prazos, resultando em maior circulação de dinheiro e incremento do comércio e serviços, concorrendo assim para um maior dinamismo da economia do município de Rio Piracicaba.

Diante do exposto, o impacto é **positivo**; de incidência **direta**, pois advém de atividades/tarefas da implantação do empreendimento; de abrangência **regional**, alcançando principalmente o município de Rio Piracicaba; com duração **temporária**, tendo em vista que a alteração poderá ocorrer de forma descontínua durante a etapa de implantação; **reversível**, pois cessará com o fim das atividades desta etapa; e, de manifestação em **imediata ou em curto prazo**, ou seja, logo após o início da implantação do empreendimento.

Diante do exposto acima, apesar do fato de que o impacto poderá acarretar ganho na realidade socioeconômica em vista do mercado de trabalho e porte populacional de Rio Piracicaba, bem como o volume de postos de trabalho temporários a serem criados na implantação do empreendimento, o impacto foi avaliado como de **baixa magnitude**, considerando que os postos de trabalho previstos representariam um incremento de apenas 6,02% do total de postos de trabalho formais existentes em Rio Piracicaba em 31/12/2018.

No **Programa de Comunicação Social** serão implementadas ações visando informar à população sobre o empreendimento e as oportunidades criadas de vagas nesta etapa.

14.3.3.3 Aumento da arrecadação tributária

A etapa de implantação do Projeto em estudo consistirá na execução de atividades e tarefas que necessitarão da compra de insumos e materiais, além da contratação de serviços diversos. Assim, essas atividades/tarefas, de maneira direta ou indireta – em função do crescimento no nível de emprego e renda no setor de fornecedores, além do dispêndio da renda no setor de bens e serviços destinados ao público em geral, deverão gerar um incremento na arrecadação de impostos, principalmente o Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) – tributo exclusivamente municipal – e o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual, Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) – tributo de responsabilidade do Estado, com o repasse de 25% ao município de ocorrência do fato gerador.

O município de Rio Piracicaba será o mais beneficiado em função da contratação de trabalhadores e serviços e compra de insumos e bens finais, tendo em vista que mais de 95% da área do empreendimento encontra-se aí inserida e por ter sua sede urbana mais próxima à área do Projeto. Já o município de Santa Bárbara será beneficiado pelo incremento na arrecadação de ISSQN associado às obras de ampliação do Posto da Mina de Água Limpa.

Considera-se também que o município de Rio Piracicaba será o mais beneficiado em função da contratação de trabalhadores e serviços e compra de insumos e bens finais, tendo em vista que mais de 95% da área do empreendimento em pauta encontra-se inserido nesse município.

Assim, o impacto avaliado é **positivo**; de incidência **direta**, pois decorrerá de atividades/tarefas da implantação do projeto supramencionado; de abrangência **regional** pois, o aumento na arrecadação ocorrerá em Santa Bárbara e, principalmente, em Rio Piracicaba, municípios da área de estudo regional; de duração **permanente**; **reversível,** pois cessa com o fim das atividades de implantação; e, de manifestação **imediata ou curto prazo** iniciando-se a partir da implantação. Este impacto é avaliado como de **baixa magnitude**, levando em consideração que a arrecadação tributária (incluindo a relacionada à geração de empregos) relacionada às obras de expansão da PDE Nova Cururu e ampliação da tancagem do posto ocorrerão, respectivamente, ao longo de nove e de cinco meses; já a supressão vegetal ocorrerá durante 24 meses, com contratação mensal de 20 trabalhadores. Assim, o incremento da arrecadação das Prefeituras Municipais seria pouco significativo frente ao atual nível de arrecadação.

14.3.3.4 Aumento do risco de ocorrência de acidente nos acessos viários ao empreendimento

De acordo com a Caracterização do Empreendimento (item Deslocamento externo à área da Mina de Água Limpa) apresentado no Volume 1 deste EIA, o acesso à chegada de equipamentos de grande porte durante a implantação do Projeto será realizado por meio da rodovia estadual MG-123 até a área urbana de Rio Piracicaba. Atualmente, com a interdição da ponte sobre o rio Piracicaba na MG-123, o trajeto deverá seguir por vias locais desta cidade (rua Padre Pinto; rua Marechal Deodoro, passando pelo centro da cidade e Av. Presidente Castelo Branco) até a portaria da Mina de Água Limpa, localizada no bairro Louis Ensch.

Cabe ressaltar que o trânsito dos equipamentos de grande porte deverá ocorrer na etapa de implantação no início e ao término das obras (ou seja, será temporário e restrito a este período); que será realizado em horário não comercial; e que a Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba e a Polícia Militar deverão ser comunicadas por meio de ofício da Vale antes da passagem desses equipamentos.

Destaca-se ainda que, a rodovia MG-123 é devidamente sinalizada, conforme padronização do DER – Departamento de Estrada e Rodagem; entretanto, se necessário, será implantada sinalização temporária ou alteração de trajeto nessa via de acesso no trecho até a portaria da mina, quando da necessidade de passagem de equipamentos de grande porte.

Assim, há potencial de ocorrer durante a implantação do projeto o impacto de aumento de risco de ocorrência de acidente nos acessos viários (MG-123 e vias de acesso locais da cidade de Rio Piracicaba), considerando o aumento de fluxo de veículos e de equipamentos de grande porte.

Neste sentido, o impacto é **negativo**; de incidência **direta**, decorrendo de aspectos ambientais gerados por atividades/tarefas da implantação do empreendimento; de abrangência **regional**, tendo em vista que poderá afetar usuários das principais vias de acesso à Mina de Água Limpa (rodovia estadual MG-123 e acessos locais de Rio Piracicaba) e a população local; de duração **temporária; reversível**, finalizando com o término da implantação; e, de manifestação **imediata ou em curto prazo**, ocorrendo logo com o início das atividades de implantação. Por fim o impacto é classificado como de **média magnitude**, tendo em vista o fluxo incremental de veículos e equipamentos (da ordem de 36 para as expansões da cava Morro Agudo e PDE Nova Cururu e de 8 para a ampliação do posto) que acessarão a área da Mina de Água Limpa para as obras e que este fluxo será feito em acessos internos da cidade de Rio Piracicaba (rodovia MG-123 e vias de acessos locais, passando inclusive pelo centro da cidade).

Assim, a minimização do impacto gerado pelo incremento do trânsito se dará por meio da comunicação prévia da Vale com as instituições (Prefeitura Municipal e Polícia Militar) prevista no **Programa de Comunicação Social**. A manutenção preventiva de veículos e equipamentos visando a minimização de potenciais riscos de acidentes é apresentada no âmbito do **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar.**

14.3.3.5 Incômodos à população devido à alteração da qualidade do ar e dos níveis de pressão sonora

Na implantação do Projeto ocorrerá a movimentação de veículos e equipamentos nas vias de acesso à Mina de Água Limpa e ao local das obras (rodovia MG-123 e vias locais da cidade de Rio Piracicaba até a portaria da mina), além de tarefas relacionadas à geração de ruídos e emissão de poeira (material particulado) e gases de combustão pelo tráfego de veículos e equipamentos nas frentes de obras. Cabe destacar que as fontes de geração de material particulado situam-se em áreas internas da mina e distantes de localidades no entorno do empreendimento cerca de 3 e 4 km de distância em linha reta. Entretanto, ruído e emissões de gases de combustão poderão ocorrer nas vias de acesso às obras e externas à mina, que compreendem a rodovia MG-123 e vias locais de Rio Piracicaba até a portaria.

Segundo o diagnóstico socioeconômico realizado na área de estudo, alguns entrevistados e lideranças apontaram a ocorrência de poeira como um dos problemas hoje existentes em suas comunidades.

De acordo com a análise de impactos do meio físico, a alteração da qualidade do ar pela emissão de gases de combustão e material particulado, no âmbito do meio físico, foi classificada como de **baixa magnitude**. Entretanto, a alteração poderá ser refletida como incômodo às populações das localidades mais próximas na etapa de implantação devido ao tráfego de veículos e equipamentos em vias de acessos locais.

Quanto à alteração dos níveis de pressão sonora na etapa de implantação, relacionada à geração de ruído pela movimentação de veículos, máquinas e equipamentos, além de ruídos gerados na área de expansão da cava Morro Agudo, foi avaliado para o meio físico como um impacto de **média magnitude**.

Dessa forma, as atividades relacionadas à implantação poderão causar incômodos à população residente no entorno das áreas onde serão executadas as atividades supramencionadas, com destaque para a comunidade de Morro Agudo por estar mais próxima da expansão da cava Morro Agudo (a cerca de 800 metros) e para o bairro Louis Ensch e a sede de Rio Piracicaba pelo fato de que o acesso à área do Projeto será realizado pela rodovia MG-123 e por vias locais que passam pelo centro da cidade e pelo bairro Louis Ensch.

O impacto considerado é **negativo;** de incidência **indireta**, tendo em vista que decorrerá de impactos de alteração da qualidade do ar e dos níveis de pressão sonora; de abrangência **local,** pois deverá incidir em localidades no entorno da área do empreendimento; de duração **temporária**; **reversível**, cessando com o fim da implantação; de **manifestação imediata ou em curto prazo**, ou seja, ocorrendo com o início das atividades de implantação; e de **média magnitude**, em vista do efeito cumulativo com interferências da mesma natureza já observadas na área em função dos trabalhos da Mina de Água Limpa e, em especial em relação à geração de ruído e a emissão de gases de combustão ocasionadas por veículos e equipamentos, pelo fato do único acesso à área das obras ser realizado por dentro da cidade de Rio Piracicaba e bairro Louis Ensch, podendo assim gerar incômodo à população desses locais.

As medidas para minimização dos impactos do meio físico estão previstas nos programas do Meio Físico propostos neste EIA, sendo adotadas medidas de controle e monitoramento. Serão adotadas medidas de redução e monitoramento da geração de poeira e gases, no âmbito do **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar,** já realizado para a Mina de Água Limpa. Quanto à geração de ruídos, como forma de controle serão realizadas ações conforme o **Programa de Monitoramento e Controle de Ruído**, já realizado na Mina de Água Limpa.

Como medidas são previstas ações do **Programa de Comunicação Social** com um canal de comunicação e diálogo entre a empresa e as localidades no entorno do empreendimento com a possibilidade do registro de sugestões e reclamações de modo que potenciais incômodos gerados pela atuação da Vale na região possam chegar ao seu conhecimento e que medidas de controle adicionais possam ser implementadas quando cabíveis. Além disso, o **Programa de Educação Ambiental** atuará como ação educativa na compreensão sobre os impactos socioambientais do empreendimento e respectivas medidas de controle e monitoramento.

14.4 Impactos na Fase de Operação

14.4.1 Impactos sobre o Meio Físico

14.4.1.1 Alteração da morfologia do relevo e da paisagem local

Na etapa de operação, as tarefas relacionadas à operação da lavra na cava Morro Agudo e desenvolvimento da PDE Nova Cururu acarretarão modificações na morfologia do relevo e na paisagem local por meio da conformação de taludes de corte na cava (com aprofundamento da lavra) e da formação do maciço da pilha de disposição de estéril.

A PDE Nova Cururu terá capacidade de armazenamento de 17,15 Mm^3 e ocupará uma área de 52,03 ha, alcançando uma altura final de 130,41 metros e elevação máxima de crista na cota 985 metros, acarretando alteração no relevo e na paisagem. Entretanto, cabe destacar que a PDE Nova Cururu estará situada em local sem visibilidade para as populações residentes em áreas do entorno da Mina de Água Limpa (bairros e comunidades de Rio Piracicaba) não acarretando, portanto, impacto visual aos mesmos.

Considerando os aspectos intrínsecos do plano de lavra, as modificações no relevo e na paisagem durante a expansão da cava Morro Agudo ocorrerão de forma lenta e gradual, e se estenderão pelo período de exploração da mina, previsto ao longo de uma vida útil de oito anos (entre 2022 a 2029). A expansão da cava será desenvolvida na vertente sul da serra do Morro Agudo, com aprofundamento da cava e formação de bancadas (taludes e bermas) de 10 metros de altura. Na porção leste da cava (Espigão do Pico) o pit final alcançará cotas entre 760 e 780 metros de profundidade e na porção oeste (Morro Agudo) alcançará cota de 710 metros no pit final. Desta forma haverá o impacto de alteração da morfologia do relevo e da paisagem local.

Entretanto, o fato da cava se desenvolver na vertente sul da serra de Morro Agudo, voltada para área operacional da Mina de Água Limpa e não visualizada a partir de áreas habitadas da cidade de Rio Piracicaba e, também, da comunidade de Morro Agudo, que se situa na vertente oposta ao desenvolvimento da lavra, não acarretará um impacto visual às populações do entorno.

O impacto de alteração da morfologia do relevo e da paisagem local é **negativo**; **direto**, pois decorrerá de aspecto ambiental relacionado às tarefas da etapa de operação; de **abrangência local,** podendo extrapolar a área do empreendimento; **irreversível**, pois permanecerá cessado o fato gerador; manifestando-se em **médio e longo prazo**; **permanente.** Considerando os fatos acima reportados em relação ao desenvolvimento da lavra na cava Morro Agudo e à formação da PDE Nova Cururu, o impacto sobre o relevo e a paisagem local será de **baixa magnitude**, não acarretando modificação visível às populações da cidade de Rio Piracicaba e comunidades do entorno da mina. As alterações serão visualizadas pelos trabalhadores da Mina de Água Limpa, mais especificamente por aqueles que realizam trabalhos próximos às áreas das expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu.

A minimização do impacto será realizada por meio da recuperação/revegetação das áreas afetadas pelas expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu, procurando restabelecer, ainda que parcialmente, as características anteriores à alteração do relevo e da paisagem local, propostas no âmbito do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD** apresentado no Plano de Controle Ambiental (PCA) que acompanha este EIA.

14.4.1.2 Alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa

Na etapa de operação o impacto de alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa relaciona-se à exposição de solos nos taludes da cava Morro Agudo e no maciço (bancadas e bermas) da PDE Nova Cururu, que se não protegidos por meio de revegetação e implantação de dispositivos de drenagem superficial adequados, poderão desenvolver processos erosivos ou movimentos de massa.

Cabe ressaltar ainda que a garantia da estabilidade geotécnica nos taludes da cava e bancadas da pilha de estéril é essencial para a integridade dessas estruturas e para a segurança operacional do empreendimento.

Taludes de corte na cava e taludes e bermas da pilha de estéril deverão ser desenvolvidos segundo critérios de segurança estabelecidos em projetos e deverão contar com dispositivos de drenagem superficial e instrumentos de monitoramento que possam aferir condições de estabilidade, minimizando assim riscos de desenvolvimentos de processos erosivos e de movimentos de massa (instabilidades geotécnicas).

Ressalta-se que nas frentes de lavra da cava Morro Agudo está prevista a implantação de sistema de drenagem superficial visando o escoamento adequado da drenagem pluvial incidente direcionando-a para pontos de deságue (*sumps*) implantados no fundo da cava. As bermas das bancadas da cava foram concebidas com inclinação longitudinal visando interceptar a chuva e conduzir o escoamento superficial para dispositivos de drenagem (canaletas de acesso, descidas de água e canais periféricos) e serão revestidas por uma camada de material não retrátil, de baixa permeabilidade e compactado (laterita) visando proteção da superfície. Serão implantadas canaletas de platô nos pés dos taludes, em alguns pontos da cava, visando auxiliar a condução do escoamento superficial nas bermas. Canaletas de acesso também serão implantadas visando ao escoamento das contribuições direcionadas ao corpo estradal para descidas de água e canais periféricos, que captarão as vazões provenientes das bermas, acessos e áreas adjacentes, conduzindo-as para o fundo das cavas, descartando o escoamento nos *sumps.*

Na PDE Nova Cururu o sistema de drenagem superficial previsto visa coletar as águas provenientes do escoamento superficial da pilha e entorno, conduzindo-as adequadamente até o *sump* implantado a jusante e deste dispositivo ao canal do Vale das Cobras, já existente, evitando o desenvolvimento de processos erosivos. Na pilha serão implantados os seguintes dispositivos de drenagem superficial: canaletas dos acessos; drenagem sobre as bermas da pilha; canais de drenagem; descidas de água; canais periféricos; bacias de dissipação de energia; caixas de passagem; e bueiros. Em relação à pilha, o controle operacional estabelecido para desenvolvimento do maciço garantirá a estabilidade geotécnica, minimizando a possibilidade de desenvolvimento de erosões e movimentos de massa. Ainda assim, haverá um tempo de exposição de taludes e bermas durante o desenvolvimento do maciço da pilha anteriormente à revegetação a que serão submetidas.

Analisado de forma conjunta para a etapa de operação, o impacto de alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/ movimentos de massa é **negativo; direto**; de abrangência **local,** pois a alteração poderá se manifestar no entorno da área de intervenção; manifestando-se em **médio a longo prazo**, ou seja, demandando um intervalo de tempo para ocorrer; **temporário**; **reversível**, pois cessado o aspecto gerador o meio poderá retornar a uma condição de equilíbrio. O impacto é avaliado como de **média magnitude**, considerando principalmente o fato de que as bancadas desenvolvidas na expansão da cava Morro Agudo permanecerão expostas até o final da vida útil do empreendimento (8 anos) e assim poderão desenvolver processos erosivos ou movimentos de massa (rupturas em cunha, deslizamentos nas faces do talude, rupturas circulares) ao longo deste tempo.

As medidas de controle previstas para estas áreas estão contempladas no **Programa de Controle de Processos Erosivos.** Serão também realizadas ações de recuperação e revegetação de áreas expostas conforme **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD**.

14.4.1.3 Alteração da qualidade das águas dos cursos d'água pelo carreamento de sedimentos

Conforme descrito no item anterior, na operação ocorrerá a alteração da estrutura do solo, podendo ocorrer o desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa na área de desenvolvimento das frentes de lavra da cava Morro Agudo e na área de formação da PDE Nova Cururu.

O aumento das superfícies expostas na cava Morro Agudo em expansão poderá elevar a predisposição ao desenvolvimento de processos erosivos, em função da desestruturação da superfície do solo e/ou substrato exposto, podendo acarretar o carreamento de sedimentos, principalmente durante as chuvas, podendo assim causar alteração na qualidade das águas dos cursos d'água a jusante.

A movimentação e exposição de material desagregado na área da PDE Nova Cururu também poderá acarretar o carreamento de sedimentos, causando a alteração da qualidade das águas de drenagens a jusante. Além disso, o acesso operacional não pavimentado entre a cava Morro Agudo e a PDE Nova Cururu também será fonte de sedimentos carreáveis pela ação das águas de chuva incidentes nesta superfície.

Dentro do contexto da atividade de mineração, o carreamento de sedimentos é praticamente inevitável, uma vez que ocorrerá em áreas expostas e com movimentação de solos, como cavas, pilhas de estéril e acessos operacionais.

O impacto de alteração da qualidade das águas dos cursos d'água pelo carreamento de sedimentos, no caso deste empreendimento, poderá afetar as drenagens da sub bacia do córrego Vale das Cobras e o córrego do Diogo, receptor desse curso d'água. A alteração da qualidade das águas superficiais se relaciona aos sólidos sedimentáveis, suspensos e dissolvidos carreados para as águas, os quais estão diretamente associados a diversas alterações físico-químicas das águas, tais como cor, turbidez, e principalmente por um potencial aumento em elementos (como por exemplo ferro e manganês) constituintes das litologias presentes na região do empreendimento.

Estes processos podem ser controlados por meio da implantação de sistemas eficientes de controle da geração de processos erosivos/ movimentos de massa e carreamento de sedimentos, como os dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos, previstos no **Programa de Controle de Processos Erosivos**, apresentado no PCA do empreendimento.

Conforme detalhado no item anterior, a água pluvial incidente sobre as superfícies expostas nas frentes de lavra da expansão da cava Morro Agudo será direcionada por meio de dispositivos de drenagem superficial para *sumps* implantados no pit final. O material sólido é sedimentado nesses *sumps e* a água infiltrada no próprio terreno ou bombeada para fora da cava e encaminhada ao reservatório da barragem do Diogo, que fará mais um controle efetivo na retenção de sedimentos, antes do lançamento das águas no córrego do Diogo e no rio Piracicaba.

A PDE Nova Cururu terá um sistema de controle formado por dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos, dentre eles o *sump* a jusante dessa estrutura, já existente e que será adequado para atendimento a este projeto. Além disso, o sequenciamento construtivo da pilha prevê a revegetação concomitante durante seu alteamento, de modo a minimizar a geração de áreas expostas passíveis de desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa e carreamento de sedimentos às drenagens a jusante.

Nas demais áreas expostas, como o acesso operacional entre a cava e a expansão da PDE Nova Cururu, também serão implantados dispositivos de drenagem superficial e de retenção de sedimentos, visando minimizar o carreamento de sedimentos aos cursos d'água a jusante.

Assim, o impacto de alteração da qualidade das águas é **negativo;** de incidência **indireta**, pois decorrente de outro impacto (alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processo erosivo); de **abrangência local**, considerando que poderá extrapolar a área de intervenção do empreendimento alcançando seu entorno; de **manifestação imediata ou curto prazo**; **temporário**; **reversível**, já que, cessada a fonte de emissão, o meio possui potencial de recomposição. Considerando-se os sistemas de controle previstos para as áreas de expansão do Projeto (cava e pilha), além da existência de uma estrutura de contenção de sedimentos final (barragem do Diogo), o impacto é avaliado como de **baixa magnitude**.

Cabe ressaltar que o impacto em pauta também será minimizado por meio de ações de recuperação e revegetação das áreas expostas previstas no **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD**.

Para avaliação da eficiência dos dispositivos de controle do carreamento de sólidos, durante a operação do empreendimento será mantido o **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais** atualmente em execução pela Vale.

14.4.1.4 Alteração da qualidade das águas superficiais pela geração de efluentes (sanitários e oleosos)

Na operação a alteração da qualidade das águas superficiais também estará associada à geração de efluentes sanitários, pelo uso de instalações sanitárias e refeitório dos trabalhadores vinculados à operação do empreendimento, e, à geração de efluentes oleosos no Posto da Mina de Água Limpa durante o descarregamento de combustíveis nos tanques e o abastecimento de veículos e equipamentos.

Cabe destacar que a operação do empreendimento objeto deste EIA possibilitará a continuidade das operações atuais da Mina de Água Limpa, não sendo previstos incrementos de mão de obra ou na frota de equipamentos e veículos em relação à atual. Assim, os efluentes líquidos (sanitários e oleosos) gerados na operação não sofrerão alteração e permanecerão sendo tratados pela Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e pelo separador de água e óleo (SAO), licenciados e já operantes na Mina de Água Limpa. Após tratado o efluente da ETE é direcionado para o córrego do Elefante. O efluente oleoso tratado no SAO é recirculado no processo e o resíduo oleoso é recolhido e destinado de forma adequada por empresa homologada. Os efluentes tratados são monitorados quanto ao atendimento aos padrões

da Resolução CONAMA nº 430/2011, para lançamento de efluentes. Ressalta-se que no diagnóstico ambiental não foi evidenciada alteração na qualidade das águas superficiais em termos de matéria orgânica e óleos e graxas.

Assim, o impacto de alteração da qualidade das águas pela geração de efluentes é **negativo**; **direto**, uma vez que decorre da geração de efluentes na operação de estruturas do projeto; **reversível,** já que os cursos d'água poderão retornar a uma situação de equilíbrio se cessada a ação impactante; **temporário**, pois será de forma descontínua; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, pois a alteração poderá ocorrer logo após a geração do aspecto gerador do impacto; abrangência **local**, uma vez que a alteração poderá se manifestar além da área de intervenção do empreendimento. Por fim o impacto é avaliado como de **magnitude desprezível**, considerando tanto os sistemas de controle ambiental previstos (ETE e SAO), além do fato de que não são previstos incrementos de geração de efluentes para operação do Projeto em estudo em relação às operações atuais da Mina de Água Limpa.

O monitoramento da qualidade das águas superficiais e dos efluentes previsto e já executado pela Vale no **Programa de Monitoramento e Controle de Efluentes Líquidos e Oleosos**, será mantido durante toda a operação e servirá para avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento e verificar potenciais interferências na qualidade das águas dos cursos d'água receptores.

14.4.1.5 Alteração da qualidade do solo pela geração de resíduos sólidos

Na operação serão gerados resíduos sólidos provenientes da movimentação de trabalhadores e pelas atividades operacionais do projeto em estudo, constituídos principalmente por resíduos de escritórios, restaurante, ambulatório e almoxarifado, que, se não dispostos adequadamente, poderão causar alterações nas características dos solos e possível contaminação.

De modo a controlar este impacto, próximo a cada área geradora de resíduos, são previstos coletores seletivos e depósitos intermediários de resíduos (DIR), onde os materiais serão armazenados temporariamente, para seu posterior envio à Central de Materiais Descartados (CMD) da Mina de Água Limpa.

O DIR contará com compartimentos tipo gaiola para o acondicionamento dos resíduos de menor volume e com caçambas estacionárias para aqueles de maior densidade volumétrica, obedecendo a padronização de cores e identificação, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 275/2001.

Uma vez na CMD e esgotadas todas as possibilidades de reutilização ou reciclagem interna, os resíduos serão encaminhados para destinação final ambientalmente adequada, por meio de comercialização ou doação. A destinação final dos resíduos será de responsabilidade da Vale e seguirá práticas já consolidadas no **Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS** da Mina de Água Limpa.

Considerando que as equipes envolvidas na operação serão compostas por trabalhadores já alocados para a operação da Mina de Água Limpa, sem haver acréscimo de mão de obra, não haverá incremento significativo na geração de resíduos em sua decorrência.

O impacto de alteração das propriedades dos solos pela geração de resíduos sólidos na operação é **negativo;** de incidência **direta**, pois decorrera de aspecto ambiental gerado por tarefas da operação; de abrangência **pontual,** pois a alteração se restringirá às áreas de intervenção; **reversível**, sendo que cessada a geração dos resíduos, o ambiente pode se recompor; **temporário**; e, de manifestação **imediata ou em curto prazo**, pois a alteração ocorrerá imediatamente após o aspecto que o desencadeou. Considerando a adoção de procedimentos de gestão de resíduos, o impacto será de **baixa magnitude**.

14.4.1.6 Alteração da qualidade do ar pela geração de emissões atmosféricas (material particulado e gases de combustão)

Da mesma forma que na etapa de implantação, na operação do empreendimento a alteração da qualidade do ar estará relacionada a dois tipos de emissões geradas: material particulado suspenso e emissões de gases de combustão pela queima de combustíveis fósseis.

A alteração da qualidade do ar pela geração de material particulado também se relaciona às tarefas de movimentação de veículos e equipamentos para transporte de pessoal e insumos em acessos da mina não pavimentados; formação da pilha PDE Nova Cururu, com carregamento dos caminhões de material estéril na cava e descarregamento na área da pilha; desmonte, carregamento de minério nas frentes de lavra; transporte de minério por caminhões fora de estrada entre a cava e a britagem primária/secundária (já existente e localizada próxima da área da cava Morro Agudo); transporte de minério britado até a usina de beneficiamento por meio de TCLD (Transportador de Correia de Longa Distância existente com cerca de 2 km de comprimento); transporte do produto beneficiado até o pátio de embarque, sendo a maior parte transportado por meio de mineroduto e uma parcela por caminhões até o pátio de embarque.

A alteração da qualidade do ar também se relaciona à emissão de gases de combustão pela queima de combustíveis fósseis de máquinas, veículos e equipamentos utilizados nas áreas operacionais. Se avaliados isoladamente, cada equipamento, máquina ou veículo não emite quantidades significativas de gases de combustão; entretanto serão avaliadas todas as fontes de emissão conjuntamente.

Cabe ressaltar que, durante a operação, para o controle da emissão de material particulado e gases de combustão provenientes das tarefas acima mencionadas serão mantidas medidas de controle e minimização já realizadas na Mina de Água Limpa como: aspersão de água por meio de caminhões-pipa nas vias de acesso e circulação interna do empreendimento onde haverá o tráfego de veículos, equipamentos e máquinas; aspersão nas frentes de lavra no período que antecede às detonações programadas; aspersão na disposição de material estéril para a conformação dos bancos da PDE Nova Cururu); manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos utilizados na operação do empreendimento de forma a minimizar a emissão de gases de combustão provenientes do funcionamento dos mesmos; e, revegetação de áreas expostas (taludes e bermas da cava e pilha) a fim de evitar/minimizar o arraste eólico e, consequentemente, a suspensão de materiais particulados. Ressalta-se que a umectação será realizada com maior frequência entre os meses de abril e setembro (período de seca), e em menor frequência, entre os meses de outubro e março (período chuvoso) e que está previsto o uso de polímero para aumentar a eficiência da aspersão.

Para avaliação do impacto da qualidade ao ar foram analisados os resultados do "Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa" (SETE, 2021, apresentado no **Anexo 22** deste EIA), que apresenta uma modelagem do cenário de operação da Mina de Água Limpa, considerando todas as fontes de emissão de material particulado, incluindo as áreas representadas pelas expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu. O material particulado a ser gerado pelas fontes mapeadas nas áreas do futuro projeto, quando acrescidas com as fontes atuais da operação da Mina de Água Limpa, apresentaram potencial de alteração da qualidade do ar na região de entorno da mina e da área do projeto em estudo.

De acordo com o estudo de dispersão foram analisados três pontos situados em localidades no entorno e mais próximas do empreendimento: P01- bairro Louis Ensch, P02 - bairro Santa Isabel e P03 - comunidade Morro Agudo. A principal fonte mapeada de material particulado foi decorrente do trânsito de veículos em vias não pavimentadas na área da Mina de Água Limpa. De acordo com os resultados do EDA a comunidade Morro Agudo é a localidade que possui maior probabilidade de registro de concentrações mais elevadas de material particulado. Com relação à primeira máxima de 24 h, somente no ponto localizado na comunidade Morro Agudo foram registradas concentrações acima dos padrões legais (PTS -304,5 $\mu g/m^3$ e PM_{10} -125,1 $\mu g/m^3$, sendo os padrões legais de 240,0 $\mu g/m^3$ e 120,0 $\mu g/m^3$, respectivamente). A partir da 2ª máxima a concentração de material particulado neste ponto se manteve abaixo do padrão legal. Com relação aos pontos situados nos bairros Louis Ensch e Santa Isabel, as concentrações máximas de 24 h mantiveram-se abaixo dos padrões legais. E com relação ao período de média anual, os três pontos analisados registraram concentrações significativamente abaixo do padrão legal de 80 $\mu g/m^3$.

Deste modo, o impacto de alteração da qualidade do ar pela geração de material particulado será **negativo**; **direto**, pois decorrerá da geração de material particulado suspenso pelas tarefas realizadas na operação; **reversível**, já que, cessadas as fontes de geração de material particulado, o ambiente tem potencial de se recompor à condição natural; **temporário**, pois ocorrerá de forma descontínua; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, ou seja, imediatamente após o aspecto ambiental gerado (geração de material particulado); e de **abrangência local**, já que os efeitos poderão alcançar o entorno da área do empreendimento. Para a operação o impacto é avaliado como de **baixa magnitude**, em vista dos resultados apontados no Estudo de Dispersão Atmosférica e a realização de medidas de controle realizadas na operação da Mina de Água Limpa, acima mencionadas, que serão mantidas.

Para o impacto de alteração da qualidade do ar pela geração de gases de combustão manteve-se a mesma classificação do impacto relacionado à emissão de material particulado (negativo; direto; reversível; temporário; manifestação imediata ou curto prazo; abrangência local); entretanto, neste caso, terá **magnitude desprezível**, tendo em vista que não haverá incremento na frota de veículos e equipamentos em relação as operações atuais da Mina de Água Limpa.

Como medida mitigação e de acompanhamento da qualidade do ar durante a etapa de operação será mantido o **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar**, o qual já é realizado no complexo minerador. As áreas permanentemente expostas na pilha, quando finalizadas, serão revegetadas de acordo com o **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD**.

14.4.1.7 Alteração do nível de pressão sonora pela geração de ruído e de vibração

Na operação do empreendimento, a geração de ruídos estará relacionada à movimentação de veículos e equipamentos nas frentes de trabalho, ao desmonte de rochas nas frentes de lavra e ao funcionamento de equipamentos como empilhadeira, pá carregadeira, trator de esteira, caminhão fora de estrada, etc. Ocorrerá também o impacto de alteração do nível de vibração em função do desmonte de rochas com uso de explosivos nas frentes de lavra da cava Morro Agudo e da movimentação de caminhão fora de estrada entre a cava e a britagem primária/secundária.

Atualmente, a Vale S/A já desenvolve um programa de monitoramento dos níveis de ruídos, sendo os resultados apresentados no diagnóstico ambiental do meio físico deste EIA. Conforme mencionado anteriormente, no âmbito desse mesmo impacto avaliado para a etapa de implantação, o diagnóstico ambiental indicou desvios em relação à legislação aplicável especialmente na comunidade Morro Agudo, onde os padrões normativos são mais restritivos que no bairro Louis Ensch devido ao tipo de uso e ocupação do solo das localidades, sendo a comunidade Morro Agudo uma área de sítios e fazendas e o bairro municipal uma área mista predominantemente residencial.

O monitoramento dos níveis de vibração considerando-se as operações atuais da Mina de Água Limpa, já realizado pela Vale S/A, indicou que no bairro Louis Ensch os níveis de vibração segundo critérios de Whiffin & Leonard (1971) são caracterizados como “no limiar da percepção” para reação humana sem causar danos a construções, e, segundo critérios definidos por legislações internacionais (ver item 11.5.13 – Vibração do Volume 1 deste EIA) é considerado “levemente perceptível”. Já na comunidade Morro Agudo, mais próxima à atual cava de Morro Agudo, os resultados do monitoramento, segundo Whiffin & Leonard (1971) são classificados como “perceptível” também sem danos a construções e segundo as legislações internacionais como “claramente perceptível”. Segundo critério da ABNT NBR 9653:2018, o monitoramento nas duas localidades indica que as vibrações da operação atual da mina estão em conformidade com os limites estabelecidos pela referida norma.

A análise da alteração do nível de pressão sonora e vibração é realizada conjuntamente para todas as tarefas operacionais que possam gerar ruído e vibração. Nesta fase haverá uma movimentação de veículos e equipamentos mais restrita que na fase de implantação, não sendo previstos acréscimos de maquinário em relação as operações atuais da Mina de Água Limpa, uma vez que serão mantidos os mesmos níveis de produção de minério bruto. O impacto é **negativo**; **direto**, decorrendo do aspecto e tarefas operacionais citadas; **temporário**; **reversível**, pois cessadas as fontes emissoras de ruído e vibração, o ambiente retorna às suas condições naturais; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, pois ocorrerá imediatamente após a ação que o desencadeou; e, de **abrangência local**, pois poderá alcançar o entorno mais próximo das áreas de intervenção. Por fim, é classificado como de **baixa magnitude**. Conforme mencionado acima esses desvios de ruído foram verificados na comunidade de Morro Agudo onde os padrões normativos são mais restritivos por ser uma área de sítios e fazendas; entretanto esta é uma comunidade de sitiantes onde há somente um morador permanente. Além disso, conforme registros do monitoramento realizado pela Vale, os resultados para os quais houve desatendimento ao limite legal decorreram de influências sonoras de fauna, tráfego de veículos e ruído ambiente.

Em relação à vibração, segundo o monitoramento realizado atualmente, somente em Morro Agudo os resultados foram "perceptíveis" ou "claramente perceptíveis", segundo Whiffin &Leonard (1971) e legislações internacionais, respectivamente, sendo que de acordo com a ABNT os registros de vibrações atuais estão em conformidade com os limites estabelecidos pela referida norma.

Como medida será realizada a manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos. O acompanhamento da alteração dos níveis de pressão sonora e vibração será realizado por meio do **Programa de Monitoramento de Controle de Ruído** e do **Programa Monitoramento e Controle Sismográfico**, já realizado na Mina de Água Limpa, os quais contemplam pontos posicionados nas localidades situadas no entorno das áreas de intervenção do projeto, como a comunidade Morro Agudo e o bairro Louis Ensch.

14.4.1.8 Alteração da disponibilidade hídrica dos cursos d'água pelo rebaixamento do nível d'água subterrâneo

Na etapa de operação, conforme apresentado no estudo hidrogeológico (WATERGEO SOLUTIONS, 2020), apresentado no **Anexo 10** deste EIA e sintetizado no item Hidrogeologia do diagnóstico do meio físico, haverá o impacto de interferência na vazão (alteração da disponibilidade hídrica) de alguns cursos d´água durante o processo de rebaixamento do nível d'água subterrâneo para operação da expansão da cava Morro Agudo (cavas Morro Agudo e Espigão do Pico) até o ano de 2029.

Segundo Watergeo Solutions (2020), a área apresenta uma disponibilidade hídrica total da ordem de 281 m^3/h, associada às descargas subterrâneas nos cursos d'água das sub-bacias presentes na área de estudo e área do Projeto (Quadro 243). A simulação do rebaixamento do nível d'água para o plano de final de lavra (previsto para 2029) indicou uma redução total da ordem de 74 m^3/h na vazão total dos cursos d'água, correspondendo a uma redução de aproximadamente 26% em relação à situação inicial (calibração). Em contrapartida, a disponibilidade hídrica permanecerá constante, tendo em vista que haverá uma disponibilidade de vazão da ordem também de 74 m^3/h do desaguamento da cava, que será utilizada para reposição nos cursos d'água afetados (WATERGEO SOLUTIONS, 2020). Conforme mostra o Quadro 244 seguinte, a principal alteração de vazão será na sub-bacia do córrego Vale das Cobras (que compreende os córregos Vale das Cobras, do Diogo e as drenagens 1, 2 e 3), com redução da ordem de 68 m^3/h em relação à vazão inicial de calibração. A sub-bacia do córrego Pé-de-Serra apresenta redução da ordem de 4 m^3/h; e, por fim, as sub-bacias dos córregos Olaria e Cururu mostram reduções de vazão inferiores a 1 m^3/h (WATERGEO SOLUTIONS, 2020).

Quadro 243 Comparativo entre as descargas de água subterrânea dos cursos d'água no entorno da cava Morro Agudo/Espigão do Pico (WATERGEO SOLUTIONS, 2020)

Vazão atual x vazão dom rebaixamento nos cursos d'água					
Curso d'água	**Sub-bacia**	**Vazão atual calibração (m^3/ h)**	**Vazão com o rebaixamento (m^3/ h)**	**Variação na vazão**	
				(m^3/ h)	**%**
Córrego Pé-de-Serra	Córrego Pé-de-Serra	55,56	51,33	-4,23	-7,60 %
Córrego Vale das Cobras	Córrego Vale das Cobras	83,30	59,75	-23,55	-28,27%
Córrego/ Barragem do Diogo	Córrego Vale das Cobras	21,12	21,13	0,00	0,002%
Drenagem 1	Córrego Vale das Cobras	5,06	0,96	-4,10	-81,01%
Drenagem 2	Córrego Vale das Cobras	33,80	0,00	-33,80	-100%
Drenagem 3	Córrego Vale das Cobras	42,05	35,00	-7,05	-16,77%
Córrego Olaria	Córrego Olaria	10,56	10,32	-0,24	- 2,28%
Córrego Cururu	Córrego Cururu	29,39	28,80	-0,59	-2,00%
Total	**-**	**~281,00**	**~207,00**	**~74**	**~ - 26%**
Desaguamento previsto nas cavas Morro Agudo e Espigão do Pico					
Cava	-	-	**Vazão prevista de desaguamento (m^3/ h)**		
Morro Agudo	-	-	33,88	-	-
Morro Agudo Sul	-	-	5,40	-	-

Curso d'água	Sub-bacia	Vazão atual calibração (m³/ h)	Vazão com o rebaixamento (m³/ h)	Variação na vazão	
				(m³/ h)	%
Espigão do Pico	-	-	34,70	-	-
Total desaguamento	**-**	**-**	**~74,00**	**-**	**-**
Balanço da disponibilidade hídrica atual x após rebaixamento					
	-	**Volume atual (m³/ h)**	**Volume após rebaixamento (m³/ h)**	-	-
Disponibilidade hídrica total	**-**	**~281,00**	**~281,00**	**0**	**0%**

Quadro 244 Alterações das vazões nas sub-bacias do entorno da cava Morro Agudo/Espigão do Pico de acordo com o modelo hidogeológico (WATERGEO SOLUTIONS, 2020)

Sub-bacia	Cursos d'água	Vazão atual calibração (m³/ h)	Vazão com o rebaixamento (m³/ h)	Variação de vazão	
				(m³/ h)	%
Córrego Pé-de-Serra	Córrego Pé-de-Serra	55,56	51,33	-4,23	-7,60%
Córrego Vale das Cobras	Córregos Vale das Cobras; Diogo, e Drenagens 1, 2 e 3	185,33	116,84	-68,49	- 36,95%
Córrego Olaria	Córrego Olaria	10,56	10,32	-0,24	- 2,28%
Córrego Cururu	Córrego Cururu	29,39	28,80	-0,59	- 2,00%
Disponibilidade hídrica total		**~281,00**	**~207,00**	**~74,00**	**~26%**

Assim, o impacto de alteração da disponibilidade hídrica dos cursos d'água pelo rebaixamento do nível d'água subterrâneo é **negativo**; **direto**; de **abrangência local**, incidindo na área de intervenção e seu entorno; de manifestação em **médio a longo prazo**; **permanente**; **reversíve**l, considerando que cessado o aspecto gerador do impacto (rebaixamento do nível d'água) há potencial de retomada do meio à situação normal, ainda que a longo prazo. O impacto é avaliado como de **média magnitude**, tendo em vista a redução da ordem de 26% na disponibilidade hídrica dos cursos d'água no entorno da área do projeto.

Como medida de mitigação do impacto de alteração da disponibilidade hídrica (vazão) dos córregos sob interferência do rebaixamento do nível d'água para operação da expansão da cava Morro Agudo, prevê-se a reposição das vazões aos cursos d'água afetados por meio do direcionamento das águas bombeadas pelo sistema de rebaixamento do nível d'água para as drenagens impactadas. A água explotada nos poços com o rebaixamento do nível d'água para a expansão da cava Morro Agudo (frentes de lavra Morro Agudo e Espigão do Pico) será direcionada para sub-bacia do córrego Vale das Cobras, que apresentou o maior impacto indicado pela simulação do modelo hidrogeológico computacional (WATERGEO SOLUTIONS, 2020). Ressalta-se que, o impacto é identificado no trecho de montante dessa sub-bacia, mais próximo à cava, sendo que a jusante há a barragem do Diogo, responsável pela regularização da vazão do córrego Vale das Cobras. Entende-se que, tal situação se configura como uma condição positiva do ponto de vista da viabilidade ambiental do projeto, no que tange ao rebaixamento do nível d'água, já que, considerando a disposição da água de rebaixamento a disponibilidade hídrica do curso d'água se manterá inalterada a jusante da barragem do Diogo.

O córrego Pé-de-Serra apresentou uma redução pequena da ordem de 4 m^3/h, de acordo com a simulação. Cabe ressaltar que os córregos Olaria e Cururu apresentaram reduções inferiores a 1 m^3/h que podem estar associadas às incertezas do modelo hidrogeológico numérico; sendo assim alteração na disponibilidade hídrica nesses cursos d'água é potencial e somente será confirmada com a calibração do modelo após os poços tubulares estarem operando na cava. Os possíveis impactos nesses cursos d'água, assim como no córrego Vale das Cobras, serão avaliados de forma mais assertiva no pedido de outorga para rebaixamento do nível d'água, a partir da calibração e simulação do modelo numérico em regime transitório, tendo por base os resultados do estudo de pesquisa hidrogeológica a ser realizada na região das cavas Morro Agudo e Espigão.

14.4.2 Impactos do Meio Biótico

14.4.2.1.1 Perda de indivíduos da fauna

A perda de indivíduos da fauna poderá ocorrer também durante a operação do empreendimento. Embora não esteja previsto aumento de trabalhadores e equipamentos que possam contribuir para este impacto nesta etapa, considera-se que poderá haver ainda a movimentação da fauna afugentada durante a etapa de implantação.

Na operação a perda fauna poderá ocorrer pela movimentação de veículos e equipamentos nas frentes de lavra ou no desenvolvimento da PDE Nova Cururu (transporte e disposição de material estéril). A circulação desses equipamentos na operação, etapa imediata à implantação quando está previsto o afugentamento da fauna, ainda poderá trazer riscos de atropelamento e morte da fauna circulante na área destinada ao Projeto. Os espécimes da fauna ficarão mais susceptíveis a morte acidental não somente por atropelamento na busca por locais de refúgio, mas, também, pela disputa por recursos, alimentos e novos locais para se estabelecer.

Considerando, portanto, a geração de ruído e o afugentamento da fauna gerado na Fase de Implantação, este impacto é, portanto, **negativo**, **indireto** (pois ocorre como consequência das atividades de Operação, geração de ruído e do afugentamento da fauna pontuado para a Fase de Implantação), de **abrangência local**, **temporário**, **irreversível**, de **manifestação imediata** e classificado como de **baixa magnitude**.

Para evitar o atropelamento de fauna, sugere-se a instalação de lombadas, placas educativas e instituição de limites máximos de velocidade. Eventuais alterações nas comunidades faunísticas serão também alvo de monitoramento pelo **Programa de Monitoramento de Fauna**, já executado pelo empreendedor.

14.4.2.1.2 Alteração das populações da fauna aquática - ictiofauna e biota aquática

O impacto prognosticado para o Meio Físico de alteração da qualidade das águas pelo carreamento de sedimentos poderá afetar os cursos d'água da sub-bacia do córrego Vale das Cobras e do córrego do Diogo, receptor desse curso d'água. A alteração da qualidade das águas superficiais se relaciona ao carreamento de sedimentos que, mesmo após as devidas ações de controle, poderão apresentar alterações físico-químicas tais como cor, turbidez, aumento da presença de elementos como por exemplo ferro e manganês, os quais, cabe ressaltar, são constituintes das litologias na região do empreendimento e, portanto, podem estar presentes nas águas dos corpos hídricos.

Assim, na operação, da mesma forma que na implantação, tem-se o impacto de alteração das populações da fauna aquática advindo do impacto de alteração da qualidade das águas pelo carreamento de sedimentos.

Conforme diagnosticado, os cursos d'água da área do Projeto e seu entorno refletem os efeitos inerentes à presença da atividade minerária e às baixas ordens da hierarquia fluvial e, assim, suportam comunidades planctônicas e bentônicas simplificadas. A tendência esperada é que com a operação do Projeto o cenário de comprometimento das condições morfoambientais sejam mantidas, mantendo-se, assim, a atual estrutura das biocenoses.

O aumento dos níveis de turbidez da água afeta, ainda, as populações de peixes, conforme descrito para a etapa de implantação. Vale pontuar que, apesar da turbidez das águas poder ser um fator natural decorrente de chuvas, há de se considerar que as atividades de operação (como movimentação de veículos e equipamentos em áreas de solo exposto) poderão acarretar o carreamento de sedimentos, afetando as condições dos ambientes utilizados pela ictiofauna.

Assim, o impacto de alteração da biota aquática é **negativo**; de **manifestação indireta**, pois decorrente de outro impacto (alteração da qualidade da água); de **abrangência local**, considerando que tal impacto não se limita às áreas de intervenção direta do Projeto; de **manifestação imediata** ou curto prazo; **temporário**; **reversível**, já que, cessada a fonte de emissão, o meio possui potencial de recomposição. Considerando-se os sistemas de controle previstos para as áreas de expansão do Projeto (cava, pilha e posto de combustíveis), além da existência de uma estrutura de contenção de sedimentos final (barragem do Diogo), o impacto é avaliado como de **baixa magnitude**.

Ressalta-se que são previstas ações de controle do carreamento por meio de sistemas eficientes, como os dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos nas áreas de expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu, previstos no **Programa de Controle de Processos Erosivos**, apresentado no PCA do empreendimento.

Cabe ressaltar que o impacto em pauta também será também minimizado por meio de ações de recuperação e revegetação das áreas expostas pelas atividades de Operação do Projeto previstas no **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD**. Para avaliação da eficiência dos dispositivos de controle do carreamento de sólidos, durante a operação do empreendimento será mantido o **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais** e pelo **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade dos Efluentes** atualmente em execução pela Vale na Mina de Água Limpa. Além disso, ações do **Programa de Monitoramento de Fauna** são indicadas para acompanhamento das alterações populacionais da ictiofauna.

14.4.3 Meio Socioeconômico e Cultural

14.4.3.1 Manutenção de postos de trabalho permanentes e da geração de emprego e renda

A operação do Projeto demandará a utilização da mão de obra já existente na Mina de Água Limpa, e que estará envolvida com a operação desse empreendimento durante as expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu, e com a operação do Posto da Mina de Água Limpa. Assim, não será necessária a contratação de mão de obra adicional para a operação do projeto.

Destaca-se que o número de empregos permanentes a serem mantidos na Mina de Água Limpa, além daqueles associados aos setores fornecedores de bens e serviços destinados aos consumidores e ao empreendimento, será capaz de evitar perdas significativas na estrutura econômica do município de Rio Piracicaba, considerando a estrutura econômica e o porte do mercado de trabalho formal nesse município. Ressalta-se que em 31/12/2018, conforme diagnóstico, havia 2.324 postos formais de trabalho.

Diante do exposto, o impacto é considerado como **positivo**; de incidência **direta,** advindo de atividades relacionados à operação; de abrangência **regional**, afetando principalmente o município de Rio Piracicaba e cidades mais próximas; de duração **permanente** ao longo da vida útil do empreendimento; **reversível** no longo prazo, considerando-se aqui o término das atividades minerárias; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, ocorrendo com o início da etapa de operação. O impacto foi avaliado como de **média magnitude**, considerando o comentário supramencionado.

O **Programa de Comunicação Social** deverá implementar ações visando informar sobre as características do empreendimento.

14.4.3.2 Continuidade da arrecadação tributária

O Projeto em pauta visa a dar continuidade à operação da Mina de Água Limpa com a expansão de suas atividades atuais de lavra.

Desta forma, durante a operação do Projeto será mantida a contratação de serviços e a compra de insumos e bens finais, mantendo-se a arrecadação de tributos, especialmente os impostos indiretos, a saber o ISSQN (Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza), referente à contratação de serviços de terceiros por parte de empresas e consumidores, e o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços), tributo de competência estadual e com repasse de 25% no valor arrecadado ao município de ocorrência do fato gerador, pela compra de insumos, contratação de serviços de transporte e dispêndio da massa salarial gerada pelo aumento no nível de emprego. Rio Piracicaba será o município mais beneficiado pelo fato do empreendimento estar em sua maior parte nele situado. Entretanto, Santa Bárbara também se beneficiará considerando que o Posto da Mina Água Limpa que será ampliado situa-se neste município.

Além disso, a ampliação da produção mineral implicará na continuidade da arrecadação da CFEM, que no ano de 2019 respondia por 31,62% do total de R$ 65,12 milhões arrecadados pela Prefeitura Municipal de Rio Piracicaba.

Ainda que, com uma demanda muito reduzida se comparada à verificada na etapa de implantação do Projeto, na operação, a Vale S/A continuará priorizando a aquisição de equipamentos, serviços e bens de consumo em empresas das cidades mais próximas à Mina de Água Limpa, em especial Rio Piracicaba. Haverá manutenção da renda de trabalhadores e empresários decorrentes dos empregos diretos da operação, da demanda dos fornecedores do empreendimento e setores ofertantes de bens e serviços aos consumidores. Como consequência, haverá a manutenção do nível de dispêndio da renda local, garantindo a arrecadação do ISSQN e ICMS no município de Rio Piracicaba e, em menor escala em Santa Bárbara, pela arrecadação associada ao Posto da Mina de Água Limpa que será ampliado.

Trata-se de um impacto **positivo**; de incidência **direta** pela operação do Projeto; abrangência **regional**, pois a alteração se manifesta principalmente em Rio Piracicaba, além de Santa Bárbara; de duração **permanente**, pois o incremento na arrecadação se manifestará por todo o período de operação do empreendimento; **reversível**, cessando o impacto ao final dos oito anos da operação; de manifestação **imediata ou em curto prazo,** manifestando-se com o início das atividades de operação; e, por fim, classificado como de **média magnitude**, levando-se em consideração as características das atividades de operação, em que pese não demandar grande quantidade de insumos, bens finais e serviços. A continuidade na arrecadação da CFEM para o município de Rio Piracicaba representa um ganho significativo para a Prefeitura Municipal. Em Santa Bárbara, por sua vez, o crescimento na arrecadação representaria um impacto desprezível frente o nível de arrecadação da Prefeitura Municipal considerando-se que haverá somente uma ampliação de tanques de combustível no posto existente.

14.4.3.3 Incômodos à população devido à alteração da qualidade do ar e dos níveis de pressão sonora e vibração

Segundo a avaliação de impactos do meio físico, na etapa de operação, ocorrerão os impactos de alteração da qualidade do ar pela geração de emissões de material particulado e gases de combustão e alteração dos níveis de pressão sonora pela geração de ruído e vibração, relacionados às atividades de movimentação de veículos e equipamentos, disposição de material estéril na PDE Nova Cururu e desmonte (detonações), carregamento e transporte de minério nas frentes de lavra da cava Morro Agudo.

Segundo os resultados do Estudo de Dispersão Atmosférica realizado para a Mina de Água Limpa (**Anexo 23** deste EIA), sintetizados no item Prognóstico com o Empreendimento (item 13 deste EIA), verificou-se que o material particulado a ser gerado pelas fontes mapeadas nas áreas do Projeto em estudo (expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu), quando acrescidas das fontes atuais de operação da Mina de Água Limpa, apresentaram potencial de alteração da qualidade do ar na região de entorno, sendo que a principal fonte mapeada de material particulado foi decorrente do tráfego de veículos e equipamentos em vias não pavimentadas internas da mina. Verificou-se ainda que, dentre as regiões habitadas no entorno do empreendimento, a comunidade Morro Agudo é a que possui maior probabilidade de registro de concentrações mais elevadas de poluentes atmosféricos.

Já o monitoramento dos níveis de vibração, conforme apresentado no diagnóstico de meio físico deste EIA, considerando-se as operações atuais da Mina de Água Limpa, também já realizado pela Vale S/A, indicou que no bairro Louis Ensch os níveis de vibração, segundo critérios de Whiffin & Leonard (1971), são caracterizados como "no limiar da percepção" para reação humana sem causar danos a construções e segundo critérios estabelecidos por legislações internacionais "levemente perceptível". Já na comunidade Morro Agudo, mais próxima a atual cava, os resultados do monitoramento, segundo critérios de Whiffin & Leonard (1971), são caracterizados como "perceptível" também para a reação humana e, também sem causar danos a construções e, segundo as legislações internacionais como "claramente perceptível". Em termos estruturais, segundo critério da ABNT NBR 9653:2018, o monitoramento nas duas localidades indica que as vibrações da operação atual da mina estão em conformidade com os limites estabelecidos pela referida norma.

Entretanto cabe ressaltar que não houve reclamação do único proprietário entrevistado pela equipe de socioeconomia para este EIA, o qual é residente em Morro Agudo, sobre esta questão.

Sendo assim, o impacto de <u>incômodo à população</u> <u>devido à alteração da qualidade do ar</u> é **negativo**; de incidência **indireta,** pois decorre de impacto prognosticado para o meio físico (alteração da qualidade ao ar); de **abrangência local**, pois poderá incidir no entorno da área de intervenção (Morro Agudo); de duração **temporária**, ocorrendo de forma descontínua nos anos da operação do Projeto; **reversível**, cessando com o fim das atividades de operação; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, ocorrendo com o início das atividades da operação; e de **<u>baixa magnitude</u>**, considerando a magnitude dos impactos na avaliação do meio físico e a efetividade das medidas de controle a serem implementadas.

O impacto de incômodo à população pela alteração dos níveis de pressão sonora (ruído) e de vibração é **negativo**; **indireto**, decorrendo do impacto do meio físico de alteração dos níveis de pressão sonora e de vibração; **temporário**; **reversível**, pois o impacto de incômodo poderá cessar com o fim dos aspectos gerados; de manifestação **imediata ou em curto prazo**, pois ocorrerá imediatamente após a ação que o desencadeou; e, de **abrangência local**, pois poderá alcançar o entorno das áreas de intervenção. O impacto é também classificado como de **baixa magnitude**, considerando a magnitude do impacto apresentada para o meio físico. Além disso, deve ser considerado que os desvios de ruído verificados na comunidade de Morro Agudo, onde os padrões normativos são mais restritivos por ser uma área de sítios e fazendas, decorreram de influências sonoras de fauna, tráfego de veículos e ruído ambiente; e, que somente alguns incômodos foram pontuados em entrevistas realizadas no âmbito do diagnóstico socioeconômico, ressaltando-se a subjetividade de cada indivíduo em relação à opinião sobre os principais incômodos por eles identificados.

As medidas para minimização do impacto de possíveis incômodos à população tanto pela alteração da qualidade do ar quanto pela alteração dos níveis de pressão sonora e geração de vibração são previstas no âmbito dos programas do meio físico propostos: **Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar, Programa de Monitoramento e Controle de Ruído** e do **Programa de Monitoramento e Controle Sismográfico**, os quais já são realizados na Mina de Água Limpa.

Além dos programas do meio físico supracitados o **Programa de Comunicação Social** possibilitará o diálogo aberto, por meio da criação de um canal de comunicação, entre as comunidades no entorno do Projeto e o empreendedor.

O **Programa de Educação Ambiental - PEA** atuará por meio das ações educativas quanto aos impactos socioambientais do empreendimento e medidas de controle/monitoramento adotadas, ampliando a compreensão e a participação do público.

Quadro 245 Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais - Etapa de Implantação

LEGENDA: **Meio Afetado**: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MS).

Efeito: Positivo (+); Negativo (-); **Incidência**: Direta (D); Indireta (I); **Abrangência**: Pontual (P); Local (L); Regional (R); **Duração**: Temporário (T); Permanente (P); **Reversibilidade**: Reversível (R); Irreversível (I).

Manifestação: Imediato a Curto Prazo (IC); Médio a Longo Prazo (ML); **Magnitude**: Desprezível (D); Baixa (B); Média (M); Alta (A).

Categorias de Ações Propostas: (1) Medidas Mitigadoras; (2) Monitoramento (3) Potencializadoras; (4) Compensatórias; (5) Acompanhamento.

Impacto Ambiental	Atividade / tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado (MF, MB, MS)	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Manifestação	Magnitude	Categoria	Título
AIA MEIO FÍSICO - FASE DE IMPLANTAÇÃO												
Alteração da morfologia do relevo e da paisagem local	-Supressão da vegetação -Terraplanagem - Decapeamento -Abertura de acessos e obras civis	Não se aplica.	MF, MSC	-	D	L	P	I	IC	**B**	1	- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD
Alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa	-Supressão da vegetação -Terraplanagem - Decapeamento -Abertura de acessos e obras civis	Dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos (*sumps*)	MF	-	D	L	T	R	ML	**M**	1	- Programa de Controle de Processos Erosivos - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD
Alteração da qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos	-Supressão da vegetação -Terraplanagem - Decapeamento -Abertura de acessos e obras civis	Dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos (*sumps*)	MF	-	I	L	T	R	IC	**B**	1	- Programa de Controle de Processos Erosivos - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD
											2	- Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais
Alteração da qualidade das águas superficiais pela geração de efluentes sanitários e oleosos	-Uso dos canteiros de obras e ponto de apoio avançado -Desmontagem dos tanques no posto -Abastecimento de veículos e equipamentos móveis	Banheiros químicos; Estação de Tratamento de Efluentes (ETE); Bacias de contenção; Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos (ETEO)	MF	-	D	L	T	R	IC	**D**	1/2	- Programa de Monitoramento e Controle de Efluentes Líquidos e Oleosos
Intervenção física em corpos hídricos (nascentes e trechos de cursos d'água) pelo projeto	-Supressão da vegetação -Terraplanagem -Decapeamento -Abertura de acessos e obras civis (construção de drenos de fundo)	-	MF	-	D	P	P	I	IC	**B**	2	- Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais
Intervenção em Áreas de Preservação Permanentes (APPs) pelo projeto	-Supressão da vegetação -Terraplanagem -Decapeamento -Abertura de acessos e obras civis (construção de drenos de fundo)	-	MF	-	D	P	P	I	IC	**B**	4	- Compensação Ambiental por intervenção em APP
Alteração da qualidade do solo pela geração de resíduos sólidos	-Movimentação de trabalhadores nos canteiros e frentes de serviço -Execução das obras civis	Coleta Seletiva, Depósito Intermediário de Resíduos (DIR) e Central de Materiais Descartados (CMD)	MF	-	D	P	T	R	IC	**B**	1	- Programa de Gestão dos Resíduos Sólidos – PGRS - Programa de Educação Ambiental - PEA

LEGENDA: **Meio Afetado**: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MS).

Efeito: Positivo (+); Negativo (-); **Incidência**: Direta (D); Indireta (I); **Abrangência**: Pontual (P); Local (L); Regional (R); **Duração**: Temporário (T); Permanente (P); **Reversibilidade**: Reversível (R); Irreversível (I).

Manifestação: Imediato a Curto Prazo (IC); Médio a Longo Prazo (ML); **Magnitude**: Desprezível (D); Baixa (B); Média (M); Alta (A).

Categorias de Ações Propostas: (1) Medidas Mitigadoras; (2) Monitoramento (3) Potencializadoras; (4) Compensatórias; (5) Acompanhamento.

Impacto Ambiental	Atividade / tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado (MF, MB, MS)	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Manifestação	Magnitude	Categoria	Título
Alteração da qualidade do ar pela geração de emissões atmosféricas (material particulado e gases de combustão)	- Supressão de vegetação -Terraplanagem -Decapeamento -Obras civis - Movimentação de veículos, máquinas e equipamentos	Aspersão das vias e áreas expostas; Manutenção preventiva de veículos e equipamentos	MF	-	D	L	T	R	IC	**B**	1	- Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar
Alteração do nível de pressão sonora pela geração de ruído	-Supressão da vegetação -Terraplanagem e abertura de acessos -Movimentação de veículos, máquinas e equipamentos -Execução das obras civis	Manutenção preventiva de veículos e equipamentos	MF/MB/MS	-	D	L	T	R	IC	**M**	2	- Programa de Monitoramento e Controle de Ruído
AIA MEIO BIÓTICO – FASE DE IMPLANTAÇÃO												
Perda de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual nos estágios médio e médio/avançado de regeneração natural	Supressão da vegetação e decapeamento do solo	-	MB	-	D	L	P	I	IC	**M**	1	- Programa de Resgate da Flora - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD
											4	- Compensação pela Intervenção em Vegetação do Bioma Mata Atlântica; - Compensação pela Supressão de Indivíduos de Espécies Ameaçadas de Extinção - Compensação Minerária Estadual - Compensação Ambiental do SNUC
											5	- Projeto de Exploração Florestal
Perda de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração natural	Supressão da vegetação e decapeamento do solo	-	MB	-	D	P	P	I	IC	**B**	1	- Programa de Resgate da Flora - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD
											4	- Compensação pela Supressão de Indivíduos de Espécies Ameaçadas de Extinção - Compensação Minerária Estadual - Compensação Ambiental do SNUC
											5	- Projeto de Exploração Florestal
Perda de vegetação de Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração	Supressão da vegetação e decapeamento do solo	-	MB	-	D	P	P	I	IC	**M**	1	- Programa de Resgate da Flora - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD
											4	- Compensação pela Intervenção em Vegetação do Bioma Mata Atlântica; - Compensação Minerária Estadual - Compensação Ambiental do SNUC
Perda de plantios de eucalipto não manejados e cobertura vegetal de origem antrópica	Supressão da vegetação e decapeamento do solo	-	MB	-	D	P	P	I	IC	**B**	1	- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD
											4	- Compensação pela Supressão de Indivíduos de Espécies Ameaçadas de Extinção - Compensação Ambiental do SNUC
											5	- Projeto de Exploração Florestal

LEGENDA: **Meio Afetado**: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MS).

Efeito: Positivo (+); Negativo (-); **Incidência**: Direta (D); Indireta (I); **Abrangência**: Pontual (P); Local (L); Regional (R); **Duração**: Temporário (T); Permanente (P); **Reversibilidade**: Reversível (R); Irreversível (I).

Manifestação: Imediato a Curto Prazo (IC); Médio a Longo Prazo (ML); **Magnitude**: Desprezível (D); Baixa (B); Média (M); Alta (A).

Categorias de Ações Propostas: (1) Medidas Mitigadoras; (2) Monitoramento (3) Potencializadoras; (4) Compensatórias; (5) Acompanhamento.

Impacto Ambiental	Atividade / tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado (MF, MB, MS)	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Manifestação	Magnitude	Categoria	Título
Afugentamento de fauna	-Mobilização e operação do canteiro de obras - Operação de veículos, caminhões e equipamentos - Supressão vegetal - Terraplenagem -Disposição de bota-fora -Implantação de estruturas relacionadas às obras civis	-	MB	-	I	L	T	R	IC	**B**	1/2	-Programa de Acompanhamento da Supressão, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna -Programa de Monitoramento de Fauna
Perda de indivíduos da fauna	-Mobilização e operação do canteiro de obras - Operação de veículos, caminhões e equipamentos - Supressão vegetal - Terraplenagem -Disposição de bota-fora -Implantação de estruturas relacionadas às obras civis	-	MB	-	I	P	T	I	IC	**M**	1/2	-Programa de Acompanhamento da Supressão, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna -Programa de Monitoramento de Fauna
Alteração na estrutura da comunidade de insetos vetores	-Mobilização e operação do canteiro de obras - Operação de veículos, caminhões e equipamentos - Supressão vegetal - Terraplenagem -Disposição de bota-fora -Implantação de estruturas relacionadas às obras civis	-	MB	-	I	L	T	R	ML	**B**	1/2	-Programa de Monitoramento de Fauna
Alteração das populações da fauna aquática – anurofauna, ictiofauna e biota aquática	-Supressão vegetal -Terraplanagem -Movimentação e decapeamento de solos -Construção de sistemas de drenagem	-	MB	-	I	L	T	R	IC	**B**	1/2	- Programa de Controle de Processos Erosivos - Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas - Programa de Monitoramento e Controle de Efluentes Líquidos e Oleosos - Programa de Monitoramento de Fauna
AIA MEIO SOCIOECONÔMICO - FASE DE IMPLANTAÇÃO												
Geração de expectativas na população	-Contratação de trabalhadores - Execução das obras de implantação: supressão de vegetação, terraplenagem e obras civis	-	MS	- +	D	R	T	R	IC	**M**	1	- Programa de Comunicação Social
Aumento de postos de trabalho temporários e incremento do nível de emprego e renda	-Contratação de trabalhadores -Aquisição de bens e serviços em empresas do município de Rio Piracicaba	-	MS	+	D	R	T	R	IC	**B**	1/3	- Programa de Comunicação Social

LEGENDA: **Meio Afetado**: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MS).

Efeito: Positivo (+); Negativo (-); **Incidência**: Direta (D); Indireta (I); **Abrangência**: Pontual (P); Local (L); Regional (R); **Duração**: Temporário (T); Permanente (P); **Reversibilidade**: Reversível (R); Irreversível (I).

Manifestação: Imediato a Curto Prazo (IC); Médio a Longo Prazo (ML); **Magnitude**: Desprezível (D); Baixa (B); Média (M); Alta (A).

Categorias de Ações Propostas: (1) Medidas Mitigadoras; (2) Monitoramento (3) Potencializadoras; (4) Compensatórias; (5) Acompanhamento.

Impacto Ambiental	Atividade / tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado (MF, MB, MS)	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Manifestação	Magnitude	Categoria	Título
Aumento da arrecadação tributária	-Realização de serviços no município/Recolhimento de ISSQN -Aquisição de bens e serviços locais	-	MS	+	D	R	P	R	IC	**B**	-	-
Aumento do risco de acidentes nos acessos viários ao empreendimento	-Movimentação de veículos, máquinas e equipamentos para execução das atividades das obras	-	MS	-	D	R	T	R	IC	**M**	1	- Programa de Comunicação Social -Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar
Incômodos à população devido à alteração da qualidade do ar e dos níveis de pressão sonora	- Supressão de vegetação -Terraplanagem -Decapeamento -Obras civis -Movimentação de veículos, máquinas e equipamentos	-Aspersão das vias e áreas expostas; -Manutenção preventiva de veículos e equipamentos	MS	-	I	L	T	R	IC	**M**	1/2/4	-Programa de Comunicação Social - Programa de Educação Ambiental - Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar - Programa de Monitoramento e Controle de Ruído

Quadro 246 Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais – Etapa de Operação

Legenda: **Meio Afetado**: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MS).

Efeito: Positivo (+); Negativo (-); **Incidência**: Direta (D); Indireta (I); **Abrangência**: Pontual (P); Local (L); Regional (R); **Duração**: Temporário (T); Permanente (P); **Reversibilidade**: Reversível (R); Irreversível (I).

Manifestação: Imediato a Curto Prazo (IC); Médio a Longo Prazo (ML); **Magnitude**: Desprezível (D); Baixa (B); Média (M); Alta (A).

Categorias de Ações Propostas: (1) Medidas Mitigadoras; (2) Monitoramento (3) Potencializadoras; (4) Compensatórias; (5) Acompanhamento.

Impacto Ambiental	Atividade / tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado (MF, MB, MS)	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Manifestação	Magnitude	Categoria	Título
AIA MEIO FÍSICO - FASE DE OPERAÇÃO												
Alteração da morfologia do relevo e da paisagem local	- Conformação de taludes na expansão da cava Morro Agudo - Desenvolvimento do maciço da PDE Nova Cururu	-	MF/MS	-	D	L	P	I	ML	**B**	1/2	- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD
Alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa	- Conformação de taludes na expansão da cava Morro Agudo - Desenvolvimento do maciço da PDE Nova Cururu	Dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos (*sumps*)	MF	-	D	L	T	R	ML	**M**	1	- Programa de Controle de Processos Erosivos - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD
Alteração da qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos	- Formação dos taludes na expansão da cava Morro Agudo; - Desenvolvimento do maciço da PDE Nova Cururu	Dispositivos de drenagem superficial e de contenção de sedimentos (*sumps*)	MF	-	I	L	T	R	IC	**B**	1	- Programa de Controle de Processos Erosivos
											1/2	- Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais
Alteração da qualidade das águas superficiais pela geração de efluentes (sanitários e oleosos)	- Uso de instalações sanitárias, refeitório pelos trabalhadores vinculados à operação; - Descarregamento de combustível e abastecimento de veículos equipamentos no Posto da Mina de Água Limpa	Estação de Tratamento de Efluentes (ETE); Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos (ETEO)/ Separador de Água e óleo (SAO)	MF	-	D	L	T	R	IC	**D**	1/2	- Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais - Programa de Monitoramento e Controle de Efluentes Líquidos e Oleosos
Alteração da qualidade do solo pela geração de resíduos sólidos	- Movimentação de trabalhadores na operação - Atividades operacionais	Coleta Seletiva, Depósito Intermediário de Resíduos (DIR) e Central de Materiais Descartados (CMD)	MF	-	D	P	T	R	IC	**B**	1	- Programa de Gestão de Resíduos Sólidos – PGRS - Programa de Educação Ambiental - PEA
Alteração da qualidade do ar pela emissão de material particulado	- Movimentação de veículos e equipamentos; - Carregamento e descarregamento de material na PDE Nova Cururu; - Desmonte, carregamento e transporte de minério; - Transporte de minério até a usina de beneficiamento por TCLD; - Transporte do produto até o pátio de embarque	Aspersão de vias e áreas expostas (vias de acesso, frentes de lavra e pilha); Revegetação de áreas expostas	MF	-	D	L	T	R	IC	**B**	1/2	- Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD

Legenda: **Meio Afetado**: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MS).

Efeito: Positivo (+); Negativo (-); **Incidência**: Direta (D); Indireta (I); **Abrangência**: Pontual (P); Local (L); Regional (R); **Duração**: Temporário (T); Permanente (P); **Reversibilidade**: Reversível (R); Irreversível (I).

Manifestação: Imediato a Curto Prazo (IC); Médio a Longo Prazo (ML); **Magnitude**: Desprezível (D); Baixa (B); Média (M); Alta (A).

Categorias de Ações Propostas: (1) Medidas Mitigadoras; (2) Monitoramento (3) Potencializadoras; (4) Compensatórias; (5) Acompanhamento.

Impacto Ambiental	Atividade / tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado (MF, MB, MS)	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Manifestação	Magnitude	Categoria	Título
AIA MEIO FÍSICO - FASE DE OPERAÇÃO												
Alteração da qualidade do ar pela emissão de gases de combustão	- Movimentação de veículos, máquinas e equipamentos na área da pilha, estrada operacional e acessos de serviço	- Manutenção preventiva de veículos e equipamentos	MF	-	D	L	T	R	IC	**D**	1/2	- Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar
Alteração do nível de pressão sonora pela geração de ruído e vibração	- Movimentação de veículos e equipamentos; - Desmonte de rochas nas frentes de lavra	- Manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos	MF	-	D	L	T	R	IC	**B**	1/2	- Programa Monitoramento e Controle de Ruído - Programa de Monitoramento e Controle Sismográfico
Alteração da disponibilidade hídrica de cursos d'água pelo rebaixamento do nível d'água subterrâneo	- Rebaixamento do nível d'água subterrâneo para operação da cava	-	MF	-	D	L	P	R	ML	**M**	1	- Reposição de água proveniente do rebaixamento do nível d'água aos cursos d'água afetados
AIA MEIO BIÓTICO – FASE DE OPERAÇÃO												
Perda de indivíduos da fauna	-Afugentamento da Fauna (da Implantação) -Operação de veículos, caminhões e equipamentos -Geração de Ruído	-	MB	-	I	L	T	I	I	**B**	1/2	- Programa de Monitoramento de Fauna
Alteração das populações da fauna aquática - ictiofauna e biota aquática	-Supressão vegetal -Terraplanagem -Movimentação e decapeamento de solos -Construção de sistemas de drenagem	-	MB	-	I	L	T	R	IC	**B**	1/2	- Programa de Controle de Processos Erosivos - Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas - Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Oleosos - Programa de Monitoramento de Fauna
AIA MEIO SOCIOECONÔMICO - FASE DE OPERAÇÃO												
Manutenção de postos de trabalho permanentes e da geração de emprego e renda	- Manutenção de trabalhadores permanentes	Absorção de mão de obra local	MS	+	D	R	P	R	IC	**M**	1/3	-Programa de Comunicação Social
Continuidade da arrecadação tributária	-Aquisição de bens e serviços em empresas dos municípios da Área de Estudo Regional	-	MS	+	D	R	P	R	IC	**M**	NA	-

Legenda: **Meio Afetado**: Meio Físico (MF); Meio Biótico (MB); Meio Socioeconômico (MS).

Efeito: Positivo (+); Negativo (-); **Incidência**: Direta (D); Indireta (I); **Abrangência**: Pontual (P); Local (L); Regional (R); **Duração**: Temporário (T); Permanente (P); **Reversibilidade**: Reversível (R); Irreversível (I).

Manifestação: Imediato a Curto Prazo (IC); Médio a Longo Prazo (ML); **Magnitude**: Desprezível (D); Baixa (B); Média (M); Alta (A).

Categorias de Ações Propostas: (1) Medidas Mitigadoras; (2) Monitoramento (3) Potencializadoras; (4) Compensatórias; (5) Acompanhamento.

Impacto Ambiental	Atividade / tarefa	Controle na Fonte	Meio Afetado (MF, MB, MS)	Critérios de Avaliação dos Impactos							Ação Proposta	
				Efeito	Incidência	Abrangência	Duração	Reversibilidade	Manifestação	Magnitude	Categoria	Título
AIA MEIO SOCIOECONÔMICO - FASE DE OPERAÇÃO												
Incômodos à população devido à alteração da qualidade do ar e dos níveis de pressão sonora e vibração	- Movimentação de veículos e equipamentos; - Carregamento e descarregamento de material na PDE Nova Cururu; - Desmonte, carregamento e transporte de minério; - Transporte de minério até a usina de beneficiamento por TCLD; - Transporte do produto até o pátio de embarque	-Aspersão de vias e áreas expostas (vias de acesso, frentes de lavra e pilha); -Revegetação de áreas expostas	MS	-	I	L	T	R	IC	**B**	1/2/4	- Programa de Comunicação Social - Programa de Educação Ambiental - Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar - Programa de Monitoramento e Controle de Ruído -Programa de Monitoramento e Controle Sismográfico
		- Manutenção preventiva de veículos, máquinas e equipamentos	MS	-	I	L	T	R	IC	**B**	1/2/4	

15. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

As áreas de influência do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa** foram definidas de forma a delimitar espacialmente o nível de influência do empreendimento na sua região de inserção, sendo abordadas de maneira diferenciada e de acordo com o meio a ser estudado após a caracterização e avaliação dos impactos ambientais prognosticados.

Para definição das áreas de influência utilizou-se a imagem de satélite *WorldView*, do ano 2019, com 50 centímetros de resolução espacial, disponibilizada pela Vale, que cobre toda a área destinada ao empreendimento, bem como seu entorno, bem como a base cartográfica do IBGE, Folha Itabira (SE-23-Z-D-IV), em escala 1:100.000. A delimitação espacial da área destinada ao Projeto foi fornecida pela Vale.

A delimitação das áreas de influência foi definida de acordo com os aspectos ambientais associados às tarefas e atividades relacionadas ao Projeto em estudo e aos atributos ambientais relevantes para os meios físico, biótico e socioeconômico e cultural da Área Diretamente Afetada e de seu entorno imediato correspondente à Área de Estudo Local.

Com o objetivo de definir a abrangência dos estudos e melhor direcioná-los, foram consideradas unidades espaciais de análise, considerados os seguintes conceitos:

- **Área Diretamente Afetada (ADA):** corresponde à área efetivamente ocupada pelas estruturas do empreendimento.
- **Área de Influência Direta (AID):** corresponde à área de entorno imediato do Projeto em análise onde incidirão, principalmente, os impactos diretos (decorrentes de aspectos ambientais gerados em atividades/tarefas do empreendimento), não excluindo a possibilidade de incidência de impactos indiretos (decorrentes de outros impactos), em função da implantação e operação do empreendimento;

- **Área de Influência Indireta (AII):** compreende o território no entorno da AID onde incidirão, principalmente, impactos indiretos (negativos ou positivos; significativos ou não) decorrentes da implantação e operação do empreendimento.

As unidades espaciais consideradas neste diagnóstico ambiental são descritas em seguida e demonstradas nas figuras apresentadas a seguir.

15.1 Área Diretamente Afetada (ADA)

A ADA corresponde à área efetivamente ocupada pelas estruturas do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa** com área efetiva de 169,99 hectares, compreendendo: expansão da Cava Morro Agudo (107,87 ha); expansão da PDE Nova Cururu (52,03 ha); ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa (0,06 ha) e áreas destinadas ao canteiro de obras (3,73 ha), ao depósito de *topsoil* (1,04 ha), ao pátio de madeira/material lenhoso (1,28 ha) e ao *sump* da PDE Nova Cururu (3,98 ha).

A ADA do projeto em análise está integralmente inserida no complexo da Mina de Água Limpa, localizado nos municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara, Minas Gerais. As estruturas previstas para o empreendimento estão posicionadas na bacia do rio Piracicaba, em sua margem esquerda, em terrenos marginais às drenagens tributárias e formadoras do córrego Vale das Cobras que verte suas águas para a barragem do Diogo já existente na Mina de Água Limpa e que é utilizada para a disposição de rejeito fino, contenção de sedimentos e recirculação de água.

Na ADA a área destinada à expansão da cava Morro Agudo é contígua às áreas de frentes de lavra licenciadas e em operação; a expansão da PDE Nova Cururu prevê o contrapilhamento na face noroeste da PDE Nova Cururu existente, licenciada e em operação e utilizará como estrutura para a contenção de sedimentos o *sump* a jusante dessa pilha; e, a área destinada à ampliação do Posto consistirá na remoção de quatro (4) tanques horizontais de 15 m^3 e instalação de dois (2) novos tanques verticais de 100 m^3, caracterizando-se assim uma modificação em uma área edificada e licenciada da mina visando aumentar a sua autonomia de estoque de combustível.

Toda a ADA está assentada em propriedade da Vale e não afetará propriedades de terceiros.

15.2 Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AII)

15.2.1 Meio Físico

As Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa,** para o Meio Físico, foram definidas tendo em vista: os aspectos ambientais associados às tarefas e atividades nas etapas de implantação e operação do empreendimento; as características ambientais avaliadas para os temas abordados para o Meio Físico (clima, geologia, geomorfologia, hidrogeologia, pedologia e aptidão agrícola dos solos, espeleologia, recursos hídricos, qualidade das águas superficiais, qualidade do ar, estudo de dispersão atmosférica, ruído ambiental e vibração); as características do empreendimento em estudo, que compreende expansões de frentes de lavra na cava Morro Agudo e da pilha de estéril PDE Nova Cururu, além de uma ampliação de um posto de combustível, todas essas estruturas já inseridas em um contexto operacional da Mina de Água Limpa; e, por fim, a incidência (em grande parte direta), abrangência (pontual ou local) e magnitude dos impactos ambientais reais prognosticados (em geral baixa e, eventualmente, média e desprezível).

A AID/AII apresentam limites coincidentes e alcançam o território e os corpos hídricos (cursos d'água e nascentes) que poderão ser afetados pelos impactos do Meio Físico diretos ou indiretos relacionados aos aspectos ambientais gerados no empreendimento, quais sejam: alteração da morfologia do relevo e da paisagem local, alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos/movimentos de massa, alteração da qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos, alteração da qualidade das águas superficiais pela geração de efluentes líquidos, intervenção física nos corpos hídricos (nascentes e cursos d'água), intervenção em área de preservação permanente, alteração da qualidade do solo pela geração de resíduos, alteração da qualidade do ar pela geração de emissões atmosféricas (material particulado e gases de combustão), alteração dos níveis de pressão sonora pela geração de ruído e alteração dos níveis de vibração por detonações e alteração da disponibilidade hídrica dos cursos d'água pelo rebaixamento do nível d'água subterrâneo.

Assim o limite da AID/AII para o Meio Físico é assim definido:

- Limites Nordeste e Leste: pelo reservatório da barragem do Diogo e o leito do córrego do Diogo até sua confluência com o rio Piracicaba, excluindo-se o leito deste rio. O reservatório da barragem é receptor dos efluentes e do carreamento de sedimentos gerados nas áreas intervindas do projeto.
- Limite Sul e Sudeste: o território do bairro Louis Ensch, que terá sua principal via de acesso utilizada para o fluxo de veículos e equipamentos durante as obras e poderá ser afetado por alterações na qualidade do ar e de ruído ambiental; e, a sub-bacia do córrego da Pêra que é receptora de efluentes gerados na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da Mina Água Limpa (licenciada e em operação), a qual irá receber e tratar os efluentes gerados no empreendimento em pauta.

- Limite Sudoeste: parte da sub-bacia do córrego Cururu, incluindo seu leito e tributários de sua margem esquerda e a sub-bacia do córrego Olaria, até a confluência desse curso d'água com o córrego Cururu. De acordo com o modelo hidrogeológico os córregos Olaria e Cururu apresentaram potencial de alteração na disponibilidade hídrica.
- Limite Norte e Noroeste: leito do córrego Pé-de-Serra e drenagens tributárias desse curso d'água pela sua margem direita, incluindo a comunidade de Morro Agudo. A sub-bacia do córrego Pé-de-Serra e o território ao norte foram incluídos no limite da área de influência pela potencialidade de sofrerem impactos advindos do empreendimento.

A AID/AII do Meio Físico perfaz 2482,06 ha, estando representadas na Figura 302 a seguir.

15.2.2 Meio Biótico

As Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa**, definidas para o Meio Biótico, incluem os principais remanescentes florestais conectados àqueles que serão afetados, bem como trechos de alguns cursos d'água que poderão ter a qualidade de suas águas alterada durante a implantação e operação do empreendimento. Para esta definição foram considerados os impactos levantados para o Meio Biótico, no âmbito da flora e da fauna, dando atenção especial à abrangência dos impactos previstos para a implantação e operação do empreendimento.

Os principais impactos prognosticados para o Meio Biótico estão relacionados à supressão da vegetação e, consequente, perda de fragmentos com cobertura vegetal nativa durante a etapa de implantação do Projeto. A maioria dos impactos previstos para a fauna ocorrerão em função de alterações na paisagem relacionada à supressão da vegetação e às alterações na qualidade das águas dos corpos hídricos, ruído e vibração, advindos de impactos do meio físico – ou seja, para a fauna serão impactos indiretos.

Cabe ressaltar que a maior parte dos impactos relativos à fauna e à flora foram avaliados como baixa magnitude, à exceção daqueles de flora relacionados à supressão de vegetação em Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e médio/avançado de regeneração, respectivamente, em áreas de 4,41 ha e 12,67 ha, e em Campo Rupestre Ferruginoso, em uma pequena área de 0,48 ha, os quais foram classificados como de média magnitude. Em relação à fauna somente o impacto de perda de indivíduos da fauna foi avaliado como de média magnitude. Tais classificações dos impactos se justificaram, em grande parte, devido às alterações previstas para implantação do Projeto corresponderem a área não muito extensas e que estão já inseridas numa matriz antropizada pela operação do Complexo da Mina de Água Limpa.

Para a presente delimitação de áreas de influência para o Meio Biótico, é importante considerar o alcance dos impactos diretos e indiretos e a existência prévia a este Projeto de estruturas que já configuram alterações significativas da paisagem atual (estruturas operacionais da mina de Água Limpa como a barragem do Diogo, as pilhas de estéril em operação, o empilhamento drenado Vale das Cobras, as frentes de lavra da cava Morro Agudo em operação, dentre outras), as quais representam interrupções na continuidade dos ambientes naturais.

Considerando tais informações, a Área de Influência Direta (AID) delimitada extrapola, em alguns pontos, a delimitação da Área de Estudo Local (AEL), abarcando contínuos florestais nas porções norte, sudeste e sul do entorno do empreendimento, considerando ainda, como uma barreira geográfica, a cava desativada de Água Limpa, situada na porção ao sul.

Já a Área Influência Indireta (AII) extrapola a AID, e inclui, a oeste, um contínuo florestal ali presente, visto que, boa parte dos grupos estudados possuem área de vida extensa (grandes mamíferos, aves e morcegos); e, a leste, inclui áreas mais próximas à cidade de Rio Piracicaba, em função de um possível alcance do impacto de alteração na estrutura da comunidade de insetos vetores pela modificação da paisagem.

O limite proposto para a AID do Meio Biótico é assim configurado:

- Limite Norte: sub-bacia do córrego Pé-de-Serra e suas drenagens tributárias pela margem direita e esquerda, englobando o contínuo florestal no qual o leito desse corpo hídrico se situa;
- Limite Sul e Sudeste: sub-bacias dos córregos da Pêra e Mata do Fundão, abarcando nesse território um contínuo florestal até o leito do Rio Piracicaba;
- Limite Leste e Nordeste: abrange os territórios do córrego e da barragem do Diogo, e inclui a RPPN Diogo, que apresenta um remanescente de vegetação nativa presente nesta porção;
- Limite Oeste: sub-bacia do córrego Olaria e de uma segunda drenagem sem denominação, mais ao sul.

A delimitação da AII do Meio Biótico é assim configurada:

- Porção oeste da AII: compreende o território das sub-bacias dos córregos Cururu, Refúgio e Engenho, englobando o contínuo florestal nos quais essas drenagens estão inseridas.
- Porção leste da AII: compreende o território de drenagens sem denominação formal que afluem diretamente para a margem esquerda do rio Piracicaba, abrangendo partes da sede urbana de Rio Piracicaba mais próximas ao empreendimento e situadas nessa margem do rio.

A AID do Meio Biótico perfaz uma área de 3.750,7 ha; a AII compreende uma área de 2.653,9 ha; ambas são representadas na Figura 303 a seguir.

15.2.3 Meio Socioeconômico

Para o meio socioeconômico, como *Área de Influência Direta (AID)* foram definidas as seguintes localidades: a comunidade de Morro Agudo, situada na vertente norte da serra de Morro Agudo a uma distância (em linha reta) da ordem de 800 metros da ADA (área destinada à expansão da cava Morro Agudo); o bairro Louis Ensch, onde está localizada a portaria de acesso à Mina de Água Limpa, situado a uma distância de cerca de 3,7 km, em linha reta, da ADA; o bairro Santa Isabel situado a uma distância de cerca de 3,4 km da área da ADA, em linha reta; e, a sede de Rio Piracicaba, cujo centro está a cerca de 3 km da ADA do empreendimento.

Justifica-se para esta definição o fato de que essas localidades poderão ser afetadas com maior ou menor intensidade nas etapas de implantação e operação do empreendimento, por impacto positivo e negativo, conforme descrito na avaliação dos impactos.

Conforme estabelece a DN nº 238/2020, que altera a DN nº214/2017, em seu art. 4º, inciso VI, a ABEA é definida como:

> "Área contida na Área de Influência Direta – AID – do meio socioeconômico, se limitando a esta, sujeita aos impactos ambientais diretos e negativos decorrentes da implantação e operação da atividade ou empreendimento, considerando os grupos sociais efetivamente impactados;" (MINAS GERAIS, 2020)

Considerando principalmente os possíveis incômodos proporcionados pelas atividades do Projeto, impactos adversos, como geração de material particulado, ruído e vibração, foi determinada a *ABEA - Área de Abrangência para a Educação Ambiental*, sendo composta pelas comunidades próximas ao empreendimento, a saber: Morro Agudo e os bairros Louis Ensch e Santa Isabel (ou Fundão).

Cabe salientar que devido à interdição da ponte sobre o rio Piracicaba na rodovia MG-123, o trânsito dos equipamentos na etapa de implantação deverá seguir por acessos internos da cidade de Rio Piracicaba, com a devida autorização dos órgãos competentes, e em horário não comercial; entretanto, o trânsito ocorrerá somente no início da mobilização das obras e ao final da implantação, conforme apresentado no item Caracterização do empreendimento deste EIA. Portanto, o incômodo decorrente deste trânsito, bem como o potencial aumento do risco de ocorrência de acidentes nos acessos viários devido ao acesso à área do Projeto, será tratado diretamente pelo **Programa de Comunicação Social**, abrangendo a sede municipal.

Como *Área de Influência Indireta (AII)* do Meio Socioeconômico foram considerados os municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara localizados na região central de Minas Gerais.

A AID/AII e ABEA para o Meio Socioeconômico é representada na Figura 304, na sequência.

Figura 302 Áreas de Influência Direta e Indireta (AII/AID) para o Meio Físico

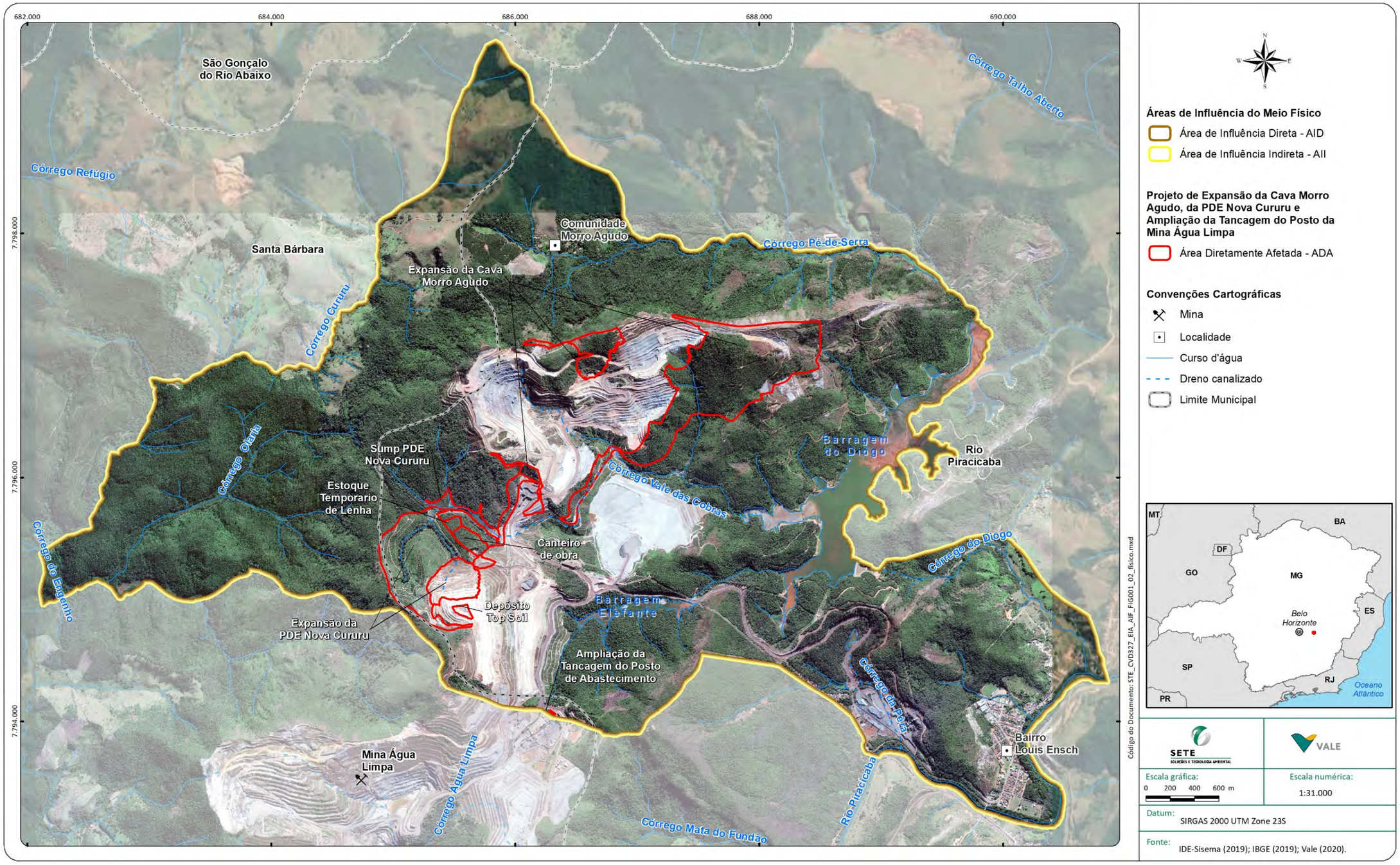


Figura 303 Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AID) para o Meio Biótico

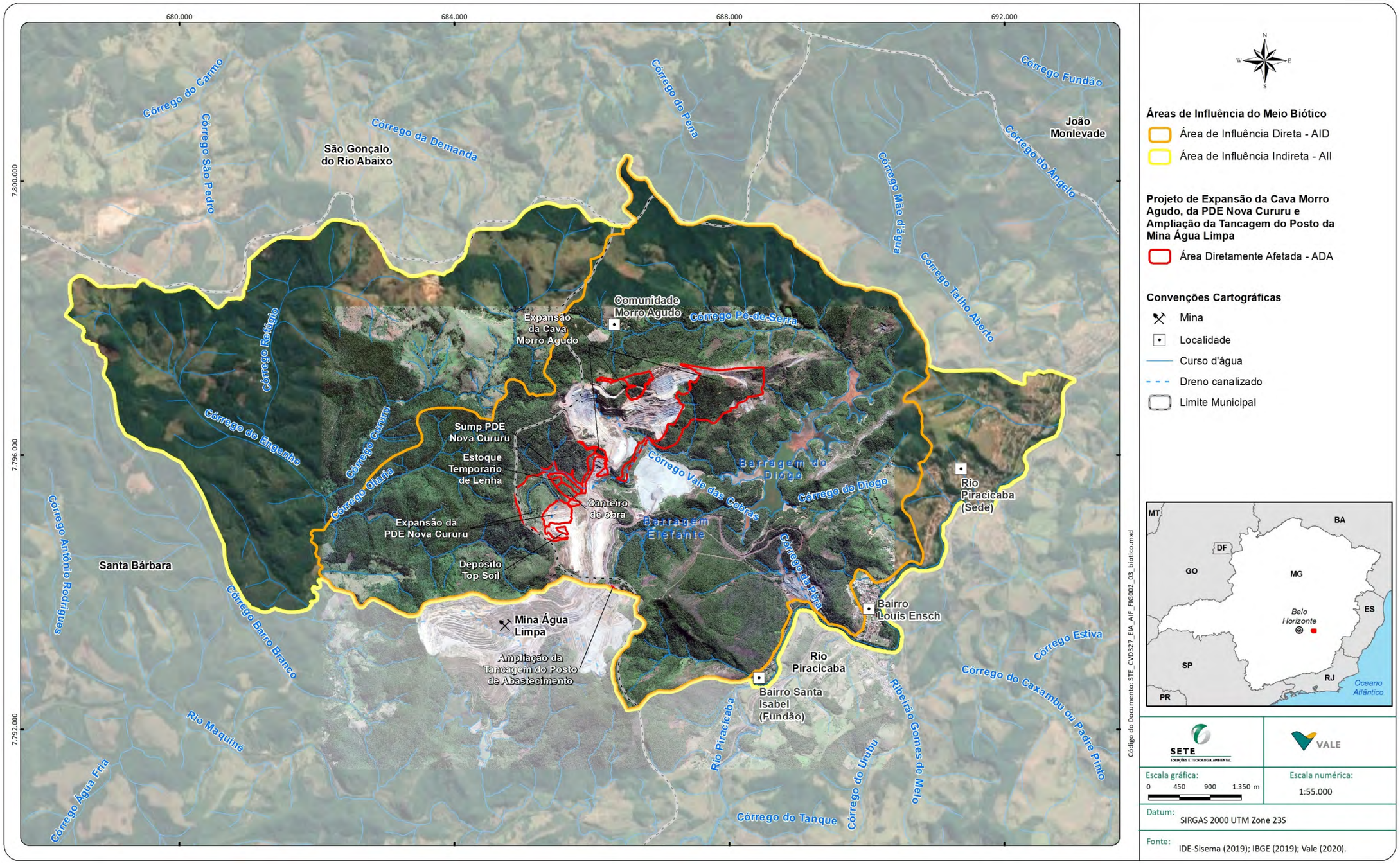
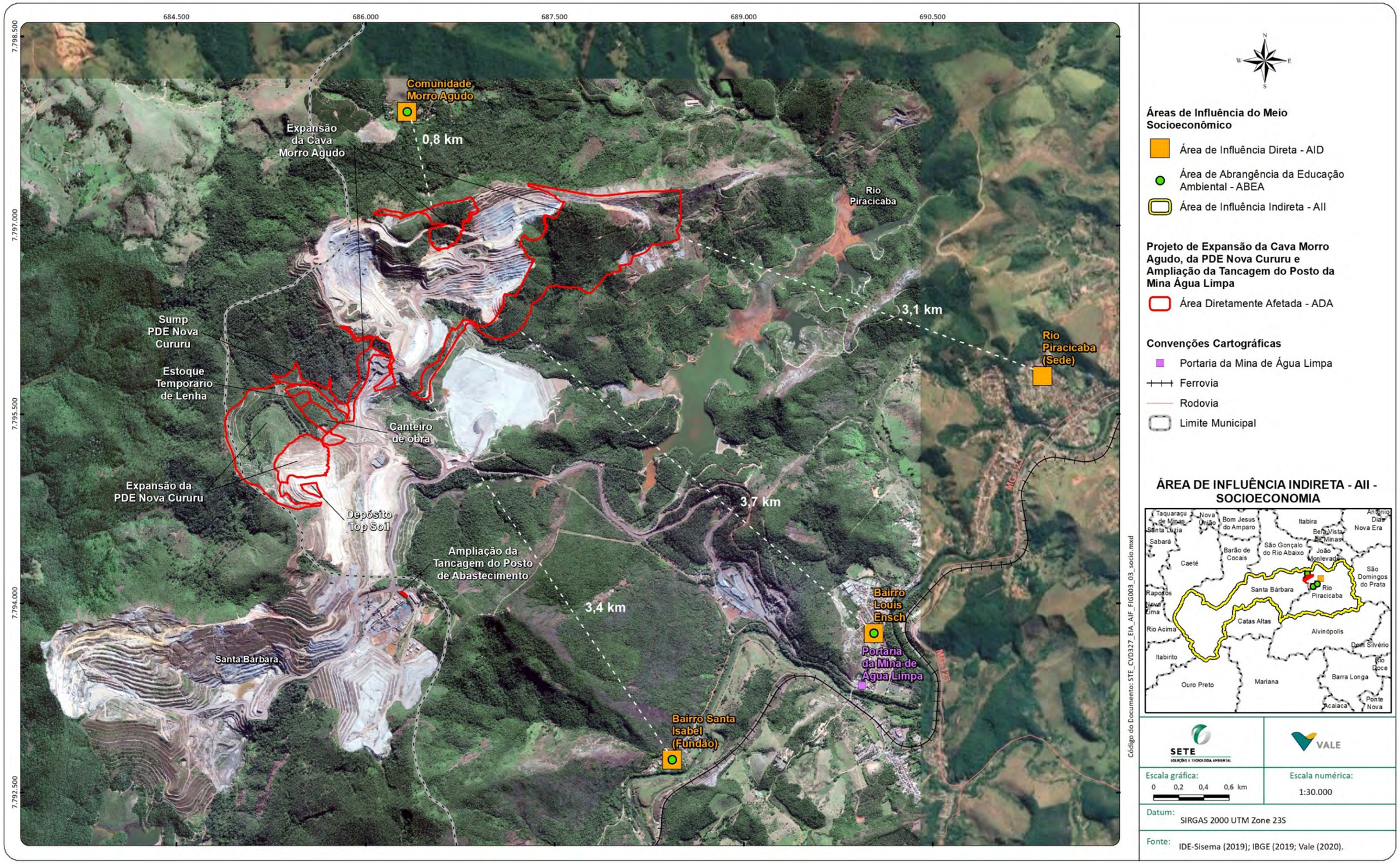


Figura 304 Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) para o Meio Socioeconômico



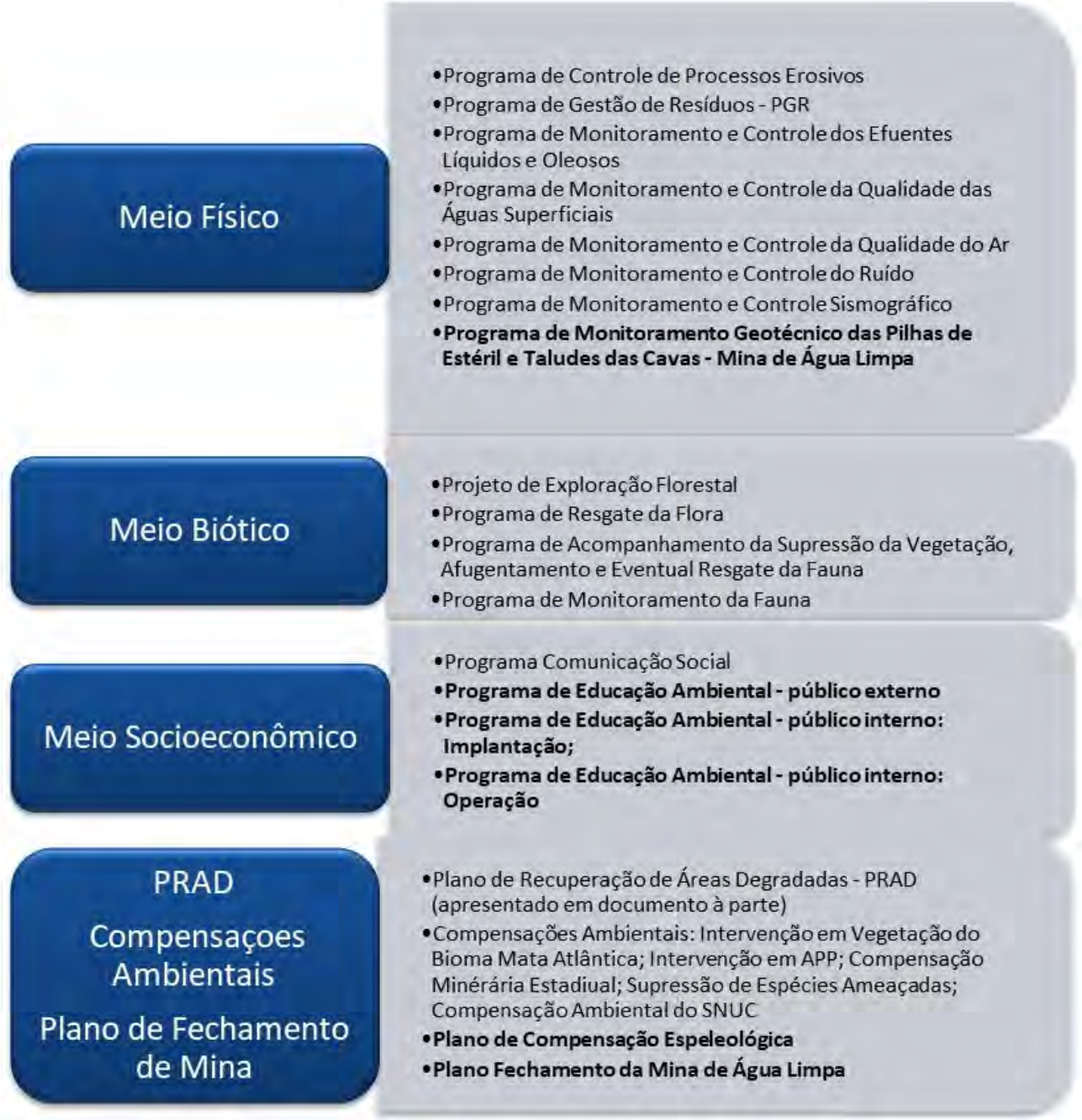
16. PROPOSIÇÕES DE PLANOS, PROGRAMAS DE CONTROLE, MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

A partir dos impactos identificados e avaliados pela implantação e operação **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa** são apresentadas na Figura 305, a seguir, as medidas de controle, mitigação, monitoramento e compensação ambiental que serão implementados pela Vale com o objetivo de acompanhar a evolução dos impactos ambientais positivos e negativos causados pelo projeto.

Os detalhamentos das medidas ambientais são apresentados no **Plano de Controle Ambiental - PCA** que acompanha este EIA, com a seguinte itemização:

- Introdução / Justificativa
- Objetivos
- Requisitos Legais
- Indicadores Ambientais
- Metodologia e Operacionalização
- Cronograma Físico
- Equipe Técnica
- Instituições Envolvidas
- Programas Correlatos.

Figura 305 Proposições dos Planos e Programas de Controle, Mitigação, Monitoramento e Compensação Ambiental



A seguir são apresentadas as sínteses das Proposições dos Planos e Programas de Controle, Mitigação, Monitoramento e Compensação Ambiental para os meios físico, biótico e socioeconômico.

16.1 Meio Físico

16.1.1 Programa de Controle de Processos Erosivos

- **Objetivo**: Desenvolver ações operacionais preventivas e corretivas destinadas ao controle efetivo dos processos erosivos/movimentos de massa e a consequente perda e carreamento de sedimentos decorrentes da desagregação e da exposição dos solos, evitando assim o aporte de sedimentos que possam causar o acúmulo e/ou alteração da qualidade das águas nos corpos hídricos situados a jusante das áreas de intervenção do empreendimento em estudo.

- **Metodologia**: A principal ação de controle para se evitar o desenvolvimento de processos erosivos/ movimentos de massa em áreas expostas durante a execução das tarefas da implantação (supressão da vegetação, decapeamento do solo, abertura de acessos e obras civis) e na operação (disposição de material na PDE Nova Cururu e operação das frentes de lavra na cava Morro Agudo), refere-se à implantação de dispositivos de drenagem visando captar e escoar de forma ordenada as águas pluviais incidentes nas áreas expostas e de dispositivos de contenção de sedimentos (*sumps*) visando reter o carreamento de sedimentos aos cursos d'água situados a jusante. Além desses sistemas de controle previstos, deverão ser também realizadas as seguintes ações: preservação da cobertura vegetal em áreas onde não houver previsão de intervenção; execução dos taludes de corte e bermas na pilha e na cava conforme requisitos dos projetos de engenharia; revegetação de áreas permanentemente expostas e finalizada; realização de inspeções nos sistemas de drenagem e de contenção de sedimentos, manutenção dos mesmos e desassoreamento dos sistemas de contenção (*sumps)*.

- **Cronograma**: Será iniciado na etapa de implantação, especificamente antes da atividade de supressão da vegetação e realizado durante toda a operação, ao longo do desenvolvimento da PDE Nova Cururu e da expansão da cava Morro Agudo.

16.1.2 Programa de Gestão de Resíduos – PGR

- **Objetivo**: Apresentar as diretrizes e as regras gerais que já são seguidas pelos empregados da Vale (próprios e contratadas) para o adequado gerenciamento de resíduos sólidos nas atividades em geral no Complexo da Mina de Água Limpa, em conformidade com as exigências legais.

- **Metodologia**: Todos os resíduos gerados nas frentes de serviço do Projeto em pauta deverão ser segregados e acondicionados em coletores seletivos. Serão armazenados, temporariamente, em Depósito Intermediário de Resíduos – DIR, que será instalado em cada canteiro de apoio às obras. Os DIRs configuram instalações ou locais destinados ao armazenamento temporário adequado dos resíduos, durante a formação de lotes econômicos para transporte até o seu envio para a Central de Materiais Descartados – CMD da Mina de Água Limpa.

- **Cronograma:** Será executado durante as etapas de implantação e operação do Projeto.

16.1.3 Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Oleosos

- **Objetivo**: Avaliar a eficiência dos sistemas de controle propostos de modo a assegurar a preservação da qualidade dos corpos de água na área das atividades desenvolvidas no empreendimento e, ainda, garantir o atendimento à legislação ambiental vigente (Resolução CONAMA nº 430/2011, em nível federal e Deliberação Normativa COPAM nº 01/2008, no estado de Minas Gerais).

- **Metodologia**: Consiste no acompanhamento das características dos efluentes, a partir da rede de amostragem já existente na Mina de Água Limpa, parâmetros propostos e diretrizes para operacionalização. Os sistemas de controle ambiental dos efluentes atualmente operantes na mina atenderão ao Projeto e compreendem: ETE da mina, SAO do Posto e a barragem do Diogo.

  A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) realiza o tratamento dos efluentes promovendo a remoção de sólidos suspensos e dissolvidos e da matéria orgânica, sendo que o monitoramento é realizado com periodicidade mensal na entrada e na saída do sistema e será mantido na implantação e operação do empreendimento. A caixa Separadora de Água e Óleo (SAO) do Posto receberá os efluentes oleosos gerados na implantação e operação da ampliação desta estrutura, sendo que todo o efluente tratado é recirculado para o processo. Os cursos d'água da área de intervenção do empreendimento (expansões da cava e da pilha de estéril) drenam para a barragem do Diogo, estrutura final de contenção dos sedimentos da Mina de Água Limpa; o monitoramento do efluente a jusante dessa barragem será mantido com frequência mensal durante as etapas de implantação e operação.

- **Cronograma:** Será executado durante as etapas de implantação e operação do empreendimento.

16.1.4 Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais

Objetivos: Caracterizar a situação de qualidade física, química e bacteriológica das águas superficiais de corpos hídricos a jusante do empreendimento, garantindo o atendimento aos padrões estabelecidos nas legislações e normas de referência para este tema.

- **Metodologia**: Propõe-se a continuidade do monitoramento da qualidade das águas superficiais em pontos da rede de amostragem de qualidade das águas superficiais da Mina de Água Limpa, em especial, aqueles situados no entorno do Projeto e a jusante das áreas de intervenção do Projeto (expansões da cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e ampliação da tancagem do Posto): pontos ALP07, ALP12 e ALP46. A definição dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do monitoramento foram consideradas as características das contribuições que poderão ocorrer em virtude da implantação e operação do projeto em pauta, a geologia local, bem como os parâmetros necessários para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA). As amostras das águas superficiais coletadas serão analisadas para os parâmetros físico e químicos definidos e os valores das concentrações comparados com os padrões legais definidos pela legislação vigente Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008.

- **Cronograma**: Será executado durante as etapas de implantação e operação do Projeto.

16.1.5 Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade do Ar

- **Objetivos**: Apresentar medidas a serem executadas de modo a evitar e/ou minimizar o impacto de alteração da qualidade do ar, assim como detectar alterações por meio do monitoramento da qualidade do ar, que ao serem percebidas, devem desencadear ações e procedimentos de correção ou mitigação da fonte geradora.

- **Metodologia**: Como medidas de controle foram previstas as ações de umectação das vias por meio de aspersão com caminhões-pipa; controle de velocidade dos veículos por meio de sinalização; inspeções periódicas para monitoramento de fumaça preta das emissões de gases de combustão por meio do uso do opacímetro ou através do teste da *Escala Ringelmann; e,* manutenção preventiva dos veículos e equipamentos com motores à diesel.

  Como ação de acompanhamento, será continuado o programa de monitoramento da qualidade do ar, por meio medição em ponto (EMMA06) já monitorado na Mina de Água Limpa a no bairro Louis Ensch, principal localidade próxima ao complexo minerador para avaliação dos parâmetros: Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (MP10). As medições serão realizadas ao longo de todo o período das etapas de implantação e operação do empreendimento, com coletas de amostras de seis em seis dias e duração de 24 horas. As concentrações medidas serão comparadas com os limites definidos pela Resolução CONAMA nº 491/2019.

  Por meio deste programa também serão realizadas manutenções preventivas ou corretivas em veículos, máquinas e equipamentos, que já são atividades rotineiras realizadas na Mina de Água Limpa. As empresas terceirizadas, contratadas para a etapa de implantação, serão responsáveis pela manutenção dos veículos/ máquinas ou equipamentos utilizados, devendo ser realizada fora das áreas do complexo da Mina de Água Limpa.

- **Cronograma**: Será executado de forma contínua durante as etapas de implantação e operação do Projeto.

16.1.6 Programa de Monitoramento e Controle do Ruído

- **Objetivos:** Fornecer as orientações para o controle da geração de ruído durante as etapas de implantação e operação do Projeto, de modo acarretar o mínimo impacto possível no seu entorno, mantendo-se em conformidade com os limites de pressão sonora previstos na ABNT-NBR 10151:2019.

- **Metodologia**: Como medidas de controle serão mantidas, conforme já realizado na Mina de Água Limpa, as seguintes ações: manutenção preventiva nas máquinas, veículos e equipamentos utilizados na implantação e operação do projeto, conforme os padrões de emissão do fabricante do equipamento e as normas exigidas para tal, inclusive aquelas relativas à saúde ocupacional; realização de intervenções corretivas, sempre que necessário, visando manter os níveis de ruído dos veículos e equipamentos, em acordo com as normas exigidas, inclusive aquelas relativas à saúde ocupacional.

O acompanhamento dos níveis de ruído ambiental no entorno da Mina de Água Limpa e do projeto em pauta, nos seguintes pontos: portaria da Mina (RD019); bairro Louis Ensch (RD024) e comunidade Morro Agudo (RD025), localidades mais próximas à mina e ao empreendimento. O monitoramento será realizado por meio de equipamento convencional devidamente calibrado e as medições sonoras serão efetuadas em modo contínuo e com frequência mensal durante as etapas de implantação e operação do Projeto. Será realizada a avaliação dos dados de cada campanha de monitoramento de forma a obter uma visão da tendência temporal dos registros, bem como a avaliação da conformidade dos resultados com os limites definidos pela Resolução CONAMA nº 01/1990 que determina a aplicabilidade da norma da ABNT-NBR 10151:2019.

- **Cronograma:** Será executado bimestralmente durante as fases de implantação e operação do Projeto.

16.1.7 Programa de Monitoramento e Controle Sismográfico

- **Objetivos:** Objetiva dar continuidade ao acompanhamento da avaliação sismográfica atualmente realizado na Mina de Água Limpa, atendendo aos valores de referência estabelecidos pelas legislações vigentes; bem como adotar diretrizes para avaliar os efeitos causados pelo uso de cargas explosivas no empreendimento e subsidiar medidas corretivas e de melhorias, caso necessárias.

- **Metodologia**: Como medidas de controle serão mantidas, conforme realizado atualmente na Mina de Água Limpa, as seguintes ações: manutenção preventiva nas máquinas, veículos e equipamentos para eliminação de problemas mecânicos operacionais, visando o controle de emissões de vibração e, quando necessário, realização de manutenção corretiva; conforme já realizado na mina, nas frentes de detonação da expansão da cava Morro Agudo, será realizada a cobertura das espoletas de detonação com material inerte e o uso de acessórios denominados de "linha silenciosa", sem o emprego de cordel detonante, de forma a minimizar os níveis de vibração do terreno e de pressão acústica gerada no momento do desmonte.

  O acompanhamento dos níveis de vibração já é realizado atualmente no entorno da Mina de Água Limpa, nos seguintes pontos: portaria da Mina (SIS037); bairro Louis Ensch (SIS038) e comunidade Morro Agudo (SIS039), localidades mais próximas à mina e ao empreendimento. O monitoramento será realizado por meio de sismógrafo de engenharia, devidamente calibrado, seguindo os parâmetros estabelecidos pela norma ABNT NBR 9.653:2018, que fixa a metodologia para reduzir os riscos inerentes ao desmonte de rocha com uso de explosivos em minerações e estabelece padrões de segurança recomendáveis para velocidade de vibração de partícula no solo e pressão acústica. A frequência do monitoramento será mensal.

- **Cronograma:** Será executado bimestralmente durante as fases de implantação e operação do Projeto.

16.1.8 Programa de Monitoramento Geotécnico da Pilha de Estéril e Taludes da Cava

- **Objetivo:** programa já realizado no âmbito das estruturas em operação na Mina de Água Limpa. Visa assegurar a correta disposição do material estéril na PDE Nova Cururu e a execução adequada dos taludes de corte na cava Morro Agudo; visa a manutenção da estabilidade geotécnica e o monitoramento dessas estruturas (cava e pilha) em todas as etapas de desenvolvimento no decorrer dos cerca de 8 anos de vida útil, servindo para monitorar o desempenho da sua operação.
- **Metodologia**: Este programa consistirá na instalação de instrumentação (piezômetros, indicadores de nível d'água) na PDE Nova Cururu, e de instrumentos (marcos topográficos superficiais, piezômetros, indicadores de nível d'água, radar, laser scaner) para monitoramento de taludes da expansão da cava Morro Agudo. A instrumentação é prevista para ser implantada nas expansões da pilha e da cava, prolongando-se durante toda a vida útil dessas estruturas. Serão realizadas inspeções periódicas e medições mensais nos instrumentos, bem como acompanhamento das leituras dos instrumentos.
- **Cronograma:** Será executado durante as etapas de implantação e operação do empreendimento.

16.2 Meio Biótico

16.2.1 Projeto de Exploração Florestal

- **Objetivos**: propor as melhores formas de retirada da vegetação arbórea e de aproveitamento do material lenhoso que será gerado e apresentar os procedimentos relacionados a cada atividade do processo de supressão florestal.
- **Metodologia**: para a execução do *Plano de Exploração Florestal* são previstas as seguintes atividades:
    - Planejamento de forma a avaliar as características da área a ser suprimida de forma a iniciar a supressão em pontos/locais que possibilite o deslocamento e o afugentamento da fauna, assim como os acessos existentes para seu uso nas operações de supressão;
    - Apresentação da metodologia das operações de exploração florestal quanto à derrubada, baldeio e transporte.
    - Aquisição de materiais;
    - Mobilização, contratação e treinamento da equipe técnica;
    - Planejamento e localização das áreas que serão utilizadas para estocagem do material lenhoso a ser gerado. A área a ser escolhida deverá se localizar às margens de estradas, preferencialmente próximas da área onde serão realizadas as atividades de supressão. Serão priorizados locais sem cobertura vegetal;
    - Delimitação das áreas a serem suprimidas, de forma a se evitar a supressão desnecessária de vegetação;

- Limpeza das áreas, que consiste no corte raso, junto ao solo, dos indivíduos arbustivos e arbóreos de menor porte;
- Pós-exploração, que será feita pelas mesmas equipes de derrubada e consiste na separação da copa (desponte), desgalhamento (eliminação de ramas) e traçamento da madeira;
- Arraste de toras, empilhamento e romaneio;
- Transporte e destino final da madeira: a madeira será armazenada temporariamente em área pertencente ao empreendedor e previamente definida.

- **Cronograma**: A supressão da vegetação ocorrerá na etapa de implantação do Projeto e será executada ao longo de dois anos, quando este projeto será executado.

16.2.2 Programa de Resgate de Flora

- **Objetivos**: Visa minimizar o impacto relacionado à perda de indivíduos da flora autóctone. O desenvolvimento adequado desse programa tem como objetivo gerar conhecimento para a conservação de espécies nativas e sua utilização para ações futuras de restauração ambiental. Engloba ações referentes ao resgate de sementes, plântulas, mudas, espécimes campestres e epífitas nas áreas de supressão; a criação de um matrizário em remanescentes no entorno do empreendimento para a coleta de sementes de espécies florestais típicas da região; e o plantio e acondicionamento do material em viveiro para a realização de estudos de conservação *ex-situ* e propagação e domesticação destas espécies para o uso futuro em projetos de reconstituição da flora.
- **Metodologia: A**s estratégicas de resgate de flora serão adaptadas para as condições edáficas e ecofisiológicas das espécies prioritárias para conservação. De forma geral serão divididas entre espécies de Floresta Estacional Semidecidual e espécies de Campo Rupestre Ferruginoso. As atividades consistirão na seleção das principais espécies vegetais alvo do resgate; coleta de sementes de espécies florestais na área de supressão; coleta de mudas e plântulas de espécies florestais na área de supressão; resgate de epífitas florestais na área de supressão; coleta de espécimes vegetais no campo rupestre ferruginoso localizado na área de supressão; criação de um matrizário para coleta de sementes de espécies arbóreas florestais; e instalação do material resgatado em viveiro.
- **Cronograma:** Será iniciado antes da etapa de implantação, especificamente antes da supressão da vegetação, e, permanecerá sendo realizado ao longo das atividades de supressão. A coleta de sementes florestais no matrizário será realizada por um período de dois anos e meio.

16.2.3 Programa de Acompanhamento da Supressão da Vegetação Afugentamento e Eventual Resgate da Fauna

- **Objetivos**: Acompanhamento das atividades de supressão da vegetação, com o direcionamento da fauna eventualmente observada nas áreas passíveis de supressão vegetal para áreas capazes de abrigá-la, bem como eventuais ações de resgate a indivíduos com baixa capacidade de dispersão/fuga ou incapazes de se deslocarem por meios próprios, auxiliando na sua relocação. Poderão ser realizados atendimentos veterinários a animais eventualmente feridos e/ou o encaminhamento de animais para aproveitamento científico. As ações previstas visam a minimizar impactos diretos sobre os grupos faunísticos presentes na área de intervenção pela supressão da vegetação do Projeto.

- **Metodologia:** Para acompanhamento, afugentamento e eventual resgate da fauna frente à supressão da vegetação na área do Projeto, estão previstas neste Programa as seguintes atividades:

  - Planejamento inicial do trabalho de acompanhamento, afugentamento e eventual resgate da fauna em relação ao cronograma da supressão vegetal, juntamente com a equipe responsável por sua execução;

  - Treinamento da equipe responsável pela supressão vegetal visando esclarecer a importância do direcionamento das atividades de supressão de forma a favorecer, sempre que possível, o afugentamento da fauna local, minimizando a necessidade de resgate de animais;

  - Acompanhamento da supressão da vegetação, conduzindo e resgatando os exemplares da fauna local de difícil locomoção por seu próprio meio, acuado ou ferido;

  - Definição de áreas potenciais para a soltura da fauna eventualmente resgatada bem como de instituições que tenham interesse em receber espécimes que virem a óbito durante as ações de resgate.

O acompanhamento da supressão deverá considerar as seguintes premissas: 1) avaliação dos animais que apresentam locomoção lenta ou hábito de se refugiar em situações de exposição a perigos, ou que estejam debilitados fisicamente, com dificuldade de locomoção e fuga; 2) elaboração junto à equipe de supressão vegetal de um planejamento específico que possibilite o direcionamento de deslocamento da fauna terrestre e auxílio na execução do salvamento, de forma a favorecer a fuga espontânea da fauna terrestre; 3) visando promover o afugentamento de espécimes e evitar sua captura, a supressão deverá ser realizada, preferencialmente, em uma única frente por vez, direcionada para áreas de vegetação nativa remanescente; 4) o resgate somente será realizado nos casos em que houver supressão completa de um hábitat e não existir outro remanescente no entorno imediato, que possa receber os animais advindos da área interferida, ou no caso de animais impossibilitados de se deslocar; 5) a captura somente será realizada em animais com baixa capacidade locomoção ou acuado, incapaz de se deslocar com segurança para área de mata adjacente com segurança; 6) será realizada a soltura ou relocação do animal resgatado devolvendo-o a área de soltura prevista, que apresente as mesmas condições do seu ambiente original; 7) a coleta será realizada em caso de animal encontrado morto ou que venha a óbito devido a mal estado físico.

- **Cronograma:** O Programa tem previsão de acontecer ao longo das diversas etapas do empreendimento, iniciando-se antes das atividades de supressão da vegetação, quando serão realizadas a mobilização e a contratação das equipes envolvidas e a solicitação do pedido de licença para a captura e coleta de espécimes junto ao órgão ambiental. Na etapa de implantação do projeto, onde a supressão da vegetação propriamente dita terá duração prevista de dois anos, serão então realizadas as atividades de acompanhamento/vistoria, afugentamento e, se necessário, o resgate da fauna. Prevê-se a elaboração de relatórios anuais durante os dois anos de execução do programa.

16.2.4 Programa de Monitoramento da Fauna

Objetivos: Avaliar as variações das comunidades faunísticas frente à implantação e operação do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo e da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa, dando continuidade ao monitoramento já executado na Mina de Água Limpa. São objetivos específicos deste programa:

- Verificar a riqueza da fauna na área da Mina de Água Limpa, onde será implantado o Projeto em pauta;
- Avaliar a presença de espécies ameaçadas de extinção, raras, endêmicas e/ou de importância médica e para a conservação;
- Avaliar a variação da comunidade faunística frente à sazonalidade

- **Metodologia Geral:** A definição das áreas amostrais deste Programa levou em consideração as áreas amostrais do monitoramento já executado no âmbito da Mina de Água Limpa, juntamente das áreas amostradas para o Projeto em estudo neste EIA. Foram consideradas, portanto, as áreas de influência definidas para o Meio Biótico e as particularidades de cada um dos grupos de fauna. A malha amostral foi definida para os grupos da fauna de forma que a Herpetofauna, Avifauna, Mastofauna Terrestre (pequenos mamíferos e mamíferos de médio e grande porte), Mastofauna Voadora e Entomofauna possuem áreas coincidentes, enquanto a Ictiofauna contou com pontos em localidades distintas, desenhadas atendendo às especificidades desse grupo.

  O Monitoramento de Fauna Terrestre já é executado em três áreas do complexo da Mina de Água Limpa. Neste programa são delimitadas quatro Áreas Amostrais para os grupos da Herpetofauna, Mastofauna Terrestre, Mastofauna Voadora, Avifauna e Entomofauna, ressaltando que uma nova área foi incluída no âmbito deste Projeto, considerando suas áreas de influência, sendo que as outras três áreas já eram abarcadas no monitoramento vigente da Mina de Água Limpa.

  Para o monitoramento da Ictiofauna foram selecionados nove pontos de amostragem, sendo que destes pontos, dois já fazem parte da malha amostral utilizada pela equipe do complexo da Mina de Água Limpa.

  Os resultados dos monitoramentos serão analisados de forma qualiquantitativa, considerando: Riqueza; Abundância e Frequências (quando compatíveis com a metodologia); Riqueza, abundância e frequência por área amostral; Curva de rarefação de espécies (estimadores Chao ou Jackknife); Diversidade de Shannon; Equitabilidade; Análise de similaridade (por cluster); e, Verificação do status de endemismo, ameaça (estadual, nacional e internacional) e lista CITES.

- **Metodologias Específicas:**

  Monitoramento da Mastofauna terrestre – pequenos mamíferos

  Para o monitoramento deste grupo serão utilizadas as seguintes metodologias:

  - Armadilhas de gaiola do tipo Live trap, ao longo de transectos;
  - Armadilhas de interceptação e queda (*Pitfall Trap*).

  Monitoramento da Mastofauna terrestre –mamíferos de médio e grande porte

  - Censos por transectos (busca ativa);
  - Armadilhas Fotográficas (*Cameras Trap*) ao longo de trilhas.

  Monitoramento da Mastofauna voadora (morcegos)

  - Captura em redes de neblina.

Monitoramento da Avifauna

Para o monitoramento do grupo serão utilizadas as seguintes metodologias:

- Ponto de escuta (observações em pontos determinados e registros visuais e acústicos com uso ocasional de *playback*).
- Redes de Neblina: captura de espécimes, sobretudo aves do sub-bosque florestal.

Monitoramento da Herpetofauna

As amostragens deste grupo, focada nos répteis e anfíbios, contará com duas metodologias padronizadas:

- Procura Ativa Limitada por Tempo -PALT (diurno e noturno);
- Armadilhas de Interceptação e Queda (Pitfall Traps).

Monitoramento da Entomofauna

O monitoramento da Entomofauna será focado no grupo dos Dípteros Vetores. Os métodos utilizados para amostragem serão:

- Armadilha luminosa CDC;
- Armadilha luminosa Shannon.

Monitoramento da Ictiofauna

Para o monitoramento da ictiofauna propõe-se a utilização da mesma metodologia e esforço amostral que já foram utilizados em monitoramentos anteriores realizados na Mina de Água Limpa (2017; 2018). Para o monitoramento deste grupo serão utilizadas metodologias ativas e passivas, coforme a seguir:

- Peneira (Puçá);
- Rede de emalhar; e
- Jequi (Covo).

- **Cronograma:** Algumas ações do Programa de Monitoramento de Fauna deverão ocorrer antes do início da implantação, em especial a solicitação da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Fauna e a mobilização da equipe que executará as atividades. O Programa deverá perdurar durante toda a por toda a implantação e durante o primeiro ano de operação, devendo posteriormente ser ajustado, após análise dos resultados.

16.3 Meio Socioeconômico

16.3.1 Programa de Comunicação Social

- **Objetivos**: Promover o acesso às informações relacionadas ao Projeto de Expansão da Mina Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação do Posto de Tancagem da Mina Água Limpa para as partes interessadas. Especificamente este programa visa: divulgar informações sobre o projeto e fases do licenciamento; contribuir para o envolvimento e participação da sociedade no processo de licenciamento do projeto; proporcionar esclarecimentos à sociedade em relação ao projeto; orientar em relação aos meios para garantir comunicação eficaz; realizar a comunicação do projeto integrada à atuação da Vale já existente no território; e, subsidiar áreas de Relacionamento com Comunidades, Relacionamento Institucional, Meio Ambiente, Recursos Humanos, Saúde e Segurança na execução de suas atividades que se correlacionem com o acesso à informação pelos públicos de interesse do projeto.

- **Metodologia**: a partir do processo de licenciamento e avanços do projeto, serão estabelecidas ações para a disseminação das mensagens centrais pertinentes ao desenvolvimento do projeto. Deverá estabelecer relações interativas entre Vale e os diversos públicos-alvo do projeto em questão, pautadas pelos princípios de horizontalidade, transparência, ética, foco no território e tempestividade. As ações de comunicação serão concebidas de acordo com o perfil de cada público-alvo e com as especificidades do objeto da ação e da etapa ou fase do empreendimento, utilizando-se de meios diversos de comunicação já aplicados pela empresa para os públicos interno e externo.

- **Cronograma**: será implementado durante as etapas de implantação e operação do empreendimento.

16.4 Programa de Educação Ambiental

O Programa de Educação Ambiental – PEA, voltado para o público externo, compreende o *Relatório do Diagnóstico Ambiental Participativo e Projeto Executivo referentes aos Complexos de Itabira (Minas Itabira e Água Limpa) e de Mariana* e contempla ações realizadas no âmbito da Macrorregião 5 (Rio Piracicaba), que abrange a Área de Abrangência da Educação Ambiental - ABEA para o projeto em questão. É apresentado em Anexo ao PCA que acompanha este EIA.

O PEA voltado para o público interno – Implantação e o PEA voltado para o público interno – Operação, foram elaborados de acordo com a DN nº 214/2017, sendo apresentados em Anexo ao PCA que acompanha este EIA.

16.4.1 Programa de Educação Ambiental: público interno

PEA - Implantação:

Objetivo: Desenvolver ações de educação ambiental para empregados Vale e de contratadas com atuação na implantação do projeto, visando ampliar a percepção sobre os impactos ambientais adversos e a efetiva participação para evitá-los e mitigá-los.

Metodologia[12]: Para a etapa de implantação, as ações de educação ambiental terão com foco principal a ampliação da percepção sobre as atividades da implantação, seus impactos e medidas mitigadoras, e boas condutas ambientais tendo em conta o projeto e a mão de obra temporária, característica desta etapa. Serão utilizadas ferramentas apropriadas para esta fase e formação do público-alvo para a compreensão dos fenômenos socioambientais nos locais de trabalho, gestão ambiental dos impactos das atividades do projeto, temáticas ambientais do cotidiano, ampliando a percepção sobre os impactos das atividades presentes no seu dia a dia, e buscando elevar o nível de conhecimento dos trabalhadores na prática das atividades.

Cronograma: execução conforme cronograma das atividades da etapa de implantação.

PEA - Operação:

Objetivo: Desenvolver ações de educação ambiental para empregados Vale e de contratadas com atuação no empreendimento, com base nos resultados do DSP, que contribuam para aproveitar e maximizar os impactos positivos e as potencialidades identificadas e para reduzir as fragilidades e impactos ambientais negativos. É seu objetivo também promover capacitações que estimulem comportamentos proativos frente aos impactos ambientais adversos e fomentar o desenvolvimento socioambiental local, de forma a envolver e compartilhar responsabilidades com todos os públicos envolvidos.

12 Obs.: a Deliberação Normativa Nº 238/2020 (Anexo Único, que altera o Anexo I da DN Nº 214/2017- item 4.2), traz que "É dispensada a realização do DSP com público-alvo interno durante a fase de implantação do empreendimento, exceto nos casos de ampliações e/ou alterações passíveis de licenciamento ambiental de empreendimentos nos quais não haverá mobilização de mão de obra, sendo utilizados trabalhadores que já atuam no empreendimento nas obras de implantação. Contudo, o PEA ainda deverá apresentar e executar ações e/ou projetos de educação ambiental nos casos dispensados de DSP". Portanto, as ações do PEA para o público interno apresentadas no PCA se encontram em conformidade com a deliberação normativa, considerando a mobilização da mão de obra temporária para a fase citada do projeto em questão.

Metodologia: O norteamento metodológico do Programa de Educação Ambiental do Corredor Sudeste no qual está inserida a Mina de Água Limpa considerou a legislação aplicável indicada na DN 214/2017 do COPAM, as normativas e políticas da empresa Vale e as metodologias participativas embasadas na pesquisa ação participante. A base metodológica e conceitual da forma e do conteúdo do Programa de Educação Ambiental Unificado da Diretoria do Corredor Sudeste se apoia nas ideias de Pesquisa-Ação e Pesquisa-Ação-Participante (PAP). De acordo com essa conceituação, a produção de conhecimento sobre a realidade a ser estudada deve ocorrer paralelamente ao processo educativo participativo de enfrentamento dessa mesma realidade. Neste sentido são propostas ações baseadas na andragogia (educação para adultos) e na participação dos grupos sociais que tem como foco as tomadas de decisão a respeito das ações de mitigação e potencialização dos impactos socioambientais. Por isso, o Programa de Educação Ambiental foi planejado com ações que visam ampliar a percepção sobre os problemas e incentivar a construção compartilhada das soluções ambientais associadas a cada empreendimento.

- **Cronograma**: planejado para 5 anos, cabendo a repactuação das ações, após este período, conforme preconiza a deliberação normativa vigente.

16.4.2 Programa de Educação Ambiental: público externo

Objetivo: O principal objetivo do Programa de Educação Ambiental, utilizando-se do Diagnóstico Socioambiental Participativo, é promover a autonomia dos grupos sociais envolvidos no Projeto para a compreensão das necessidades, tanto de atuação individual quanto coletiva, em parceria e compartilhando responsabilidades junto com a Vale e o Poder Público, na busca de uma transformação do ambiente comunitário e consequente melhoria da qualidade de vida, através de ações, atividades e capacitações voltados à conscientização das questões socioambientais e seu empoderamento para pleno exercício da cidadania.

Metodologia: O norteamento metodológico do Programa de Educação Ambiental do Corredor Sudeste no qual está inserida a Mina de Água Limpa considerou a legislação aplicável indicada na DN 214/2017 do COPAM, as normativas e políticas da empresa Vale e as metodologias participativas. Para o público externo os projetos do PEA Corredor Sudeste foram construídos por meio da participação coletiva em comunidade, utilizando-se de técnicas participativas, que contribuíram para a definição de três eixos metodológicos de articulação determinantes para definir a linha de atuação dos Projetos constituintes do Programa de Educação Ambiental, sendo estes: formação, ação comunitária e mobilização. Eixo de Formação: propõe ações que deverão ter um caráter educativo, ou seja, os temas apontados nos DSPs serão tratados conceitualmente considerando o processo educativo como oportunidade de construção da autonomia das comunidades. Eixo de Ação: contempla as atividades, planos e ações deverão abordar as atividades práticas, em que a comunidade e participantes se insiram no conteúdo e contexto da atividade a desenvolver para construção do senso de pertencimento, apropriação do processo, provocando a mudança de atitude. Eixo de Mobilização: considera que as ações propostas nos planos deverão considerar necessariamente o envolvimento dos membros da comunidade buscando agir e atingir um objetivo comum.

- **Cronograma**: foi planejado para 4 anos, cabendo repactuar as ações com o público-alvo após este período, conforme preconiza a deliberação normativa vigente.

16.5 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD

- **Objetivos**: Busca atender, em todas as áreas de intervenção do Projeto de Expansão da Mina Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação do Posto de Tancagem da Mina Água Limpa, às seguintes ações e medidas de mitigação de impactos causados pelo empreendimento: reintegração das áreas degradadas à paisagem dominante da região; proteção do solo visando a prevenção e controle dos processos erosivos e da geração de poeira; recuperação e o restabelecimento da vegetação por meio de plantio de gramíneas e leguminosas; e, minimização do impacto visual causado pelas modificações no relevo.

- **Metodologia:** A primeira etapa das ações deste programa será voltada ao estabelecimento de diretrizes e procedimentos que deverão ser adotados para a reconformação física e topográfica de todas as áreas objeto de intervenção. Essas ações deverão ser realizadas ao término das obras de implantação, durante a desmobilização de estruturas de apoio (como canteiros de obras), bem como durante a operação do empreendimento, que compreende a operação das frentes de lavra na expansão da cava Morro Agudo e o desenvolvimento da expansão da PDE Nova Cururu. Essas ações serão realizadas de forma a facilitar e tornar mais eficazes as futuras atividades de revegetação. Numa segunda etapa serão executadas as atividades de reabilitação das áreas degradadas, com o detalhamento de medidas para recuperação e revegetação das áreas degradadas. Por fim, uma terceira etapa consistirá na realização de atividades de monitoramento e acompanhamento da regevetação e, se necessário, a realização de ações corretivas e de melhoria ambiental.

- **Cronograma**: deverá ser iniciado à medida que áreas alteradas forem sendo finalizadas e liberadas. A reabilitação das áreas degradadas pela implantação das obras civis do sistema de drenagem da PDE Nova Cururu e do acesso cava – pilha deverá ser realizada ao término das obras. A reabilitação dos taludes da PDE Nova Cururu e da cava da Mina de Morro Agudo será executada conforme forem sendo atingidas as conformações finais. Como os serviços de revegetação dependem das variações sazonais, algumas medidas deverão ser paralisadas quando não concluídas no período correto e continuadas no ano subsequente.

O PRAD é apresentado em um documento a parte do PCA.

16.6 Compensações Ambientais

Compreende medidas compensatórias referentes a:

- ***Intervenção em Vegetação do Bioma Mata Atlântica (Artigos 17 e 32 da Lei nº 11.428 de 2006):***

A proposta de compensação para atendimento ao disposto na Lei Federal nº 11.428/2006, será apresentada para um montante de 18,59 ha para o Artigo 17 e de 18,59 ha para o Artigo 11, totalizando 37,18 ha, conforme quadro abaixo.

Quadro 247 Quantitativos de intervenção pelo Projeto

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Área de intervenção (ha)		
	Em APP	Fora de APP	Total
Afloramento rochoso	0,00	1,03	1,03
Campo Rupestre Ferruginoso	0,17	0,31	0,48
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	2,19	10,48	12,67
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	4,21	0,20	4,41
Total	**6,57**	**12,02**	**18,59**

- ***Intervenção em Áreas de Preservação Permanente – APP (Resolução CONAMA nº 369 de 2006):***

A implantação do Projeto em pauta implicará em intervenção em 16,32 ha de Área de Preservação Permanente (APP), conforme quadro abaixo. Para a elaboração da proposta de compensação por intervenção em APP serão seguidas as determinações da Subseção IV da Seção XI do Decreto Estadual nº 47.749/2019.

Quadro 248 Intervenções em APP previstas para a implantação do Projeto passíveis de compensação por intervenção em Mata Atlântica

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	APP curso d'água (ha)	APP nascente (ha)	Total APP (ha)
Afloramento rochoso	-	-	-
Campo Rupestre Ferruginoso	0,17	-	0,17
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	1,40	0,48	1,88
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	1,98	0,21	2,19
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	3,88	0,33	4,21
Acesso	1,76	0,09	1,85
Área degradada	0,13	0,15	0,28
Áreas operacionais e administrativas da mineração	1,19	-	1,19
Campo antrópico	1,39	0,36	1,75
Campo úmido antrópico	-	-	-
Plantio de eucalipto não manejado	2,13	0,67	2,80
Total Geral	**14,02**	**2,30**	**16,32**

- ***Compensação Minerária Estadual (Lei nº 20.922 de 2013):***

Como mostra o Quadro 249 a implantação do Projeto implicará na intervenção em 33,03 ha em área de sistema naturais (vegetação nativa e afloramento rochoso). Para a elaboração da proposta de compensação por supressão de vegetação nativa por empreendimentos minerários serão seguidas as determinações da Subseção II da Seção XI do Decreto Estadual nº 47.749/2019.

Quadro 249 Quantitativos de intervenção pelo Projeto

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Área do Projeto (ha)
Afloramento rochoso	-
Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração	0,48
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	14,44
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	12,67
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio/avançado de regeneração	4,41
Total	**33,03**

- ***Compensação pela Supressão de Indivíduos de Espécies Ameaçadas de Extinção (Artigos 73 do Decreto Estadual nº 47.747/2019):***

A compensação por supressão de espécies ameaçadas de extinção, é estabelecida pelos artigos 73 e 74, do Decreto Estadual nº 47.749/2019. Ainda em relação ao número de espécies que deverão ser plantadas para a presente compensação é regulamentada pelo Artigo 27 da Resolução Conjunta SEMAD/IEF N°. 3.022/2020.

O Quadro 250 mostra o quantitativo de mudas a serem plantadas pela compensação de espécies ameaçadas.

Quadro 250 Quantitativo de mudas a serem plantadas para compensação pela supressão de espécies ameaçadas na relação 10:1

Família	Nome Científico	Compensação (10:1)
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*	1261,26
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	630,63
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*	532,14
Fabaceae	*Dalbergia nigra*	266,07
Fabaceae	*Melanoxylon brauna*	266,07
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*	809,2
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*	1173,5

Compensação Ambiental do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei nº Lei 9.985 de 2000):Para implantação do Projeto será necessário realizar intervenção em Bioma da Mata Atlântica, sendo 32,01 ha de intervenção em vegetação nativa, fato que implica na exigência legal da elaboração do EIA/RIMA, de acordo com a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006). O Decreto Estadual nº 45.629/2011, estabelece em consonância ao art. 36 da Lei Federal nº 9.985/2000, que empreendimentos com EIA/RIMA são passíveis da compensação ambiental prevista no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. A compensação em questão deverá ser aprovada pela Câmara de Proteção à Biodiversidade (CPB) do COPAM e devidamente paga, conforme Termo de Compromisso, emitido pelo IEF após a aprovação. Será aplicada a metodologia estabelecida no Decreto Estadual nº 45.175/2009 a ser avaliada junto aos órgãos ambientais competentes.

16.7 Plano de Compensação Espeleológica

- **Objetivo**: Atender à compensação espeleológica referente à implantação e operação do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa no que se refere à interferência em 6 (seis) cavidades naturais subterrâneas sujeitas a impactos negativos irreversíveis, sendo que destas, 4 (quatro) cavidades são de baixa relevância, não exigindo compensação, e outras 2 (duas) são de alta relevância, para as quais se faz necessário "outras formas de compensação" em função da inexistência de cavidades disponíveis para compensá-las com atributos similares de acordo com a IN MMA 02/2017.

Proposta de Compensação Espeleológica: Com base no Decreto Federal nº 99556/90, que prevê que cavidades naturais subterrâneas com grau de relevância alto, médio e baixo são passíveis de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento e compensação ambiental, a Vale solicita a supressão de 6 cavidades inseridas na Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa.

Como compromisso ambiental e ação compensatória, a Vale oferece preservar permanentemente 4 cavidades com grau de relevância alto em formação carbonática, com doação da área de ocorrência destas ao Parque Nacional Serra do Gandarela, com sede no município de Rio Acima, estado de Minas Gerais e, adicionalmente, propõe o financiamento de ações que contribuam para conservação e uso adequado do patrimônio espeleológico.

Frente a ausência de cavidades com similaridade de atributos que permitam a compensação espeleológica de 4 cavidades, a Vale solicita à Superintendência de Projetos Prioritários – SUPPRI – que direcione o processo de compensação dessas cavidades ao ICMBio, viabilizando a negociação de "outras formas de compensação", conforme previsto no § 3º do art. 4º, do Decreto nº 99556/1990 alterado pelo Decreto nº 6640/2008.

16.8 Plano de Fechamento da Mina – Complexo da Mina de Água Limpa

- **Objetivos**: apresentar o planejamento para o processo de fechamento do Complexo da Mina de Água Limpa, abrangendo as estruturas e atividades pertinentes ao Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina de Água Limpa.
- **Metodologia:** o plano de fechamento prevê um diagnóstico da situação atual da área como um todo, bem como o levantamento da trajetória do projeto concebido ao longo dos anos; elaborar os projetos de descomissionamento por tipologia de ativo (incluindo as expansões previstas no Projeto em pauta), levando em consideração segurança para o fechamento com a redução dos riscos associados e prevê o uso futuro da área.
- **Cronograma:** O planejamento do fechamento se inicia junto a operação e deve acompanhar o desenvolvimento da mina. A maior parte das ações de fechamento ocorre após o fim da mineração na área; entretanto, há situações em que as ações de fechamento são aplicáveis antes do término da produção mineral.

  O Plano de Fechamento visa escalonar no tempo as ações identificadas para o fechamento do complexo minerário em questão, abrangendo todas as suas estruturas e as atividades deverão ser sequenciadas de acordo com a tipologia de ativo e, em seguida, consolidadas em um cronograma geral, que tem a função de identificar sinergias entre as obras e controlar o progresso do fechamento, até o seu encerramento.

17. CONCLUSÕES

Conforme apresentado neste EIA**,** a implantação/operação do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa** visa garantir a continuidade e a manutenção das operações atuais da Mina de Água Lima, bem como a otimização das operações de lavra e de beneficiamento de minério de ferro.

A área destinada ao Projeto que abrange um total de 169,99 hectares e situa-se em sua maior parte (cerca de 99%) no município de Rio Piracicaba e o restante no município de Santa Bárbara.

Atualmente, a Mina de Água Limpa opera com uma capacidade de produção de minério de ferro bruto (ROM – *Rum of Mine*) já licenciada para 12,5 Mtpa, dispondo de uma completa infraestrutura necessária ao desenvolvimento das atividades minerárias: instalações de britagem, usina de beneficiamento, pilhas de disposição de estéril (Flanco Sul/AG2 e Nova Cururu), barragem do Diogo (disposição de rejeito fino, contenção de sedimentos e recirculação de água); barragens de contenção de sedimentos Monjolo, Porteirinha e Elefante e a estrutura para o empilhamento drenado Vale das Cobras, diques de contenção de sedimentos, terminal de embarque ferroviário, oficinas de manutenção e edificações das unidades de operação e administrativa.

O Projeto objeto deste EIA prevê a manutenção dessa produção de minério de ferro bruto (12,5 Mtpa), com licença de operação (LO) concedida. Entretanto, visando a manutenção da referida produção será necessário expandir a cava Morro Agudo em 107,87 ha, acarretando na necessidade de supressão de 11,98 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração.

Atualmente a lavra de minério de ferro na Mina de Água Limpa está em operação nas cavas de Morro Agudo e Espigão do Pico. A ampliação das operações da mina, com a expansão da cava Morro Agudo, considera uma vida útil de 8 anos (2022 a 2029), com produção de 12,5 Mtpa, sem acarretar o seu aumento. O ROM será transportado até a usina de beneficiamento de minério por meio de caminhões fora de estrada, em acessos existentes no interior da mina. A geração de estéril nesses 8 anos será da ordem de 149,92 Mt, sendo que 17,15 Mm^3 será disposto na área de expansão da PDE Nova Cururu, também objeto deste Projeto. A diferença do volume de estéril gerado deverá ser disposta em novas pilhas atualmente em fase de viabilidade de projeto.

A concepção do projeto de expansão da PDE Nova Cururu prevê o seu contrapilhamento com a face noroeste da PDE Nova Cururu existente, licenciada e em operação, sem alteração geométrica e de volume da pilha existente. A expansão da PDE Nova Cururu ocupará uma área total de 52,03 ha, sendo 39,42 ha em área nova e objeto de supressão vegetal e 12,61 ha em área alterada e sem vegetação (contrapilhamento com a PDE existente). A junção dessas duas pilhas acarretará maior ganho na drenagem superficial das estruturas, conexão entre as bermas e um ganho na disposição de material estéril, sem implicar em áreas maiores de intervenção e supressão vegetal. Também não será necessário implantar um novo sistema de contenção de sedimentos para a pilha em expansão, uma vez que a jusante já se encontra instalada uma bacia de contenção (*sump*) que receberá o aporte de sedimentos da PDE.

Faz também parte do Projeto a ampliação da tancagem do posto da Mina de Água Limpa, já existente e licenciado, visando o aumento de sua capacidade de armazenamento e maior autonomia de estoque.

Assim, com as expansões e ampliação previstas (cava, pilha e posto) o empreendimento terá uma vida útil de 8 anos, prevendo seu início em 2022.

Tendo em vista a rigidez locacional do corpo mineral destaca-se que a localização da expansão da cava Morro Agudo possui características favoráveis ao projeto, uma vez que as áreas ao norte, a leste e a oeste estão antropizadas pela atividade mineral e são de propriedade da Vale S/A. A Mina de Água Limpa já dispõe de infraestrutura de apoio operacional necessários à explotação, ao transporte, ao beneficiamento e ao escoamento da produção mineral, não acarretando novas intervenções e impactos ambientais.

Em relação à alternativa tecnológica para disposição de estéril, definiu-se que essa operação será realizada de acordo com metodologia definida pela norma vigente, por meio de implantação de pilha conformada de forma ascendente com controle de compactação, sequenciamento executivo com formação dos bancos com os devidos sistemas de drenagem. Realizou-se o estudo de três alternativas locacionais para disposição de estéril: alternativa 1 (área nova de 69,20 ha); alternativa 2 (área nova de 93,75 ha); e, alternativa 3 (área nova de 39,42 ha), sendo selecionada a alternativa 3, em vista de aspectos como antropização da área, menores interferências ambientais (vegetação nativa, corpos hídricos, área de preservação permanente, etc); capacidade de armazenamento de acordo com a necessidade; menor distância média de transporte em relação às frentes de lavra; condições geotécnicas e de segurança operacional.

Os resultados do diagnóstico ambiental contidos neste EIA demonstram as condições atuais das áreas de estudo regional, local e do Projeto. Sendo assim, com a inserção do Projeto foi possível identificar e avaliar os impactos ambientais para posteriormente definir suas áreas de influência indireta e direta (AII e AID) para, então, serem propostas ações e medidas de controle mitigação, monitoramento e compensação ambiental pertinentes, conciliando tais proposições com programas já realizados atualmente na Mina de Água Limpa.

A implantação e operação do Projeto acarretarão alterações relacionadas aos meios físico, biótico e socioeconômico-cultural, destacando-se:

- Toda a área destinada ao empreendimento está inserida no bioma Mata Atlântica, integralmente em propriedade da Vale S.A. na Fazenda Piracicaba com uma Reserva Legal averbada, ressaltando que não haverá intervenção pelo empreendimento nessa reserva e não haverá interferências em propriedades de terceiros.

- Em relação às áreas prioritárias definidas no documento 'Biodiversidade em Minas Gerais – Um atlas para sua conservação', apenas um pequeno trecho da área Projeto está inserido em área classificada como de 'importância biológica extrema'. No tocante às Reservas da Biosfera reconhecidas pela UNESCO a área do Projeto está inserida na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço e fora dos limites da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Em relação às Unidades de Conservação tem-se o registro de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN Diogo) situada a cerca de 1,2 km de distância da Área do Projeto.

- De acordo com o mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal realizado, verificou-se um cenário resultante de uma dinâmica integrada dos processos que atuaram ao longo do tempo na área do empreendimento e em seu entorno, com predomínio de categorias antrópicas de uso do solo e cobertura vegetal. As categorias antrópicas representam 71,56% da área do Projeto e 80,57% da Área de Estudo Local. Na área do Projeto as áreas antropizadas são representadas principalmente por plantio de eucalipto não manejado; campos antrópicos; áreas operacionais e administrativas da mineração; e, áreas degradadas. Já em relação às categorias naturais há um predomínio de Floresta Estacional Semidecidual secundária em diferentes estágios de regeneração natural, sendo que na área do projeto o sistema natural é representado por pequenos fragmentos de afloramento rochoso (1,03 ha) e de Campo Rupestre Ferruginoso (0,48 ha); e por fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual secundária nos estágios inicial (14,44 ha), médio (12,67 ha) e médio/avançado de regeneração natural (4,41 ha).

- Os remanescentes de vegetação nativa a serem suprimidos (19,44% da área do Projeto), são pequenos e encontram-se, em sua maioria, isolados e envoltos por áreas alteradas pela mineração e pela silvicultura. Nesse sentido, considerando-se apenas o impacto relacionado às intervenções do Projeto em questão, haverá uma alteração pouco significativa da cobertura vegetal. Em função da cumulatividade das alterações ambientais na região da Mina de Água Limpa e da atual baixa representatividade de fragmentos de vegetação nativa em escala local e regional, considera-se que a supressão da vegetação dessas áreas acarretará numa perda tênue da qualidade ambiental.

- Haverá perda de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e médio/avançado de regeneração e de vegetação de Campo Rupestre Ferruginoso em estágio médio de regeneração, com consequente supressão de espécies ameaçadas de extinção, pouco frequentes, raras e endêmicas. Por ser um impacto irreversível, todas as compensações ambientais previstas na legislação ambiental foram consideradas: Intervenção em Vegetação no Bioma Mata Atlântica; Supressão de Indivíduos de Espécies Ameaçadas de Extinção; Compensação Minerária Estadual, Compensação segundo a Lei do SNUC e a Intervenção em APP. Pode-se ainda destacar as medidas de controle e de mitigação previstas por meio do Programa de Resgate da Flora e do Projeto de Exploração Florestal.

- O aumento da pressão antrópica sobre a biota local será causado pelo aumento de movimentação de veículos e equipamentos e de pessoas, pelas atividades de supressão de vegetação, terraplanagem e obras civis, com a consequente geração de ruído. Tais atividades, cumulativas àquelas já incidentes no Complexo da Mina de Água Limpa, impactarão a fauna de forma indireta ocasionando o afugentamento de indivíduos, com possível risco de atropelamento, na perda eventual de indivíduos, além de alterações nas populações locais, visto que poderá haver o aumento da competição por recursos nas áreas adjacentes à Área do Projeto. Diante dessas possíveis alterações e da composição de espécies registrada nos estudos (representada por espécies bem distribuídas no bioma da Mata Atlântica) as ações ambientais foram propostas e definidas no Programa de Acompanhamento da Supressão da Vegetação, Afugentamento e Eventual Resgate de no Programa de Monitoramento da Fauna.

- A implantação e operação do Projeto acarretará alterações ao meio físico, como: alteração qualidade das águas superficiais pela geração de efluentes de magnitude desprezível em vista dos sistema de controle já existentes na mina; alterações na morfologia do relevo e da paisagem local, na qualidade dos solos pela geração de resíduos, na qualidade das águas superficiais pelo carreamento de sedimentos, na qualidade ao ar pela geração de emissões atmosféricas, todos de baixa magnitude, em função dos sistema de controle existentes além daqueles previstos especificamente para o projeto; e, alteração da estrutura do solo e desenvolvimento de processos erosivos e do nível de pressão sonora pela geração de ruído de média magnitude, em função de uma maior movimentação de material e geração de área expostas para a implantação do projeto.

- Também foram prognosticados impactos do meio físico que ocorrerão somente na etapa de implantação como: intervenção física em trechos de cursos d'água tributários do córrego Vale das Cobras e intervenção em APPs dos corpos hídricos em uma área de 16,32 ha, ambos de baixa magnitude, em vista do quantitativo das áreas afetadas e o fato de estarem situadas numa matriz já antropizada da Mina de Água Limpa. Por fim, haverá na etapa de operação o impacto de média magnitude de alteração da disponibilidade hídrica, que poderá afetar cursos d'água no entorno da área de intervenção, advindo do rebaixamento do nível d'água para operação da cava, cabendo ressaltar que haverá água suficiente do bombeamento de poços tubulares na cava para reposição a esses corpos hídricos.

- Há que se considerar que os impactos relacionados ao meio físico serão cumulativos em relação às alterações já verificadas nas operações atuais da Mina de Água Limpa. Entretanto, é importante destacar que se encontram implantados nessa mina sistemas de controle, além daqueles sistemas previstos para o empreendimento, que atuarão de forma simultânea para a minimização e controle das alterações prognosticadas. Esses sistemas têm se mostrado no cenário atual de operação da Mina de Água Limpa eficientes no controle e mitigação dos impactos gerados, como demonstrando pelos resultados dos monitoramentos de qualidade das águas superficiais, das emissões atmosféricas, ruído e vibração, apresentados no diagnóstico ambiental deste EIA.

- As ações e medidas de controle e monitoramento propostas para os impactos do meio físico compreendem os programas de Controle de Processos Erosivos, Gestão de Resíduos, Monitoramento e Controle dos Efluentes Líquidos, da Qualidade das Águas Superficiais, da Qualidade do Ar, de Ruído e Sismográfico, além do Monitoramento Geotécnico previsto para garantia da estabilidade dos taludes da pilha e da cava que serão expandidas. Todos esses programas já vêm sendo executados na Mina de Água Limpa e neste sentido, cabe destacar que na operação do empreendimento, a tendência será de melhoria, em vista dessas ações de controle e além da reabilitação e revegetação de áreas expostas ao término de sua operação.

- Os estudos espeleológicos realizados identificaram em 6 (seis) cavidades naturais subterrâneas sujeitas a impactos negativos irreversíveis, sendo que destas, 4 (quatro) cavidades são de baixa relevância, não exigindo compensação, e outras 2 (duas) são de alta relevância, para as quais se faz necessário "outras formas de compensação" em função da inexistência de cavidades disponíveis para compensá-las com atributos similares de acordo com a IN MMA 02/2017. Como compromisso ambiental e ação compensatória, foi apresentada proposta de preservação permanente de quatro cavidades com grau de relevância alto em formação carbonática, com doação da área de ocorrência das mesmas ao Parque Nacional Serra do Gandarela; adicionalmente é proposto o financiamento de ações que contribuam para conservação e uso adequado do patrimônio espeleológico.

- Em relação ao meio socioeconômico, as expectativas geradas pelo empreendimento sobre a comunidade é um fato comum em regiões onde a mineração atual, principalmente quanto aos empregos a serem mantidos e/ou gerados. Neste sentido, o Projeto em pauta, também poderá ocasionar tal expectativa na população. Os estudos realizados mostraram o reconhecimento pela administração municipal e populações da Área de Estudo Local (sede de Rio Piracicaba, Bairros Louis Ensch e Santa Isabel e comunidade Morro Agudo), da importância da atividade minerária na região, em termos de geração de empregos e arrecadação municipal. Por outro lado, tem-se a noção da ocorrência de alguns transtornos provocados por essa mesma atividade, tais como incômodos reportados por alguns entrevistados relacionados à geração de poeira e ruído.

- Destaca-se ainda que na etapa de implantação haverá um aumento do fluxo de veículos e equipamentos pesados na rodovia MG-123 e em vias locais da sede de Rio Piracicaba, podendo acarretar a geração de ruído e poeira e, também, potencial aumento de risco de ocorrência de acidente nesses acessos viários. Este fluxo será realizado no início e no término das obras (ou seja, será temporário e restrito à implantação) e será realizado em horário não comercial. Prevê-se a realização de ações de manutenção preventiva dos veículos e equipamentos, já realizadas rotineiramente na Mina de Água Limpa, bem como a realização de comunicação prévia da Vale com instituições (Prefeitura Municipal e Polícia Militar) prevista no Programa de Comunicação Social, e, se houver necessidade, da sinalização adequada das vias de acesso à mina.

- Também ocorrerá o incremento no nível de emprego e de renda na etapa de implantação, sendo necessário um contingente de 20 empregados durante um período de dois anos para a supressão da vegetação; para a implantação da PDE Nova Cururu, prevê-se a contratação de 82 empregados, no pico das obras, em um período de nove meses, serão necessários; e, por fim, para a ampliação da Tancagem do Posto prevê-se a contratação de 38 empregados no pico da obra, ao longo de cinco meses. Este contingente será preferencialmente recrutado na cidade de Rio Piracicaba tendo em vista a sua proximidade com a mina e, caso necessário, na região de entorno. Na operação prevê-se a manutenção da mão-de-obra já recrutada na Mina de Água Limpa, sendo assim, mantidos os postos de trabalho.

- Por fim, as etapas de implantação e operação do Projeto consistirão na execução de atividades que necessitam da compra de insumos e materiais, além da contratação de serviços. Tais atividades irão gerar um incremento na arrecadação de impostos, principalmente o ISSQN e ICMS em especial para o município de Rio Piracicaba tendo em vista que o empreendimento em quase toda a sua totalidade se inserido no mesmo, além da continuidade na arrecadação da CFEM.

- Em função dos impactos socioeconômicos negativos são propostas ações e medidas por meio do Programa de Comunicação Social e do Programa de Educação Ambiental voltado tanto para o público interno (trabalhadores) quanto para o público externo (comunidades no entorno), além de ações de controle e monitoramento da qualidade do ar, ruído e vibração. Para os impactos positivos, os mesmos serão potencializados, uma vez que a implantação do empreendimento será um importante fator de dinamização na geração de emprego e renda e arrecadação tributária (em especial o ISS, ICMS e a CFEM), o que é relevante, especialmente tendo em vista o atual cenário brasileiro de baixo volume de investimentos no setor produtivo, além do aquecimento da economia pela compra de insumos e capacidade de consumo e o aumento da capacidade de investimentos governamentais em educação, segurança, saúde e preservação ambiental em busca da melhoria da qualidade de vida da população local.

O **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa** representa a médio e longo prazos a permanência de atividades econômicas relacionadas à mineração e seus encadeamentos para outros setores na economia local, em especial, ao município de Rio Piracicaba.

Neste contexto e, perante as razões apresentadas, a conclusão do Estudo de Impacto Ambiental indica a viabilidade ambiental do **Projeto de Expansão da Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu e Ampliação da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa**, considerando que sejam realizadas as atividades do Projeto em equilíbrio com as ações, planos e programas ambientais propostos.

18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

18.1 Caracterização do Empreendimento

CHAMMAS ENGENHARIA. Projeto Básico de Sondagem do Posto de Abastecimento. Relatório Técnico RL-1680MM-X-01704. Vale / Chammas. 2016.

ELO MEIO AMBIENTE. Laudo de Medição de Espessura por Ensaio de Ultra-som e Teste de Estanqueidade dos Tanques Aéreos para Armazenagem de Combustível. 2016.

GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO SUDESTE DA VALE S.A. Projeto Conceitual Ampliação Nova Cururu. Novembro de 2014.

PROGEN. Projeto Básico da Adequação do Posto de Combustível de Água Limpa – Memorial Descritivo. 2020.

PROGEN – Gerência de Implantação de Obras Correntes Corredor Sudeste – Engenharia Interna. Projeto Detalhado da Nova Tancagem do Posto de Combustível de Água Limpa. Plano de Trabalho PT-ENG-INT-E105. 2020.

TETRA TECH. Plano Diretor de Drenagem Superficial de Cavas de Água Limpa. Relatório Técnico RL-1000MM-X-15028. Vale / Walm. 2020.

VALE. Relatório de Atendimento à Condicionante no 5 do Processo COPAM 00118/1986/038/2010 – Programa de Monitoramento Geotécnico das Pilhas de Estéril e dos Taludes de Cavas. Rio Piracicaba. 2020.

WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL. Projeto Básico de Expansão da PDE Nova Cururu. Relatório Técnico RL-1190MM-B-01115. Vale / Walm. Belo Horizonte. 2018.

WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL. Relatório de Visita e Acompanhamento Técnico das Sondagens na Área da PDE Nova Cururu. Relatório Técnico RL-1190MM-B-01117. Vale / Walm. Belo Horizonte. 2018.

WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL. Projeto Detalhado de Expansão da PDE Nova Cururu. Relatório Técnico RL-1190MM-B-01118. Vale / Walm. Belo Horizonte. 2020.

WATERGEO. Análise Hidrogeológica – Expansão das Cavas Morro Agudo e Espigão. Relatório Técnico. Vale/ Watergeo Solutions. Belo Horizonte. 2020.

18.2 Meio Físico

18.2.1 Clima

BUARQUE, P. F. S. M. Variabilidade Paleoclimática do Sistema de Monção Sul-Americano no Centro-Leste do Brasil durante os anos de 1255-2016 (CE) a partir de Registros em Estalagmites e Troncos de Árvores. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. 2019. 170 p. Disponível em: < https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44142/tde-03082020-102212/publico/TESE_BUARQUE_2019_Final.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2020.

INMET. NOTÍCIAS: *Fortes chuvas atingem os estados do espírito santo e Minas Gerais*. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/fortes-chuvas-atingem-os-estados-do-esp%C3%ADrito-santo-e-minas-gerais>. Acesso em: 21 set. 2020.

LIMA, J. M.; CUPOLILLO, F. Análise Espaço-Temporal das Chuvas Persistentes na Região do Parque Estadual do Rio Doce-PERD, sob Influência das ZCAS e ZCOU (out/2015 a dez/2016). Revista Brasileira de Climatologia. Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais. Ano 14, p. 25-47, nov. 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/59298/36649>. Acesso em: 09 nov. 2020.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. *Aspectos Climáticos do Estado de Minas Gerais*. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 11, v. 17, p. 206-226, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/41493/27319>. Acesso em: 09 nov. 2020.

SÁ JÚNIOR, A. de. *Aplicação da Classificação de Köppen para o Zoneamento Climático do Estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Lavras. 2009. 101 p. Disponível em: < http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/3076/1/dissertação/pdf>. Acesso em: 08 novembro de 2020.

18.2.2 Geologia e Hidrogeologia

BALTAZAR, O. F. (Org.); BRUNO, E. M.; PADILHA, A. V.; VIEIRA, V. S. Programa de Levantamentos Geológicos Básico do Brasil - PLGB. Mapa Geológico de João Monlevade Folha Parcial SE.23-Z-D-IV-4. Escala 1:100.000. Mapa e relatório técnico. Serviço Geológico do Brasil - CPRM. 2005.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. MMA - Ministério de Minas e Energia. Programa Geologia do Brasil. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Belo Horizonte, Folha SE.23. Estado de Minas Gerais. Escala 1:1.000.000. Mapa Geológico. 2004.

DELPHI. Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Ampliação das Cavas Operacionais da Mina de Água Limpa – Complexo Minas Centrais – Mina de Água Limpa. Belo Horizonte. 2009.

MDGEO. Estudo Hidrogeológico do Complexo Água Limpa – Compilação dos Dados, Inventário de Pontos d'Água, Projeto da Rede e Plano de Monitoramento. REL_VALE_ÁGUA_LIMPA_001_08. Belo Horizonte. Abril de 2008. 104p. 2008.

MDGEO. Modelo Hidrogeológico Conceitual – Complexo Água Limpa – Vale – Rio Piracicaba/Santa Bárbara/MG. REL_VALE_ÁGUA_LIMPA_002_08. Belo Horizonte. Junho de 2008. 72p. 2008b

MDGEO. Relatório Técnico para Obtenção de Outorga do Rebaixamento do Nível d'Água na Mina de Água Limpa. REL_VALE_ÁGUA_LIMPA_03_009. Belo Horizonte. Dezembro de 2009. 73p. 2009.

MOURÃO, M. A. A. Caracterização Hidrogeológica do Aquífero Cauê, Quadrilátero Ferrífero, MG. Tese (Dissertação de Doutorado). Departamento de Engenharia Sanitária – UFMG. Belo Horizonte. 2007. 297p. 2007.

SETE SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA. Estudo de Impacto Ambiental – Projeto de Sondagem Geotécnica da PDR Tamanduá - Mina de Brucutu. São Gonçalo do Rio Abaixo e Santa Bárbara/MG. Sete Sol. Tecnologia Ambiental Ltda/Vale. Belo Horizonte. 2019.

SETE SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA. Estudo de Impacto Ambiental – EIA – do Projeto de Sondagem Geológica da Área Rio Piracicaba 2. Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda/Vale. Belo Horizonte. 2020.

TOTAL MEIO AMBIENTE. Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Projeto de Ampliação Morro Agudo – Complexo Minas Centrais – Mina de Água Limpa. Belo Horizonte. 2018.

TOTAL MEIO AMBIENTE. Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Projeto de Expansão Oeste da Mina de Água Limpa – Complexo Minas Centrais – Mina de Água Limpa. Belo Horizonte. 2015.

WATERGEO. Análise Hidrogeológica – Expansão das Cavas Morro Agudo e Espigão. Relatório Técnico. Vale/ Watergeo Solutions. Belo Horizonte. 2020.

WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL. Expansão da PDE Nova Cururu. Complexo Minas Centrais. Relatório Técnico. Belo Horizonte. 2018.

WATERGEO SOLUTIONS. Projeto de Expansão das estruturas das Minas de Águas Limpa - Análise Hidrogeológica Expansão das Estruturas da Mina Água Limpa –Morro Agudo e Espigão. Relatório Técnico. Vale/ Watergeo Solutions. 73p. 4 anexos. 2020.

18.2.3 Geomorfologia

BARBOSA, G.V. Quadrilátero Ferrífero; Instituto de Geociências/UFMG, 130 p., Belo Horizonte - MG, 1967.

BARBOSA, G.V. Superfícies de Erosão no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Revista Brasileira de Geociências, 10(1): 89-101. 1980.

BARBOSA, G.V.; RODRIGUES, D.M.S. O Quadrilátero Ferrífero e seus Problemas Geomorfológicos. Boletim Min. Geogr. 10/11: 3-35. 1965.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; Santos, G.F. dos. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Vols. I e II. Florianópolis: Ed.UFSC, 1994.

CHRISTOFOLETTI, A. & TAVARES, A.C. 1976. Relação entre declividade de vertentes e litologia na área do Quadrilátero Ferrífero, MG. Noi. Geomorfoi, 16(32):55-70.

DELPHI PROJETOS E GESTÃO LTDA. Relatório e Plano de Controle Ambiental (RCA/PCA) da Pilha de Disposição de Estéril AG-02 – Mina de Água Limpa, Santa Bárbara e Rio Piracicaba/MG. Relatório. Delphi/Vale. 2008.

DELPHI. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Ampliação das Cavas da Unidade Operacional de Água Limpa, Santa Bárbara e Rio Piracicaba/MG. Relatório Técnico. DELPHI/VALE S.A. Belo Horizonte. 2009.

TRICART, J. O modelado do Quadrilátero Ferrífero ao sul de Belo Horizonte. Annales de Geographie, 70: 255-272. 1961.

VARAJÃO, C.A.C. A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Revista Brasileira de Geociências. V. 21. p 138-145. 1991.

VARAJÃO, C.A.C.: BOULANGÉ, B.; CARVALHO, A. 1989. The bauxites of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. In: INTER. CONGR. OF ICSOBA 6. Poços de Caldas, 1988. Proceeding... Travaux, ICSOBA, 19(22): 127-136.

18.2.4 Pedologia e Aptidão Agrícola dos Solos

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos - Embrapa Solos. Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais, Fernando Cézar Saraiva do Amaral... [et al.]. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 63. 95 p. Rio de Janeiro - RJ, 2004.

EMBRAPA SOLOS - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2018.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais: legenda expandida - Universidade Federal de Viçosa (UFV); Universidade Federal de Lavras (UFLA). Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente. 49p. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Vegetação. Censos, Indicadores Sociais e Econômicos, Pesquisas Conjunturais, Cartografia, Geodésia, Geografia, Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1977.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Geomorfologia - Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais. Folhas SF.23/24, Rio de Janeiro/Vitória: Geomorfologia.1983.

18.2.5 Espeleologia

ATIVO AMBIENTAL. Prospecção Espeleológica: Relatório Técnico da Prospecção Espeleológica Morro Agudo. 2017.

BRANDT MEIO AMBIENTE. Relatório de Prospecção de Cavidades - Projeto Água Limpa Oeste e Ampliação PDE Cururu. Relatório interno disponibilizado pela Vale. 2014.

BRANDT MEIO AMBIENTE. Prospecção Espeleológica e Topografia de Cavidades - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2. Relatório interno disponibilizado pela Vale. 2015

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa Nº 02 de 31 de Agosto de 2017, que estabelece uma metodologia específica para a determinação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas.

SPELAYON CONSULTORIA. Diagnóstico Arqueológico das Cavidades do Projeto Expansão Morro Agudo. 2019.

SPELAYON CONSULTORIA. Análise de Relevância de Cavidades Naturais Subterrâneas: Caracterização Espeleológica. Volume 1. 2020.

SPELAYON CONSULTORIA. Análise de Relevância de Cavidades Naturais Subterrâneas: Classificação do Grau de Relevância. Volume 4. 2020

VALE. Introdução à Prospecção Espeleológica: Expansão Morro Agudo, Mina de Água Limpa. Julho de 2020.

18.3 Recursos Hídricos

ALMEIDA, R. A. *et al*. Análise Morfométrica da sub-bacia do Rio Piracicaba (MG) utilizando Sistemas de Informação Geográfica. Revista Engenharia na Agricultura. v. 24, n. 04, p. 372-380. 2017. Disponível em: < https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/732>. Acesso em 30 de outubro de 2020.

ALVARENGA-SILVA, C.; MARQUES, C.; MAGALHÃES JR., A. Caracterização Morfométrica da Bacia do Rio Maquiné – Borda Leste do Quadrilátero Ferrífero/MG. In: 10 Sinageo: Geomorfologia, ambiente e sustentabilidade. Manaus/ Amazonas. Outubro de 2014. Disponível em: < http://www.sinageo.org.br/2014/trabalhos/6/6-448-1182.html>. Acesso em 28 de outubro de 2020.

CBH DOCE – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão DO2 – PARH Piracicaba. Maio de 2010. Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/01/PARH_Piracicaba.pdf>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

CBH PIRACICABA - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. A Bacia. 2013. Disponível em: <http://www.cbhpiracicabamg.org.br/rio-piracicabamg>. Acesso em 07 de maio de 2019.

CONSÓRICIO ECOPLAN ENGENHARIA E LUME ESTRATÉGIA AMBIENTAL. Considerações sobre o enquadramento das águas da bacia do Rio Piracicaba. Disponível em: <http://www.lumeambiental.com.br/089-USOS%20DAS%20%C3%81GUAS%20PIRACICABA-RFINAL-090326.pdf>. Acesso em 26 de outubro de 2020.

MACIEL, A. L.; VIEIRA, E. M.; MONTE MOR, R. C.; VASQUES, A. C. Regionalização e Espacialização de Vazões de Permanência: Estudo Aplicado na Bacia Rio Piracicaba-MG. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 15, v. 24. 2019. Disponível em: < https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/58420/38066>. Acesso em 30 de outubro de 2020.

LISBOA, Luana et.al. Disponibilidade Hídrica Quali-Quantitativa do Rio Piracicaba, MG. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH- Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Florianópolis / SC. 2017. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/327110518_DISPONIBILIDADE_HIDRICA_QUALI-QUANTITATIVA_DO_RIO_PIRACICABA_MG>. Acesso em 28 de outubro de 2020.

18.3.1 Qualidade das Águas

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILIERA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17.025 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *DOU nº 53, de 18 de março de 2005*. p. 58- 63. 2005.

CBH DOCE – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. *Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão DO2 – PARH Piracicaba*. Maio de 2010. Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/01/PARH_Piracicaba.pdf>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

MINAS GERAIS. CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM. Deliberação Normativa nº 09, de 19 de abril de 1994. Dispõe sobre o enquadramento da Bacia do Rio Piracicaba. *DOU de 27 de abril de 1994*. 1994.

MINAS GERAIS. CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM. Deliberação Normativa nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *DOU de 13 de maio de 2008*. 2008.

MINAS GERAIS. IGAM – Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais. *Boletim Anual – Qualidade da Água*. 2019. Disponível em: <http:// http://www.igam.mg.gov.br/home/16-duvidas/2438--acessar-dados-e-boletins-de-qualidade-das-aguas-em-minas-gerais-temporario>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

SOARES, Ana Luiza Cunha. *Identificação dos Corpos d'água mais ou menos Impactados da Sub-Bacia do Rio Piracicaba, Inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Doce*. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis - SC. 2017. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Josiani_Cordova/publication/323915857_IDENTIFICACAO_DOS_CORPOS_D'AGUA_MAIS_E_MENOS_IMPACTADOS_DA_SUB-BACIA_DO_RIO_PIRACICABA_INSERIDA_NA_BACIA_HIDROGRAFICA_DO_RIO_DOCE/links/5ab274fe458515ecebeebd31/IDENTIFICACAO-DOS-CORPOS-DAGUA-MAIS-E-MENOS-IMPACTADOS-DA-SUB-BACIA-DO-RIO-PIRACICABA-INSERIDA-NA-BACIA-HIDROGRAFICA-DO-RIO-DOCE.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2020.

VON SPERLING, M. *Estudos de modelagem da qualidade da água de rios*. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. 592 p.

18.3.2 Qualidade do Ar

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.547:1997. Material Particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grandes volumes. 1997.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Padrões de Qualidade do Ar. Disponível em: < https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar>. Acesso em: 25 set. 2018.

FEAM MG. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. Boletim - Qualidade do Ar. Disponível em: <http://www.feam.br/noticias/1/1327-boletim-qualidade-do-ar>. Acesso em: 05 set., 2019.

18.3.3 Ruído Ambiental

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151 – Acústica – Medição e Avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas. Rio de Janeiro, 2018.

MINAS GERAIS. Lei nº 10.100, de 17 de janeiro de 1990. Dispõe Sobre A Proteção Contra A Poluição Sonora No Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1990.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº01, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos das atividades industriais. DOU de 02 de abril de 1990.

18.3.4 Vibração

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9653 – Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. Rio de Janeiro, 2018.

WHIFFIN, A.C.; LEONARD, D. R. *A Survey of Traffic-Induced Vibrations.* Road Research Laboratory, Department of the Environment, RRL Report LR 418, 1971.

18.4 Meio Biótico

18.4.1.1 Planejamento territorial

SCOLFORO, J.R.S. *et. al*. 2008. Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Estado de Minas Gerais: Zoneamento e Cenários Exploratórios. da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais- SEMAD. Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras.

18.4.1.2 Uso do Solo e APP

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências n. 1. Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Manual Técnico de Uso da Terra. 3° ed. Rio de Janeiro, RJ. 171p.

18.4.2 Flora

ALMEIDA, A. S. 2000. Dinâmica da paisagem e ecologia de florestas primárias remanescente e sucessionais do município de São Francisco do Pará. Dissertação de Mestrado, Curso de Pósgraduação em Biologia Vegetal e Fitossanidade. FCAP, Belém.

ANDERSON, M.J. ET AL. 2011. Navigating the multiple meanings of beta diversity: a roadmap for the practicing ecologist. Ecology Letters 14: 19-28.

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181: 1–20.

BARNEBY, R. C.; GRIMES, J. W. Silk tree, Guanacaste, Monkey's earring: a generic system for the Synandrous Mimosaceae of the Americas. Part I. Memoirs New York Botanical Garden, 1996. 91-108 p.

BATISTA, J. L. F. 2014. Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas. João Luís F. Batista, Hilton Thadeu Z. do Couto. Demóstenes F. da Silva Filho. 1. Ed. –São Paulo: Oficina de Textos. 2014.

BIODIVERSITAS 2007. REVISÃO DAS LISTAS DAS ESPÉCIES DA FLORA E DA FAUNA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. RELATÓRIO FINAL, VOLUME 2. (RESULTADOS: Lista Vermelha da Flora de Minas Gerais). Belo Horizonte, Junho de 2007; BIODIVERSITAS (2020). Available at: http://www.biodiversitas.org.br/listas-mg/RelatorioListasmg_Vol2.pdf (Accessed: 7 December 2020).

BIVAND, ROGER S. AND WONG, DAVID W. S. 2018. Comparing implementations of global and local indicators of spatial association TEST, 27(3), 716-748. URL https://doi.org/10.1007/s11749-018-0599-x

BLUM, C.T. & RODERJAN, C.V. 2007. Espécies indicadoras em um gradiente da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Paraná, Brasil. Rev. Bras. Biociên. 5(2):873-875.

BLUM, C.T. A Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint- Hilaire/Lange, PR- caracterização Florística, Fitossociológica e Ambiental de um Gradiente Altitudinal. Dissertação de Mestrado. Curitiba - PR: Universidade Federal do Paraná, 2006

BORCARD D, GILLET F, LEGENDRE P. 2011. Numerical Ecology with R. New York, Dordrecht London Heidelberg.

BRASIL. Instrução Normativa IBAMA nº 10, de 08 de maio de 2015. Define procedimentos de organização física de produtos florestais madeireiros em áreas de exploração florestal e em depósitos e pátios de estocagem de empreendimentos industriais ou comerciais, para fins de controle do rastreamento de produtos oriundos de Planos de Manejo Florestais, Autorizações de Supressão de Vegetação em Empreendimentos sob licenciamento ambiental e Autorizações de Uso Alternativo do Solo. 12 mai. 2015

BRASIL. Instrução Normativa IBAMA nº 21, de 23 de dezembro de 2014. Institui o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais - Sinaflor, sob responsabilidade do IBAMA, para controlar a origem da madeira, carvão e outros produtos e subprodutos florestais e integrar os respectivos dados dos diferentes entes federativos. Disciplina a exploração florestal, o Projeto de Recuperação de áreas Degradadas ou Alteradas – PRAD, e o Documento de Origem Florestal - DOF. 24 dez. 2014

BRASIL. Instrução Normativa IBAMA nº 9, de 25 de fevereiro de 2019. Estabelece critérios e procedimentos para anuência prévia à supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração na área do Bioma Mata Atlântica. 27 fev. 2019.

BRASIL. Lei Federal n° 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a conservação, a proteção, a regeneração e a utilização do Bioma Mata Atlântica.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

BRASIL. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção Brasileira. Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF. 18 dez. 2014.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 392, de 25 de junho de 2007. Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. 2007.

BRASIL. Resolução nº 423, de 12 de abril de 2010. (Dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica). Legislação Federal. Publicado no DOU nº 69, de 13/04/2010, págs. 55-57.

BUDOWSKI, G. N. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of succession processes. Turrialba, 15 (1) 40-2.

CÂMARA, I. G. 2003. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. pp. 31-42. In Galindo-Leal, C. & I. G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, D.C.

CÂMARA, I. G. 2003. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. pp. 31-42. In Galindo-Leal, C. & I. G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, D.C.

CAMPOS, J. C. C., LEITE, H. G. 2009. Mensuração Florestal: perguntas e respostas. 3ª ed. Atual. Ampl. Viçosa, MG. Editora UFV. 548p.

CARVALHO G.H.; CIANCIARUSO M.V. & BATALHA M.A. 2010. Plantminer: a web tool for checking and gathering plant species taxonomic information. Environmental Modelling & Software 25:815-816.

CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T; BRAGA, J.M.A. Estrutura e Composição Florística do Estrato Arbóreo de um Remanescente de Mata Atlântica Submontana no Município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). Revista Árvore, v. 31, n. 4, p. 717-730, 2007.

CARVALHO, P.E.R. Grápia, Circular Técnica, Colombo, PR, v.77, 2003.

CHAMAECRISTA in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB27997>. Acesso em: 19 dez. 2020

CIENTEC. 2006. Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas. Manual do Usuário. Viçosa - MG: Cientec, 2006. 295p

CIENTEC. 2013. Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas. Viçosa - MG: Cientec, 2008. Disponível em: <www.matanativa.com.br>. Acesso em: 05 fev. 2013.

CITES (2020). Available at: https://cites.org/eng (Accessed: 8 December 2020).

CNCFlora 2012c. Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora (2012). Available at: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euplassa%20incana (Accessed: 21 December 2020).

CNCFlora 2012d. Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora (2012). Available at: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Machaerium%20villosum (Accessed: 21 December 2020).

CNCFlora 2012e. Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora (2012). Available at: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Melanoxylon%20brauna (Accessed: 21 December 2020).

CNCFlora 2012f. Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora (2012). Available at: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Peixotoa%20glabra (Accessed: 21 December 2020).

CNCFlora 2012f. Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora (2012). Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dalbergia nigra>. Acesso em 4 janeiro 2021.

CNCFlora 2012g. Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora (2012). Available at: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Plathymenia%20reticulata (Accessed: 21 December 2020).

CNCFlora 2012h. Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora (2012). Available at: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/ptbr/profile/apuleia (Accessed: 21 December 2020).

CNCFlora 2012i. Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora (2012). Available at: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Siphoneugena%20densiflora (Accessed: 21 December 2020).

CNCFlora 2020b. Abarema cochliacarpos in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora.Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Abarema cochliacarpos>. Acesso em 21 dezembro 2020.

CNCFLORA.JBRJ.GOV.BR. (2020). Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora. [online] Available at: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha [Acesso em: abr. 2020.].

COELHO, André L. N. 2007. Alterações Hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES 2007. 227 f. Tese de Doutorado (Universidade Federal Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia), Niterói.

COELHO, André L. N. 2009. Bacia hidrográfica do rio doce (MG/ES): uma análise socioambiental integrada. Geografares nº 7, p. 131-146.

COSTA, C.M.R., HERMANN, G., MARTINS, C.S., LINS, L.V. & LAMAS, I.R. (orgs.). 1998. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

COSTA, S. (2019) Ilustrando o perfil esquemático de uma comunidade florestal | Mensura-R - Ciência Florestal em linguagem R, Mensura-R - Ciência Florestal em linguagem R. Available at: https://mensura-r.netlify.app/post/ilustrando-o-perfil-esquematico-de-uma-floresta/ (Accessed: 15 December 2020).

DAJOZ, Roger. 2005. Princípios de Ecologia. Trad. Fátima Murad. 7ªedição. Porto Alegre:Artmed.

DEAN, W. 1996. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia das Letras, São Paulo.

DEAN, W. 1996. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia das Letras, São Paulo.

DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M, SEBAIO, F.A., ANTONINI, Y. (eds.). Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação, 2a. ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brasil. 222 p. 2005.

EDUARDO MALTA CAMPOS FILHO. PAOLO ALESSANDRO RODRIGUES SARTORELLI 2015. GUIA DE ÁRVORES COM VALOR ECONÔMICO. São Paulo, novembro.

FALCÃO JUNIOR, M.J.A.; MANSANO, V.F. 2020. Apuleia in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22796>. Acesso em: 19 dez. 2020

FILARDI, F.L.R.; LIMA, H.C.; CARDOSO, D.B.O.S. 2021. Dalbergia nigra.disponivel<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22915>.Acesso.em04 jan. 2021.

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: dez. 2020.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2008-2010. 2011. 122 p.

GIULIETTI, A.M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M.J.G.; QUEIROZ, L.P. & SILVA, J.M.C. 2009. Plantas raras do Brasil. Belo Horizonte, Conservação Internacional.

HARTIGAN, J. A. AND M. A. WONG (1979). “Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm”. In: Applied Statistics 28.1, pp. 100–108.

HIROTA, M. M. 2003. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. pp. 60-65. In Galindo-Leal, C. & I. G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, D.C.

HIROTA, M. M. 2003. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. pp. 60-65. In Galindo-Leal, C. & I. G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, D.C.

https://ckan.jbrj.gov.br/en/dataset/lista-de-especies-arboreas-indicadas-para-restauracao-florestal

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências. 2. ed. Rio de Janeiro/RJ (ISSN/ISBN 9788524042720).

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2008. Mapa da área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro.

ICMBIO 2015. FITOFISIONOMIAS. Disponível no sítio http://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?start=6, acessado em abr 2020.

IEMA 2016. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo. Disponível em : (<www.meioambiente.es.gov.br/download/Lista_especies_RAD.xls.>; Acesso em abr. 2020.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF. Anexo III Plano de Utilização Pretendida com Inventário Florestal – PUP. Belo Horizonte MG. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/autorizacao-para-intervencao-ambiental>. Acesso em: 01/12/2020

INSTITUTOHORUS.org.br., 2020. Disponível em :< http://www.institutohorus.org.br/ Acesso em dez. 2020.

INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS. 1965. *The standardization of symbols in forest mensuration.* Orono: University of Maine. (Technical Bulletin 15 of the Maine Agricultural Experiment Station).

IUCN Red List of Threatened Species. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. [online] Available at: https://www.iucnredlist.org/ [Acesso em: dez. 2020.].

JACOBI, C.M. & CARMO, F.F. (orgs.) 2012. Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero. Ed. IDM, Belo Horizonte. Pp. 158-162

JARI OKSANEN, F. GUILLAUME BLANCHET, MICHAEL FRIENDLY, ROELAND KINDT, PIERRE LEGENDRE, DAN MCGLINN, PETER R. MINCHIN, R. B. O'HARA, GAVIN L. SIMPSON, PETER SOLYMOS, M. HENRY H. STEVENS, EDUARD SZOECS AND HELENE WAGNER 2019. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-5. https://CRAN.R-project.org/package=vegan.

KAGEYAMA, P.Y & GANDARA, F.B. 2004. Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R.R.. & Leitão Filho, H.F. (editores) Matas Ciliares: conservação e recuperação. 2 ed. São Paulo: Edusp/Fapesp. p. 249-269.

LEÃO, A.C. & VINHA, S.G. 1975. Ocorrência do jacarandá no sul da Bahia. Cacau atualidades, v. 12, n. 4, p. 22-9.

LEGENDRE P, LEGENDRE L. 2012. Numerical ecology. Amsterdam, Elsevier

LOPES, R.M.F., FRANÇA, G.S., SILVA, F.R.G, SPOSITO, T.C.S & STEHMAN, J.R. Estrutura do Componente Arbóreo de Floresta Estacional Semidecidual Montana Secundária no Alto Rio Doce, Minas Gerais, Brasil, Rer. Rodriguésia, 60 (4): 1037-1053. 2009.

LORENZI, H. Árvores brasileiras. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

MACHAERIUM in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB29784>. Acesso em: 20 dez. 2020

MADEIRA, J. A.; RIBEIRO, K. T. PLANO DE MANEJO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DO CIPÓ E ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL MORRO DA PEDREIRA, Brasília, DF, p.1-92, 2009.

MAGURRAN, A.E. (2010) Measuring biological diversity in time (and space). In Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment (Magurran, A.E. and McGill, B.J., eds), Oxford University Press

MAMEDE, M. C. H. 2011. Peixotoa in Lista de Espécies da Flora do Brasil, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponivel em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB008933>. Acesso em: 16 de Agosto de 2011.

MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. Rev. Holos 1 (edição especial):236-267.

MARTINS, S. V. 2001. Recuperação de matas ciliares. 2. ed. rev. ampl. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas. 246 p. il.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade., Ciência Florestal, v.14, p.157-168, 2004.

MINAS GERAIS. Decreto nº 47.749, de 11 de novembro de 2019. Estabelece critérios sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal em áreas de domínio público ou privado, no Estado de Minas Gerais. Lista as atividades dispensadas de autorização ambiental. Minas Gerais, Belo Horizonte, 11 nov. 2019.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Minas Gerais (Diário do Executivo), 04 mai.2010.

MINAS GERAIS. Lei n° 4.747, de 09 de maio de 1968. Dispõe sobre a cobrança de taxas estaduais. Minas Gerais, Belo Horizonte, 10 mai. 1968.

MINAS GERAIS. Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 2.248, de 30 de dezembro de 2014. Institui a Guia de Controle Ambiental Eletrônica (GCA-E), documento obrigatório para o controle do transporte, armazenamento, consumo e uso de produtos e subprodutos florestais, no Estado de Minas Gerais. Minas Gerais, Belo Horizonte, 30 dez. 2014.

MITTERMEIER, R. A., P. R. GIL, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, T. BROOKS, C. G. MITTERMEIER, J. LAMOREUX, AND G. A. B. FONSECA (eds.). 2004. Hotspots revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Ecoregions. Mexico City. Agrupación Sierra Madre. 392 pp

MITTERMEIER, R. A., P. R. Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, J. Brooks, C. G. Miitermeier, J. Lamourux & G. A. B. Fonseca. 2004. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cemex, Washington, DC.

MITTERMEIER, R.A., GIL, P.R., HOVMANN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J., FONSECA, G.A.B (eds.) Hotspots revisited. Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX, Mexico. 2004.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mapa de vegetação nativa na área de aplicação da Lei nº 11.428/2006 – Lei da Mata Atlântica (Ano Base 2009). Brasília/DF. 2015.

MMA- Ministério do Meio Ambiente – 2014. Portaria n. 443, de 17 de dezembro de 2014. "LISTA NACIONAL OFICIAL DE ESPÉCIES DA FLORA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO". Diário Oficial da União, 18/12/2014, Seção 1, p. 110-121.

MORIM, M.P. 2020. Plathymenia in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB83636>. Acesso em: 21 dez. 2020

MORIM, M.P.; IGANCI, J.R.V.; GUERRA, E. 2020. Abarema in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB82544>. Acesso em: 19 dez. 2020

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: John Wiley & Sons. 547p.

MYERS, N. *et. al.* 2000. Biodiversity Hotspots for conservation priorities. Nature. n. 403, p.853-845.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER,C. G.; FONSECA, G. A. B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

NAVES, R. P., VAN DEN BERG, E. Caracterização de uma floresta estacional semidecidual em Varginha, MG e comparação com os remanescentes da região. Cerne (18) 3:361-370. 2012.

NBL – ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA E THE NATURE CONSERVANCY (TNC). 2013. Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. The Nature Conservancy, Belém, PA. 128 páginas

OLIVEIRA FILHO, A.T. e FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil, and the influence of climate.Biotropica 32: 793-810.

OLIVEIRA FILHO, A.T., ALMEIDA, R.J., MELLO, J.M. & GAVILANES, M.L. 1994. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). Revista Brasileira de Botânica 17: 67-85.

OLIVEIRA, H.G. Construindo com a paisagem: um projeto para a Serra do Cipó. In: MURTA, S.M.; ALBANO, C. Interpretar o patrimônio: um exercício do olhar. Belo Horizonte, MG: UFMG; Território Brasilis, p.225-237, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A. 2010. TreeAtlan 2.0, Flora arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponivel em: <http://www.icb.ufmg.br/treeatlan/>. Acesso em: 17 fev. 2012.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. & M. A. L. Fontes. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. Biotropica 32(4b): 793-810.

OLIVEIRA-FILHO, A. TreeAtlan 2.0, Flora arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponivel em: <http://www.icb.ufmg.br/treeatlan/>. Acesso em: 17 fev. 2012.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2006. Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Editora UFLA, Lavras.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CARVALHO, D.A.; FONTES, M.A.L.; VAN DEN BERG, E.; CURI, N.; CARVALHO, W.A.C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG, Revista Brasileira de Botânica, v.27, p.291-309, 2004.

PEIXOTOA in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB30494>. Acesso em: 21 dez. 2020

PELLICO NETO, S.; BRENA, D.A. Inventário florestal. Curitiba: [s.l.]: 1997. 316 p.

PRANCE, G.T.; PIRANI, J.R. 2020. Proteaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB13783>. Acesso em: 20 dez. 2020

PRIMACK, Richard B. Essentials of Conservation Biology. Sunderland, MA: Sinauer, 1993.

PROENÇA, C.E.B. 2020. Siphoneugena in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB10892>. Acesso em: 21 dez. 2020

R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

RANDO, J.G.; CARVALHO, D.A.S.; SILVA, T.S. 2020. Melanoxylon in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB28147>. Acesso em: 21 dez. 2020

RANDO, Juliana Gastaldello; PIRANI, José Rubens. Padrões de distribuição geográfica das espécies de Chamaecrista sect. Chamaecrista ser. Coriaceae (Benth.) H. S. Irwin & Barneby, Leguminosae - Caesalpinioideae. Rev. bras. Bot., São Paulo , v. 34, n. 4, p. 499-513, Dec. 2011 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042011000400004&lng=en&nrm=iso>. access on 21 Dec. 2020.

REFLORA (2015). CNCFlora. CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA. 2015. Livro Vermelho da Flora do Brasil. Gustavo Martinelli e Miguel Ávila Moraes Orgs. 1a Edição, Rio de Janeiro, 73 p.

REMADE. Madeiras; Espécies; Madeiras Brasileiras e Exóticas in Portal Remade - O Universo da Madeira em suas Mãos:, REMADE. REMADE. Disponivel em: <http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?num=130&title=&especie=Bra%FAna-Preta>. Acesso em: 26 mar. 2012.

RIBEIRO, R.A.; LEMOS-FILHO, J.P.; RAMOS, A.C.S.; LOVATO, M.B. 2011. Phylogeography of the endangered rosewood Dalbergia nigra (Fabaceae): insights into the evolutionary history and conservation of the Brazilian Atlantic Forest. Heredity, v. 106, p. 46-57.

ROBERTS D. W. 2019. labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 2.0-1. https://CRAN.R-project.org/package=labdsv

ROCHA, C. T. V.; CARVALHO, D. A. DE; FONTES, M. A. L. ET AL. Comunidade Arbórea de um Continuum entre Floresta Paludosa e de Encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, v. 28, n. 2, p. 203-218, 2005.

RUDGEA in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB14254>. Acesso em: 21 dez. 2020

RUSCHEL, A.R.; NODARI, E.S.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da floresta estacional decidual do Alto-Uruguai, SC, Ciência Florestal, v.13, p.153-166, 2003

SAINT-HILAIRE, A. Viagem pelo distrito dos diamantes e litoral do Brasil [1833]. Trad. Leonam de Azeredo Penna. São Paulo, Rio, Recife e Porto Alegra: Companhia Editora Nacional, 1941.

SANQUETTA, Carlos Roberto; CÔRTE, Ana Paula Dalla; FERNANDES, Lucila de Almeida V.; SIQUEIRA, Joésio D. Pierin; WATZLAWICK, Luciano Farinha. 2009. Inventários Florestais: Planejamento e Execução. 2ª Edição – Revista e ampliada. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora. 316p.

SARAMORTARA/rspecieslink. 2020. Rspecieslink: Gets occurrence data from speciesLink in saramortara/rspeciesLink: Workflows for Downloading Occurrence Data from speciesLink, FB2020, and JABOT API, Rdrr.io. package, F., docs, R. and browser, R. Available at: https://rdrr.io/github/saramortara/ rspeciesLink/man/rspeciesLink.html (Accessed: 19 December 2020).

SCOLFORO, J. r. *et al.* 2008. Equações para estimar o volume de madeira das fisionomias em Minas Gerais. In: SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI JÚNIOR, F. W. (Ed.). *Inventário florestal de Minas Gerais*: equações de volume, peso de matéria seca e carbono para diferentes fisionomias da flora nativa. Lavras: UFLA. p. 67-101.

SCOLFORO, J. R. et al. Análise da estrutura fitossociológica dos fragmentos amostrados da floresta estacional semidecidual e da floresta ombrófila. *In*: SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M.; SILVA, C. P. de C.(Ed.). Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila - Florística, Estrutura, Diversidade, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Áreas aptas para o Manejo Florestal. Lavras: UFLA. cap. 5, p.255-335. 2008.

SCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T. Mapeamento e inventário da flora nativae dos. Reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras. 288 p. IEF/UFLA, 2006.

SCOLFORO, J. R. S; MELO, J. M. 2006. Inventário Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE. 561p.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. 2003. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecíduasubmontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. Revista Árvore, Viçosa, MG, 27 (3): 311-319.

SILVA, J. M. C. & C. H. M. Casteleti. 2003. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. pp. 43-59. In Galindo-Leal, C. & I. G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, D.C.

SILVA, J.M.C & C.H.M. CASTELETI. 2003. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: C. Galindo-Leal & I.G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, trends, and outlook. pp. 43-59. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C.

SILVA, L. F. G. DA. 2007. Taxonomia de Tachigali Aublet (Leguminosae Caesalpinioideae) na Mata Atlântica. Rio de Janeiro, RJ: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical, 2007.

SILVA, L. O.; COSTA, D. A.; SANTO FILHO, K. E. do; FERREIRA, H. D.; BRANDÃO, D. Levantamento Florístico e Fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas. Acta Bot. Bras. v. 16, n. 1, p. 43-53. 2002.

SOARES, P., Tomé, M., 2008. Símbolos Usados na Inventariação e Modelação de Recursos Florestais, 2ª Versão – Symbols Used in Inventory and Modelling of Forest Resources; 2nd version. Publicações ForChange, RT5/2008, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Agronomia, Centro de Estudos Florestais, Lisboa, 27 pp.

SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. 2014. Atlas dos municípios da Mata Atlântica – Ano base 2013. Disponível em: < https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/atlas-dos-municipios/>. Acesso em: 31 de mai. 2019.

STEFANELLO, D., FERNANDES-BULHÃO, C. E MARTINS, S. V. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio Pindaíba, MT.R. Árvore33 (6): 1051-1061. 2009.

STEHMANN, J.R. et al. 2009. Plantas da Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

STEHMANN, J.R., FORZZA, R.C., SALINO, A., SOBRAL, M., COSTA, D.P. & KAMINO, L.H.Y. 2009. Plantas da Floresta Atlântica. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.SØRENSEN, T. 1948. A Methodo to establiching groups of equal amplitude in plant sociology based in similarity of species. K. Danske Videnske Selsk 5:1-34

STRAUCH, N. 1955. A Bacia do Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE. 199 p

SWAINE, M D & WHITMORE, T.. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical forests. Vegetatio. Plant Ecology. 75. 81-86. 10.1007/BF00044629.

TACHIGALI in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB100909>. Acesso em: 21 dez. 2020

VAN DER BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery forest in south-eastern Brazil, Flora, v.194, p.249-266, 1999.

VAN DER PIJL, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants.3rd ed. Springer Verlag, New York.

VELOSO, P.H.; RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro. 123p. 1991.

WHITMORE, 1982.On pattern and process in forest.In E. I. Newman (Ed.).The plant community as a working mechanism, pp. 45-59. Blackwell Scient. Publ., Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.

WICKHAM. H. 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York.

ZIZKA A, SILVESTRO D, ANDERMANN T, AZEVEDO J, DUARTE RITTER C, EDLER D, FAROOQ H, HERDEAN A, ARIZA M, SCHARN R, SVANTESON S, WENGSTROM N, ZIZKA V, ANTONELLI A 2019. CoordinateCleaner: standardized cleaning of occurrence records from biological collection databases." Methods in Ecology and Evolution, -7. doi: 10.1111/2041-210X.13152, R package version 2.0-18, https://github.com

18.4.3 Fauna

18.4.3.1 Herpetofauna

ALVES, R.R.N., ALBUQUERQUE, U.P. Animals as a Source of Drugs: Bioprospecting and Biodiversity Conservation. In: Alves R., Rosa I. (eds) Animals in Traditional Folk Medicine. Springer, Berlin, Heidelberg. 2013.

AMPLO. Ampliação da Mina de Alegria. 2018. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

AMPLO. Estudo de busca de anfíbios em áreas protegidas. 2016. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

BACIGALUPE, L.D., VÁSQUEZ, I.A., ESTAY, S.A., VALENZUELA-SÁNCHEZ, A., ALVARADO-RYBAK, M., PENAFIEL-RICAURTE, A., CUNNINGHAM, A.A. & SOTO-AZAT, C. The amphibian-killing fungus in a biodiversity hotspot: identifying and validating high-risk areas and refugia. Ecosphere 10(5): e02724. 10.1002/ecs2.2724. 2019.

BICHO DO MATO. Pesquisa, Inventário e Monitoramento da Fauna na Área de Inserção do Complexo de Mariana, municípios de Catas Altas, Itabirito, Mariana e Ouro Preto, Minas Gerais. 2009-2010. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

BIOMA. Monitoramento da Fauna da Área de Expansão da Mina de São Luiz – DIFS. 2011-2015a. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

BIOMA. Monitoramento da Fauna do Complexo Minerador de Mariana – DIFS. 2011-2014. BDBio Acesso em: 11, 11, 2020. 2011-2015c. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

BIOMA. Monitoramento da Fauna Minas Centrais Vale. 2010. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

BIOMA. Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Fauna da Mina de Fábrica Nova. 2011-2015b. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

BIOMA. Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Fauna da Mina de Alegria. 2013-2014. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

BIOMA. Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Fauna da Mina de Água Limpa. 2014. BDBio.

BIOMA. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa. 2010-2015a. BDBio.

BIOMA. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Alegria. 2010-2015b. BDBio.

BIOMA. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Fábrica Nova. 2012-2015. BDBio.

BIOMA. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina Fazendão. 2010-2015c. BDBio.

BIOMA. Programa de Monitoramento de Fauna para LI da Mina de Água Limpa. 2012.

BIOMA. Programa de Monitoramento de Fauna para LO da Mina de Água Lima. 2014-2016.

BIOMA. Projeto de Monitoramento de *Adelophryne* sp. 2011-2015c. BDBio.

BLAUSTEIN, A.R. & KIESECKER, J.M. Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations. Ecological Letters, 5: 597–608. 2002.

BOCHNER, R. & STRUCHINER, C.J, Epidemiologia dos acidentes ofídicos nos últimos 100 anos no Brasil: uma revisão. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 19(1):7-16. 2003.

CANELAS, M.A.S., BERTOLUCI, J. Anurans of the Serra do Caraça, southeastern Brazil: species composition and phenological patterns of calling activity. Iheringia, Série Zoologia 97: 21–26. 2007.

COSTA, H., REZENDE, D., MOLINA, F., LEITE, F.S.F., NASCIMENTO, L. New Distribution Records and Potentially Suitable Areas for the Threatened Snake-Necked Turtle *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae). Chelonian Conservation and Biology, vol. 14, n. 1, p. 88–94. 2015.

COSTA, H.C.C., BERNILS, R.S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. Herpetologia Brasileira, 7(1): 11–56. 2018.

DE SÁ D.O., TONINI J.F.R., HUSSA H.V., LONGA A., CUDDYA T.FORLANI M.C., PELOSO P.L.V., ZAHERD H., Haddad C.F.B. Multiple connections between Amazonia and Atlantic Forest shaped the phylogenetic and morphological diversity of Chiasmocleis Mehely, 1904 (Anura: Microhylidae: Gastrophryninae). Molecular Phylogenetics and Evolution 130. 2019.

DELPHI. Estudo de Impacto Ambiental: Aterros Hidráulicos Paliçadas Unidade Operacional de Água Limpa. 2006. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. & Y. ANTONINI (ORGS.). *Biodiversidade em Minas Gerais - um atlas para sua conservação*. 2ª ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brasil. 2005.

GONÇALVES, M.W., GAMBALE, P.G., GODOY, F.R., ALVES, A.A., REZENDE, P.H.A., DA CRUZ, A.D., SILVA D.M. The agricultural impact of pesticides on *Physalaemus cuvieri* tadpoles (Amphibia: Anura) ascertained by comet assay. Zoologia 34: 1–8. 2018.

GUERRA, V., JARDIM, L., LLUSIA, D., MÁRQUEZ, R., BASTOS, R.P. Knowledge status and trends in description of amphibian species in Brazil. Ecological Indicators 118. 2020.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: http://oldredlist.iucnredlist.org

LEITE, F.S.F., PEZZUTI, T.L., GARCIA, P.C.A. Anfíbios anuros do Quadrilátero Ferrífero: lista de espécies. Acessível em http://saglab.ufv.br/aqf/lista/.Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Minas Gerais, Brasil. 2019a.

LEITE, F.S.F., PEZZUTI, T.L., GARCIA, P.C.A. Anfíbios anuros do Quadrilátero Ferrífero. Acessível em http://saglab.ufv.br/aqf/. Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Minas Gerais, Brasil. 2019b.

LEITE, F.S.F.; JUNCÁ, F.A. & ETEROVICK, P.C. Status do conhecimento, endemismo e conservação de anfíbios anuros da Serra do Espinhaço, Brasil. Megadiversidade, 4: 97–115. 2008.

LUME. Estudo de Impacto Ambiental da Pilha de Disposição de Estéril Cururu. 2006. BDBio Acesso em: 11/11/2020.

MASCARENHAS, L., TISO, C., LINARES, A.M., DE MOURA, C.F.O., PEZZUTI, T.L., LEITE, F.S.F. & ETEROVICK, P.C. Improved local inventory and regional contextualization for anuran diversity assessment at an endangered habitat in southeastern Brazil. Journal of Natural History, 1–17. 2015.

MITTERMEIER, R.A., GIL, P.R., HOFFMANN, M., PILGRIM, J.D., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G, & FONSECA, G.A.B. *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Sierra Madre Cemex and Conservation International, Washington, 640 pp. 2005.

NICHO. Acompanhamento da Supressão de Vegetação para Expansão da Cava da Mina de Alegria e Relocação da Adutora de Almas, Mariana, Minas Gerais. 2006-2007. BDBio.

NICHO. Acompanhamento da Supressão Vegetal e Salvamento da Fauna da Cava Cururu, Mina de Água Limpa. 2006a. BDBio.

NICHO. Monitoramento de Fauna, Complexo Minerador de Mariana. 2006b. BDBio.

NICHO. Relatório Parcial Acompanhamento da Fauna de Vertebrados Terrestres Durante a Supressão da Vegetação no Vale das Cobras e Barragem do Diogo, Mina de Água Limpa, Rio Piracicaba, Minas Gerais. 2006C. BDBio Acesso em: 11, 11, 2020.

OHMER, M.E. & BISHOP, P.J. Citation Rate and Perceived Subject Bias in the Amphibian-Decline Literature. Conservation Biology, 25 (1): 195-199. 2011.

OLIVEIRA-FILHO, J.C. & GIARETTA, A.A. Tadpole and advertisement call of *Chiasmocleis albopunctata* (Anura, Microhylidae) from Brazil. Zootaxa, 1353: 63–68. 2006.

PALMER, M. W. The estimation of species richness by extrapolation. Ecology 71: 1195–1198. 1990.

PEZZUTI, T.L. *et al.* The tadpole of *Physalaemus orophilus* from the Atlantic rainforest of southeastern Brazil (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). Zootaxa, 4629, 1. 2019c

PEZZUTI, T.L., LEITE, F.S.F., GARCIA, P.C.A. Chave de identificação interativa para os girinos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Sudeste do Brasil. Versão 1.0 (acessado em 06/11/2019). Acessível em http://biodiversus.com.br/saglab/aqf/chave/girinos/. Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Minas Gerais, Brasil. 2019b.

PEZZUTI, T.L., LEITE, F.S.F., PINHEIRO, D.P., LACERDA, J.V., LEAL, F., SANTOS, M.T., GARCIA, P.C.A. Chave de identificação interativa para os anuros do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Sudeste do Brasil. Versão 1.0. Acessível em http://biodiversus.com.br/saglab/aqf/chave/adultos/. Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Minas Gerais, Brasil. 2019a.

RAMOS, E.K.S. *et al*. Cryptic diversity in Brazilian endemic monkey frogs (Hylidae, Phyllomedusinae, Pithecopus) revealed by multispecies coalescent and integrative approaches. Molecular Phylogenetics and Evolution, 132, 105–116. 2019.

RIBEIRO, L.A., JORGE, M.T. Epidemiologia e quadro clínico dos acidentes por serpentes *Bothrops jararaca* adultas e filhotes. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo, 32: 436-442. 1990.

ROSSA-FERES, D.C., VENESKY, M., NOMURA, F., ETEROVICK, P.C., CANDIOTI, M.F.V., MENIN, M., JUNCÁ, F.A., SCHIESARI, L.C., HADDAD, C.F.B., GAREY, M.V., ANJOS, L.A. & WASSERSUG. R. Taking tadpole biology into the 21st century: a consensus paper from the First Tadpoles International Workshop. Herpetologia Brasileira, 4(2), 48–59. 2015.

SABBAGA A.F., LYRAA M.L, ZAMUDIO K.R, HADDAD C.F.B, FEIO R.N., LEITE F,S.F., GASPARINIE J.L BRASILEIRO, C.A. Molecular phylogeny of Neotropical rock frogs reveals a long history of vicariant diversification in the Atlantic forest. Molecular Phylogenetics and Evolution, 122. 2018

SEGALLA, M.V., CARAMASCHI, U. CRUZ, C.A.G., GRANT, T., HADDAD, C., GARCIA, P.C.A, BERNECK, B.V.M, LANGONE, J.A. Brazilian Amphibians: List of Species. Herpetologia Brasileira, 5(2): 34–46. 2019.

SETE. 2020. Estudo de Impacto Ambiental - EIA - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2 - Rio Piracicaba - MG.

SILVEIRA, A.L.; COTTA, G.A., PIRES, M.R.S. Serpentes de uma área de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica no sudeste do Brasil. Arquivos do Museu Nacional, 68: 79-110. 2010.

SILVEIRA, A.L.S., RIBEIRO, L.S.V.B., DORNAS, T.T., FERNANDES, T.N. Anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico. Editora Rupestre, Belo Horizonte. 2019.

SILVEIRA, A.L.S., RIBEIRO, L.S.V.B., DORNAS, T.T., FERNANDES, T.N. New records of *Sphaenorhynchus canga* (Amphibia, Anura, Hylidae) in the Quadrilátero Ferrífero in Minas Gerais, Southeastern Brazil. Neotropical Biology and Conservation, 15(1): 19–28. 2020.

TECISAN. Relatório e Plano de Controle Ambiental: Empilhamento Drenado, Vale do Rio das Cobras (Disposição de rejeitos das espirais), Complexo de Água Limpa, Rio Piracicaba, MG. 2006. BDBio Acesso em: 11, 11, 2020.

TEMPONE, G.A., M.S.C. MELHEM, F.O. PRADO, G. MOTOIE, R.M. HIRAMOTO, M.M. ANTONIAZZI, C.F.B. HADDAD & C. JARED. Amphibian secretions for drug discovery studies: a search for new antiparasitic and antifungal compounds. Letters in drug design & Discovery, 4: 67–73. 2007.

THOMASSEN, H., LEITE, F.S.F., GARCIA, P.C.A, COSTA, H.C.C. Distribution extension of *Trilepida jani* in the Espinhaço range and revision of records of *Trilepida koppesi* from the atlantic forest (Serpentes: Leptotyphlopidae). Oecologia Australis. 20(4): 532-536, 2016.

TOTAL. Monitoramento da Fauna na Área de Desenvolvimento da Mina de Capão Xavier. 2013. BDBio Acesso em: 11, 11, 2020.

UETZ, P., FREED, P. & HOŠEK, J. (eds.) The Reptile Database, http://www.reptile-database.org

VAN-COMPERNOLLE, S.E., R.J. TAYLOR, K. OSWALD-RICHTER, J. JIANG, B.E. YOUREE, J.H. BOWIE, M.J. TYLER, J.M. CONLON, D. WADE, C. AIKEN, T.S. DERMODY, V.N. KEWAL RAMANI, L.A. ROLLINS-SMITH & D. UNUTMAZ. Antimicrobial peptides from amphibian skin potently inhibit Human Immunodeficiency Virus infection and transfer of virus from dendritic cells to T cells. Journal of Virology, 79: 11598–11606. 2005.

18.4.3.2 Mastofauna Terrestre

ABREU JR, E. F.; KÖHLER, A. Mastofauna de médio e grande porte na RPPN da UNISC, RS, Brasil. Biota Neotropica, Campinas, v. 9, n. 4, p. 169-174, 2009.

BANKS, P. B., y N. K. HUGHES. 2012. A review of the evidence for potential impacts of black rats *(Rattus rattus)* on wildlife and humans in Australia. Wildlife Research 39:78-88.

BEGON, M., & Townsend, C. R. (2020). *Ecology: from individuals to ecosystems*. John Wiley & Sons.

CARDILLO, M.; MACE, G. M.; JONES, K. E.; BIELBY, J.; BININDA-EMONDS, O. R.; SECHREST, W.; ORME, C. D.; PURVIS, A. Multiple causes of high extinction risk in large mammal species. Science, New York, v. 309, n. 5738, p. 1239-1241, 2005.

CITES. 2019. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL. Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto Estadual de Florestas-MG. Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2000.

COPAM. Conselho de Política Ambiental. Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo do Estado de Minas Gerais, 2010.

COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R.; MENDES, S. L.; DITCHFIELD, A. D. Mammal conservation in Brazil. Conservation Biology, San Francisco, v. 19, n. 3, p. 672-679, 2005.

CRAWSHAW JR., P. G. *et al.* Ecology and conservation of the jaguar (*Panthera onca*) in Iguaçu National Park, Brazil. People in nature: wildlife conservation in South and Central America, p. 286-296, 2004.

CUARÓN, A. D. A global perspective on habitat disturbance and tropical rainforest mammals. Conservation Biology, v. 14, n. 6, p. 1574-1579, 2000.

DIRZO, R.; MIRANDA, A. Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function, and diversity-a sequel to John Terborgh. Conservation Biology, v. 4, n. 4, p. 444-447, 1990.

DUPRAT, P. L.; ANDRIOLO, A. Mastofauna não-voadora de médio e grande porte em um fragmento de Mata Atlântica no município de Rio Novo, MG. Revista Brasileira de Zoociências, Juiz de Fora, v. 3, n. 1, 2, 3, p. 163-172, 2011.

FONSECA, G.A.B. *et al.* Corredores de biodiversidade: o Corredor Central da Mata Atlântica. In: M.B. Arruda e L.F.S.N. Sá (eds.). Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no BRASIL. pp. 47-65. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, 2004.

GALETTI, M.; PARDINI, R.; DUARTE, J. M. B.; SILVA, V. M. F.; ROSSI, A.; PERES, C. A. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. Biota Neotropica, Campinas, v. 10, n. 4, p. 47-52, 2010.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAçãO DA BIODIVERSIDADE. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume II, Mamíferos. Brasília: ICMBio/Ministério do Meio Ambiente, 625 p.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2021. Planos de Ação Nacional. Brasília: ICMBio/Ministério do Meio Ambiente. Disponível em https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao-nacional?start=20.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade. 2013. Plano de Manejo da RPPN "Santuário do Caraça". Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/rppn_santuario_do_caraca_pm.pdf..

ICMBIO. Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo da RPPN "Santuário do Caraça". Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/rppn_santuario_do_caraca_pm.pdf.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: http://oldredlist.iucnredlist.org

JAKSIC, F. M. 1998. Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. Biodiversity and Conservation 7:1427-1445.

JOHNSON, C. N.; BALMFORD, A.; BROOK, B. W.; BUETTEL, J. C.; GALETTI, M.; GUANGCHUN, L.; WILMSHURST, J. M. Biodiversity losses and conservation responses in the Anthropocene. Science, New York, v. 356, n. 6335, p. 270-275, 2017.

JÚNIOR, D. A. C. Estrutura e Função Testiculares em Roedores Silvestres das Famílias Echimyidae (*Trinomys moojeni*) e Cricetidae (*Akodon cursor, Akodon montensis, Necromys lasiurus* e *Oligoryzomys migripes*), da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Caraça-MG. 2009.

LOBOS, G., M. FERRES., Y R. E. PALMA. 2005. Presencia de los géneros invasores *Mus* y *Rattus* en áreas naturales de Chile: un riesgo ambiental y epidemiológico. Revista Chilena de Historia Natural 78: 113-124.

MACHADO, F. S.; MOURA, A. S.; SANTOS, K. K.; MENDES, P. B.; ABREU, T. C. K.; FONTES, M. A. L. Registros ocasionais de mamíferos de médio e grande porte na microrregião de Lavras e São João del Rei, Campo das Vertentes, Minas Gerais. Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v. 9, n. 1, p. 35-44, 2017.

MARINHO-FILHO, J., RODRIGUES, F.H.G. & JUAREZ, K.M. 2002. The Cerrado Mammals: Diversity, Ecology, and Natural history. In The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, Org.). Ed. Columbia University Press, New York, p.266-284

MAZZOLLI, M. Persistência e riqueza de mamíferos focais em sistemas agropecuários no planalto meridional brasileiro. 2006. 105 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

MORCATTY, T. Q. *et al.* Habitat loss and mammalian extinction patterns: are the reserves in the Quadrilátero Ferrífero, southeastern Brazil, effective in conserving mammals?. Ecological research, v. 28, n. 6, p. 935-947, 2013.

MORRISON, J.C., SECHREST, W.; DINERSTEIN, E.; WILCOVE, D.S., LAMOREUS, J. 2007. Persistence of large mammal faunas as indicators of global human impacts. J Mammal 88: 1363-1380

MYERS, N. *et al*. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

PAGLIA, A. P. *et al*. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. Occasional papers in conservation biology, v. 6, p. 1-82, 2012.

PAGLIA, A. P. *et al.* Mammals of the Estação de Preservação e Desenvolvimento Ambiental de Peti (EPDA-Peti), São Gonçalo do Rio Abaixo, Minas Gerais, Brazil. Lundiana, v. 6, p. 89-96, 2005.

QUINTELA, F. et al. Updated and annotated checklist of recent mammals from Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 92, 2020.

RODRIGUES, F. H. G. et al. Revisão do conhecimento sobre ocorrência e distribuição de mamíferos do Pantanal. Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E), 2002.

RUFFINO, L., K. Bourgeois, E. Vidal, C. Duhem, M. Paracuellos, F. Escribano, P. Sposimo, N. Baccetti, M. Pascal, y D. Oro. 2009. Invasive rats and seabirds after 2,000 years of an unwanted coexistence on Mediterranean islands. Biological Invasions 11:1631-1651.

RYLANDS, A. B. Mamíferos. Em: Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas da Fauna de Minas Gerais. Eds.: A.B.M. Machado; G.A.B Fonseca; R.B. Machado; L.M.S. Aguiar e L.V. Lins. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte, Minas Gerais. 680 pp, 1998.

SAZIMA, M.; FABIÁN, M. E.; SAZIMA, I. Polinização de Luehea speciosa (Tiliaceae) por Glossophaga soricina (Chiroptera, Phyllostomidae). Revista Brasileira de Biologia, São Carlos, v. 42, n. 3, p. 505-513, 1982.

SHEPHERD, J. D., y S. D. REBECCA. 2012. Predation by *Rattus norvegicus* on a native small mammal in na *Araucaria araucana* forest of Neuquén, Argentina. Revista Chilena de Historia Natural 85:155-159.

TALAMONI, S. A*. et al.* Mammals of Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, state of Minas Gerais, Brazil. Check List, v. 10, n. 5, p. 1005-1013, 2014.

TONELLI, G. B. Estudo eco-epidemiológico de Leishmania spp. em hospedeiros invertebrados e pequenos mamíferos na Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, Minas Gerais. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Belo Horizonte, MG, 2017.

TONHASCA JR., A. Ecologia e história natural da Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 198 p. ZEE/MG – ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. Shapefile do mapeamento da cobertura vegetal. 2009.

TRAVESET, A., M. NOGALES, J. A. ALCOVER, J. D. Delgado, M. Lopez-Darias, D. Godoy, J. M. Igual, y P. Bover. 2009. A review of the effects of alien rodents in the Balearic (Western Mediterranean Sea) and Canary Islands (Eastern Atlantic Ocean). Biological Invasions 11:1653-1670.

18.4.3.3 Mastofauna Voadora

AGUIRRE, L. F.; LENS, L.; VAN DAMME, R.; MATTHYSEN, E. 2003. Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a tropical savanna in Bolivia. Journal of Tropical Ecology, 19: 367-374.

APPEL, G., PATHEK, D. B., DI PONZIO, R., COLOMBO, G. T., & LÓPEZ-BAUCELLS, A. BOBROWIEC, P. 2016. MORCEGOTECA: biblioteca virtual de ultrassons de morcegos. CENBAM, PDBFF. https://ppbio.inpa.gov.br/Morcegoteca

ARIAS-AGUILAR, A., HINTZE, F., AGUIAR, L. M. S., RUFRAY, V., BERNARD, E., & PEREIRA, M. J. R. 2018. Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. Mammal Research, April.

ARNONE, I.S., TRAJANO, E., PULCHERIO-LEITE, A., PASSOS, F.C. 2016. Long-distance movement by a great fruit-eating bat, Artibeus lituratus (Olfers, 1818), in southeastern Brazil (Chiroptera, Phyllostomidae): evidence for migration in Neotropical bats? Biota Neotropica. 16(1): e0026p.

BERNARD E. & FENTON M.B. 2003. Bat mobility and roost in a fragmented landscape in central amazonia, Brazil. Biotropica 35(2):262–277p.

BERNARD, E. 1997. Folivory in Artibeus concolor: a new evidence. Chiroptera Neotropical, 3: 77-79.

BERNARD, E. 2005. Morcegos vampiros: sangue, raiva e preconceito. Ciência Hoje, 36(214): 44-49.

BERNARD, E., MACHADO, R.B. & AGUIAR, L.M.S. 2011. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? Mammal Rev. 41(1):23-39. {12}

BIANCONI, G.V., MIKICH, S.B. & PEDRO, W.A. 2006. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remmants is southern Brazil. Revista Brasileira de Zoologia 23(4):1199–1206p.

BIOMA MEIO AMBIENTE LTDA (BIOMA). 2010. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa, município de Rio Piracicaba, Minas Gerais, de propriedade da Vale S. A. Banco de Dados.

BIOMA MEIO AMBIENTE LTDA (BIOMA). 2014. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa, município de Rio Piracicaba, Minas Gerais, de propriedade da Vale S. A. Banco de Dados.

BIOMA MEIO AMBIENTE LTDA (BIOMA). 2015. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa, município de Rio Piracicaba, Minas Gerais, de propriedade da Vale S. A. Banco de Dados.

BONATO, V.; K.G. FACURE & W. UIEDA 2004. Food habits of bats of Subfamily Vampyrinae in Brazil. Journal of Mammalogy 85 (4): 708-713.

BORDIGNON, M. O. 2006. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Complexo Aporé-Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 23(4): 1002-1009.

CAMPOS, J.C.F & CASTILHO, A.F. 2012. Uma Visão Geográfica da Região da Flona de Carajás. Pp. 30–63. In: Martins, F.D.; Castilho, A.F.; Campos, J.; Hatano, F.M. & Rolin, S.G. Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. Nitro editorial, 233 pp.

CARMO, F.F. & JACOBI, C.M. 2013. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. Rodriguésia 64 (3): 527-541.

CARMO, F.F. 2010. Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

CARVALHO, W.D.; MARTINS, M.A.; DIAS, D. & ESBERARD, C.E.L. 2013. Extension of geographic range, notes on taxonomy and roosting of Histiotus montanus (Chiroptera: Vespertilionidae) in southeastern Brazil. Mammalia 77: 341-346.

COSSON, J. F.; PONS, J. M.; MASSON, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. Journal of Tropical Ecology, (15): 515-534.

COSTA, L.M., PRATA, A.F.D., MORAES, D., CONDE, C.F.V., JORDÃO-NOGUEIRA, T. & ESBERARD, C.E.L. 2006. Deslocamento de Artibeus fimbriatus sobre o mar. Chiroptera Neotropical 12(2):289–290p.

DECLERCK, S.; DE BIE, T.; ERCKEN, D.; HAMPEL, H.; SCHRIJVERS, S.; VAN WICHELEN, J.; GILLARD, V.; MANDIKI, R.; LOSSON, B.; BAUWENS, D.; KEIJERS, S.; VYVERMAN, W.; GODDEERIS, B.; DE MEESTER, L., BRENDONCK, L.; MARTENS, K. 2006. Ecological characteristics of small farmland ponds: associations with land use practices at multiple spatial scales. Biol Conserv, 131(4):523–532p.

DENZINGER A, SCHNITZLER H. 2013. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. Frontiers in Physiology 4: 1–15.

ESBERARD, C.E.L. 2003. Marcação e deslocamentos em morcegos. Divulgações do Museu de Ciências e Tecnologia UBEA/PUCRS, publicação especial 2, Porto Alegre. p. 23–24.

ESTRADA, A. & COASTES-ESTRADA, R. 2001. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at los Tuxtlas, Mexico. Journal of Tropical Ecology, (17): 627-646.

FALCÃO, F.C., REBÊLO, V.F & TALAMONI, S.A. 2003. Structure of a bat assemblage (Mammalia, Chiroptera_ In Serra do Caraça Reserve, South-east Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, 20(2): 347-350p.

FALCÃO, L.A.D.; ESPÍRITO-SANTO, M.M.; LEITE, L.O.; GARRO, R.N.S.L., AVILA-CABADILLA, L.D. & STONER, K.E. 2014. Spatiotemporal variation in phyllostomid bat assemblages over a successional gradient in a tropical dry forest in southeastern Brazil. Journal of Tropical Ecology 30: 123-132.

FENTON, M. B. 2004. Reporting: Essential Information and Analysis. In: R. M. Brigham, E. K. V Kalko, G. Jones, S. Parsons, & H. J. G. A. Limpens (Eds.), Bat Echolocation Research tools, techniques and analysis (pp. 1–174).

FENTON, M. B.; ACHARYA, L.; AUDET, D.; HICKEY, M.B. C.; MERRIMAN, C.; OBRIST, M. K.; SYME, D. M. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. Biotropica, 24(3): 440-446.

FERNANDES, G.W.; BARBOSA, N.P.U.; NEGREIROS, D. & PAGLIA, A.P. 2014. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. Natureza & Conservação 12 (2): 162–165p.

FISCHER, E.; FISCHER, W.; BORGES, S.; PINHEIRO, M. R.; VICENTINI, A. 1997. Predation of Carollia perspicillata by Phyllostomus elongatus in Central Amazonia. Chiroptera Neotropical, 3: 67-68.

FLEMING, T.H. & EBY, P. 2003. Ecology of bat migration. In: Bat ecology (T.H. Kunz & M.B. Fenton eds). University of Chicago Press, Chicago, p 156–208.

GARBINO, G.S.T., R. GREGORIN, I.P. LIMA, L. LOUREIRO, L.M. MORAS, R. MORATELLI, M.R. NOGUEIRA, A.C. PAVAN, V.C. TAVARES, and A.L. PERACCHI. 2020. Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil—CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). <https://www.sbeq.net/lista-de-especies>

GOODWIN, G.G. & GREENHALL, A.M. 1961. A review of the bats of Trinidad and Tobago. Bull. Am. Mus. Nat. Hist.., New York, 122(3): 187-302.

GREGORIN, R. & LOUREIRO, L.O. 2011. New records of bats for the state of Minas Gerais, with range extension of Eptesicus chiriquinus Thomas (Chiroptera: Vespertilionidae) to southeastern Brazil. Mammalia 75: 291– 294.

GREGORIN, R.; TAHARA, A.S. & BUZZATO, D.F. 2011. Molossus aztecus and Other Small Molossus (Chiroptera: Molossidae) in Brazil. Acta Chiropterologica, 13 (2): 311-317.

HAMMER, O.; D. H.; P. R. 2017. Paleontological statistics software package for education and data analysis (3.15). Palaeontologia Electronica. https://folk.uio.no/ohammer/past/

JACOBI, C.M. & CARMO, F.F. 2008. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. Megadiversidade 4 (1-2): 25-33.

JACOBI, C.M.; CARMO, F.F.; VINCENT, R.C. & STEHMANN, J.R. 2007. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. Biodiversity and Conservation 16: 2185–2200.

KALKO EKV, SCHNITZLER HU. 1998. How echolocating bats approach and acquire food. In: Kunz TH, Racey PA (eds) Bat biology and conservation. Smithsonian Institution Press, Washington DC, pp 197–204.

KALKO EKV, VILLEGAS SE, SCHMIDT M, WEGMANN M, MEYER CFJ. 2008. Flying high — assessing the use of the aerosphere by bats. Integrative and Comparative Biology 48: 60–73.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY, C. O.; HANDLEY, D. 1996. Organization, diversity, and long term dynamics of a Neotropical bat community. In: Cody, M. L. & Smallwood, J. A. (eds.) Long-term studies of vertebrate communities. San Diego: Academic Press, p. 503-553.

LÓPEZ-BAUCELLS, A., ROCHA, R., BOBROWIEC, P., BERNARD, E., PALMEIRIM, J., & MEYER, C. 2016. Field guide to Amazon Bats. In: Field guide to Amazon Bats (Vol. 1, Issue 1). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

McCRAKEN, G.F., McCRAKEN, M.K. & VAWTER, A.T. 1994.Genetic structure in migratory populations of the bat Tadarida brasiliensis mexicana. Journal of Mammalogy 75: 500–514p.

MEDELLÍN, R. A. & GAONA, O. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats in Chiapas, México. Biotropica, 145(31): 120-126.

MEDELLÍN, R. A.; EQUIHUA, M.; AMIN, M. A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rain forests. Conservation Biology, 14: 1666-1675.

MELLO, M.A.R., KALKO, E.K.V. & SILVA, W.R. 2008.Movements of the bat Sturnira lilium and it's role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic forest. Journal of Tropical Ecology 24: 225–228p.

MENDES, P., VIEIRA, T.B., OPREA, M. & DITCHFIELD, A.D. 2009. Long-distance movement of Artibeus lituratus (Chiroptera: Phyllostomidae) in the State of Espirito Santo, Brazil. Ecotropica 15: 43–46.

MENEZES-JR, L.F., DUARTE, A.C. & NOVAES, R.L.M. 2008. Deslocamento de Artibeus lituratus (Olfers, 1818) (Mammalia, Chiroptera) entre ilha e continente no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Biotaneotropica Jan/Mar 2008 vol. 8, no. 2.

MILAGRES E GOMES, A.; DIAS DA SILVA, L.H. & TAVARES, V. C. 2015. Morcegos associados a ecossistemas ferruginosos de Minas Gerais. 167-190p. In: Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da Diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Org: Flávio Fonseca do Carmo e Luciana Hiromi Yoshino Kamino. Belo Horizonte/MG. 552.

MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOUREX, J. & FONSECA, G.A.B. 2005. Hotspots revisited. Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecorregions. Agrupacion Sierra Madre, USA.

MORAS, L.M.; GOMES, A.M. & TAVARES, V.C. 2014. Distribution and taxonomy of the common big-eared bat Micronycteris microtis (Chiroptera: Phyllostomidae) in South America. Mammalia. Disponível em: http:// www.degruyter.com/view/j/mamm.ahead-of-print/mammalia-2014-0057/mammalia-2014-0057.xml.

MORATELLI, R.; KUZZEL, M.; COSTA-NETO, S.; NOVAES, R.; ALMEIDA, B.; VERÍSSIMO, I.; PILATTI, P. & CLÁUDIO, V. 2020. Recomendações para a redução dos riscos de transmissão do SDARS-CoV-2 de humanos para morcegos durante atividades de campo no período da pandemia de COVID-19. SEBQ. 10 de julho de 2020.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(333):853–858p.

PEDRO, W.A. & V.A. TADDEI. 1997. Taxonomic assemblage of bats. from Panga Reserve, Southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, N.Sér., Santa Teresa, 6: 3-21.

PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P.; REIS, N. R.; NOGUEIRA, M. R.; ORTENCIO-FILHO, H. 2006. Ordem Chiroptera. In: Reis, N. R.; Peracchi, A. L.; Pedro, W. A.; Lima, I. P. (eds.) Mamíferos do Brasil. Londrina: Nélio R. dos Reis, p. 154-230.

PERACCHI, A. L; LIMA I. P.; REIS, N. R.; NOGUEIRA, M. R.; FILHO, H. R. 2011. Ordem Chiroptera. In: Reis, N. R.; Peracchi, A. l; Pedro, A. W. ; Lima I. P. (eds.) Mamíferos do Brasil. 2ed. Londrina: Nélio R. dos Reis, p. 23-29.

PROGRAM, B. R. 2014. Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software (Version 1.5). The Cornell Lab of Ornithology. http://www.birds.cornell.edu/raven.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (eds.). 2007. Morcegos do Brasil. Londrina: Nélio R. dos Reis, 253 p

SANTOS FILHO, M. DOS, SILVA, D. J. DA, & SANAIOTTI, T. M. 2008. Variação sazonal na riqueza e na abundância de pequenos mamíferos, na estrutura da floresta e na disponibilidade de artrópodes em fragmentos florestais no Mato Grosso, Brasil. Biota Neotropica, 8(1), 115–121. https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000100014

SANTOS, T. G.; SPIES, M. R.; KOPP, K.; TREVISAN, R.; CECHIN, S. Z. 2008. Mamíferos do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Biota Neotropica, 8(1): 125-131.

SAZIMA, I.; VOGUEL, S.; SAZIMA, M. 1989. Bat Pollination of Echolirium glaziovii, a terrestrial bromeliad. Systematics and Evolution, 168: 167-179.

SAZIMA, I; VIZOTTO, L. D.; TADDEI, V. A. 1978. Uma nova espécie de Lonchophylla da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). Revista Brasileira de Biologia, 38(1): 81-89.

SCHNITZLER, H.-U., & KALKO, E. K. V. 2001. Echolocation by Insect-Eating Bats. BioScience, 51(7), 557p.

SCHULZE, M. D.; SEAVY, N. E.; WHITACRE, D. F. 2000. A comparison of the Phyllostomidae bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. Biotropica, 32(1): 174-184.

SPIER, C.A., OLIVEIRA, S.M.B. & ROSIÉRE, C.A. 2003. Geology and geochemistry of the Águas Claras and Pico Iron Mines, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Miner Deposita. 38:751–774p.

TAVARES, V. DA C.; AGUIAR, L.M.S.; PERINI, F.A.; FALCÃO, F.C. & GREGORIN, R. 2010. Bats of the state of Minas Gerais, southeastern Brasil. Chiroptera Neotropical 16 (1): 675-705.

TAVARES, V. DA C.; PALMUTI, C.F.S.; GREGORIN, R. & DORNAS, T.T. 2012. Morcegos. pp.162–179. In: MARTINS, F.D.; CASTILHO, A.F.; CAMPOS, J.; HATANO, F.M. & ROLIN, S.G. Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. Nitro editorial, 233 pp.

TRAJANO, E. 1996. Movements of cave bats in southeastern Brazil, with emphasis on population ecology of commom vampire bat, Desmodus rotundus (Chiroptera). Biotropica 28(1):121–129p.

TREVELIN, L.C., SILVEIRA, M., PORT-CARVALHO,M., HOMEM, D.H. & CRUZ-NETO, A.P. 2013. Use of space by frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a restored Atlantic Forest fragment in Brazil. Forest Ecology and Management 291: 136–143p.

VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Brazil.

VIANA, P.L. & LOMBARDI, J.A. 2007. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. Rodriguésia 58 (1): 159-177.

VIZOTTO, L.D. & TADDEI, V.A. 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. Revista da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras São José do Rio Preto – Boletim de Ciências. N.1: 1-72p.

WILLIG, M. R.; PRESLEY, S. J.; BLOCH, C. P.; HICE, C. L.; YANOVIAK, S. P.; DIAZ, M. M.; CHAUCA, L. A.; PACHECO, V.; WEAVER, S. C. 2007. Phyllostomid Bats of Lowland Amazonia: Effects of Habitat Alteration on Abundance. Biotropica, 39(6): 737-746.

WILLIAMS-GUILLÉN; PERFECTO, 2011

18.4.3.4 Avifauna

ADLER, P. B & LAUENROTH, W. K. 2003. The power of time: Spatiotemporal scaling of species diversity. Ecology Letters, v. 6, n. 8, p. 749–756.

ANGGRAINI, K; KINNAIRD, M & T. O`BRIEN. 2000. The effects of fruit availability and habitats disturbances on an assemblage of Sumatran hornbills. Bird Conservation International. 10(3): 189-202.

ANJOS L. 2001. Bird communities in five Atlantic forest fragments in southern Brazil. Ornitol Neotrop 12: 11-27.

AZEVEDO, M. A. G. 2006. Contribuição de estudos para licenciamento ambiental ao conhecimento da avifauna de Santa Catarina, Sul do Brasil. Biotemas, v.19, n.1, p. 93-106.

BDBIO 2009. Estudo de Impacto Ambiental projeto de Aterros Hidráulicos, Paliçadas e Unidade Operacional de Água Limpa, Rio Piracicaba, Minas Gerais.

BDBIO. 2001. VASCONCELOS, M. F. 2001. Adições à avifauna da Serra do Caraça, Minas Gerais. Atualidades Ornitológicas, 104: 3-4.

BDBIO. 2002. Relatório e Plano de Controle Ambiental da Ampliação da cava Mina de Gongo Soco.

BDBIO. 2003. Relatório e Plano de Controle Ambiental Estrada de Acesso Mina de Fazendão a Morro da Mina.

BDBIO. 2004. Relatório e Plano de Controle Ambiental do Transportador de Correia de Longa Distância e Estrada de Ligação Fazendão-Alegria.

BDBIO. 2005. Relatório e Plano de Controle Ambiental da Ampliação da Cava, Mina de Alegria;

BDBIO. 2007. Estudo de Impacto Ambiental - Expansão da Mina de São Luiz, Catas Altas, Minas Gerais.

BDBIO. 2010. Pesquisa, Inventário e Monitoramento da Fauna na Área de Inserção do Complexo de Mariana, municípios de Catas Altas, Itabirito, Mariana e Ouro Preto, Minas Gerais.

BDBIO. 2011. Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Fauna da Mina de Fazendão.

BDBIO. 2011. SALVADOR, L. F.; CANUTO, M. CARVALHO, C. E. A. & G. ZORZIN. 2011. Aves, Accipitridae, Spizaetus tyrannus (Wied, 1820): New records in the Quadrilátero Ferrífero region, Minas Gerais, Brazil. Checklist. 7 (1): 32-36.

BDBIO. 2012. Monitoramento da Fauna da Área de Expansão da Mina de São Luiz – DIFS.

BDBIO. 2013. Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal e Resgate de Fauna da Mina de Alegria.

BDBIO. 2013. VASCONCELOS, M. F.; P. N. VASCONCELOS, G. N. MAURÍCIO, C. A. R. MATRANGOLO, C. M. DELL'AMORE, A. NEMÉSIO, J. C. FERREIRA & E. Endrigo 2003. Novos registros ornitológicos para a Serra do Caraça, Brasil, com comentários sobre distribuição geográfica de algumas espécies. Lundiana (4) 2: 135-139.

BDBIO. 2014. Estudo de Impacto Ambiental da Expansão da Mina de Água Limpa. Rio Piracicaba, Minas Gerais.

BDBIO. 2014. Monitoramento da Fauna do Complexo Minerador de Mariana – DIFS.

BDBIO. 2015. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Alegria.

BDBIO. 2015. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Fábrica Nova.

BDBIO. 2016. Estudo de impacto ambiental – Pilha De Estéril Trevo.

BDBIO. 2018. Ampliação da Mina de Alegria.

BDBIO. Banco de Dados vale para o quadrilátero ferrífero Acompanhamento da Supressão Vegetal e Salvamento da Fauna da Cava Cururu, Mina de Água Limpa.

BDBIO. Estudo de Impacto Ambiental - Implantação da Pilha de Disposição de Estéril Portaria, Mina de Alegria.

BDBIO. Estudo de Impacto Ambiental da Pilha de Disposição de Estéril Cururu. Rio Piracicaba, Minas Gerais.

BENCKE, G.A., G.N. MAURÍCIO, P.F. DEVELEY & J.M. GOERCK. 2006. Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: parte 1 – estados do domínio da Mata Atlântica. SAVE Brasil, São Paulo, Brasil.

BIBBY, C., JONES, M. & MARSDEN, S. 1998. Expedition Field Techniques: Bird Surveys. Geography Outdoors: the centre supporting field research, exploration and outdoor learning. *London*. 134 p.

BROOKS, T.; TOBIAS, J. & BALMFORD, A. 1999. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic Forest. *Animal Conservation* 2: 211-222.

CARVALHO, F. A. de A. V. 2017 Síntese do conhecimento e análises de padrões de distribuição geográfica, esforço de amostragem e conservação da avifauna do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 114 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Minas Gerais.

CBRO – Conselho Brasileiro de Ornitologia 2011. Lista das espécies de aves do brasil.

CITES. 2020. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

CLEMENTS, J. F. 2012. The Clements Checklist of Birds of the World. Cornell: Cornell University Press.

COLLAR, N. J.; L. P. GONZAGA, N. KRABBE, A. M. NIETO; L. G. NARANJO, T. A.; PARKER & D. C. WEGE. 1992. Threatened birds of the Americas: the ICBP/IUCN Red Data Book. Cambridge, U.K.: International Council for Bird Preservation.

COLWELL, R. K. 2013. Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 9. Disponível em: <purl.oclc.org/estimates>.

COPAM, 2010. DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM Nº 147, DE 30 DE ABRIL DE 2010 aprova Lista das Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais: Lista Vermelha da Fauna de Minas Gerais.

DONATELLI, R. J.; da COSTA, T. V. V & C. D. FERREIRA. 2004. Dinâmica da avifauna em fragmento de mata na Fazenda Rio Claro, Lençóis Paulista, São Paulo, Brasil. Revista Brasileiras de Zoologia 21 (1): 97-113.

DRUMMOND, G. M., MARTINS, C. S., MACHADO, A. B. M., SEBAIO, F. A. & ANTONINI, Y. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: *um atlas para sua conservação*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

ERIZE, F., MATA, J. R. R. & RUMBOLL, M. 2006. Birds of South America, Non-Passerines: Rheas to Woodpeckers. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 384 p.

FERGUSON-LESS, J. & CHRISTIE, D. A. 2001. Raptors of the World, Hougton Mifflin Company, New York.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. 2005. Áreas Prioritárias para conservação da fauna do Estado de Minas Gerais. v. 3, Belo Horizonte.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. 2007. Revisão das Listas das Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais: Lista Vermelha da Fauna de Minas Gerais. v. 3, Belo Horizonte.

GIOVANINI, D. 2002. Primeiro relatório nacional sobre o tráfico de fauna silvestre. Brasilia: Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais, RENCTAS 108p.

GRANTSAU, R. 2010a. Guia completo para identificação das Aves do Brasil. Vol. 1. Vento Verde, São Carlos, São Paulo.

GRANTSAU, R. 2010b. Guia completo para identificação das Aves do Brasil. Vol. 2. Vento Verde, São Carlos, São Paulo.

GWYNNE, J. A., RIDGELY, R. S., TUDOR, G. & ARGEL, M. 2010. Aves do Brasil. Vol. 1. Pantanal e Cerrado. São Paulo, Editora Horizonte. 322p.

HAMMER, O., HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for educational and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1): 1-9.

HERZOG, S. K., KESSLER, M. & CAHILL, T. M. 2002. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. *The Auk* 119: 749-769.

IRESTEDT, M., FJELDSA, J., NYLANDER, J. A. A. & ERICSON, P. G. P. 2004. Phylogenetic relationships of typical antbirds (Thamnophilidae) and test of incongruence based on Bayes factors. BMC Evolutionary Biology 4: 23.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: http://oldredlist.iucnredlist.org

KILPP, J. C.; PRESTES, N. P.; DAL PIZZOL, G. E.; MARTINEZ, J. 2015. Dieta alimentar de Amazona vinacea no sul e sudeste de Santa Catarina, Brasil. Atualidades Ornitológicas, 183.

LOPES, L. E., FERNANDES, A. M. & MARINI, M. Â. 2005. Diet of some Atlantic Forest birds. *Ararajuba* 13(1): 95-103.

LYRA-NEVES, R.M.; DE M.M. DIAS; S.M. DE AZEVEDO-JÚNIOR; W.R. TELINO-JÚNIOR & M.E.L. DE LARRAZÁBAL. 2004. Comunidade de aves da Reserva Estadual de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 21 (3): 581-592.

MACHADO, A. B. M., MARTINS, C. S. & DRUMMOND, G. M. 2005. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: Incluindo as listas das espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Belo Horizonte: *Fundação Biodiversitas*.

MACHADO, P. A. R. 1998. Criação comercial de pássaros. Tecnologia e Treinamento Agropecuário, 8: 7

MACKINNON, S. & PHILLIPS, K. 1993. A Field Guide to the Birds of Borneo, Sumatra, Java and Bali. Oxford: Oxford University Press.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton: Princeton University Press, 179p.

MALLET-RODRIGUES, F. 2010. Técnicas para amostragem da dieta e procedimentos para estudos do forrageamento de aves In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. p. 47-60.

MARINI, M.A. & GARCIA, F.I. 2005. Conservação de aves no Brasil. *Megadiversidade*, 1:95-102.

MARTINS, F. R. & SANTOS, F. A. M. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. Holos Environment 1(1): 236-267.

MAZZONI, L. G. 2013. Efeito de curtos gradientes altitudinais e longitudinais sobre a comunidade de aves florestais do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 91 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Vertebrados) - Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MINNS, J.; BUZZETTI, D.; ALBANO, C.; GROSSET, A.; WHITTAKER, A. & PARRINI, R. 2010. Aves do Brasil, vozes e fotografias. v. 1 – Floresta Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Campos Sulinos e Costa. Versão 1.0. Vinhedo, *AvisBrasilis* Editora.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014. Portaria nº 444, de 17 de Dezembro de 2014. Reconhece como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção" - Lista, conforme Anexo I da presente Portaria, em observância aos arts. 6o e 7o, da Portaria no 43, de 31 de janeiro de 2014. Disponível em: http://www.mma.gov.br.

MOREIRA-LIMA, L. 2014. Aves da Mata Atlântica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências.

MOTTA-JÚNIOR, J. C. 1990. Estrutura trófica e composição da avifauna de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. *Ararajuba* 1: 65-71.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G .A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

O'DEA, N. O., WATSON, J. E. M. & WHITTAKER, R. J. 2004. Rapid assessment in conservation research: a critique of avifaunal assessment techniques illustrated by Ecuadorian and Madagascan case study data. *Diversity and Distributions* 10: 55-63.

OLMOS, F. 2005. Aves ameaçadas, prioridades e políticas de conservação no Brasil. *Nat. & Conserv*. 3: 21–42. 24.

PEÑA, M. R.; RUMBOLL, M. 1998. Birds of Southern South America and Antartica. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 304p.

PENSE, M. R. E CARVALHO, A. P. C. 2005. Biodiversidade de aves do Parque Estadual do Jaraguá (SP). *ConScientia Saúde*, v. 4, p. 55- 61.

PIACENTINI, V.Q.; A. ALEIXO, C.E. AGNE, G.N. MAURÍCIO, J.F. PACHECO, G.A. BRAVO, G.R.R. BRITO, L.N. NAKA, F. OLMOS, S. POSSO, L.F. SILVEIRA, G.S. BETINI, E. CARRANO, I. FRANZ, A.C. LEES, L.M. LIMA, D. PIOLI, F. SCHUNCK, F.R. AMARAL, G.A. BENCKE, M. COHN-HAFT, L.F.A. FIGUEIREDO, F.C. STRAUBE & E. CESARI. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia* 23(2): 91–298.

PIRATELLI, A. & PEREIRA, M. R. 2002. Dieta de Aves na Região Leste de Mato Grosso do Sul, Brasil.*Ararajuba* 10(2): 131-139.

RIBON, R. 2010. Amostragem de Aves pelo método de listas de Mackinnon. Pp. 33-44 *in*: Matter, S. V., F. C. Straube, I. Accordi, V. Piacentini & J. F. Cândido-Jr (Orgs.). Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books. 516p.

RIDGELY, R. S. & TUDOR, G. 1989. The Birds of South America Volume 1: The Oscine Passerines. Austin (TX): University of Texas Press. 516p.

RIDGELY, R. S. & TUDOR, G. 1994. The Birds of South America Volume 2: The Suboscine Passerines. Austin (TX): University of Texas Press. 940p.

SETE. 2015. Estudo de Impacto Ambiental – Projeto de sondagem geológica Rio Piracipa 2.

SETE. 2020. Estudo de Impacto Ambiental - EIA - Projeto de Sondagem Geológica Rio Piracicaba 2 - Rio Piracicaba - MG.

SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira.* Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 912p.

SILVA, J. M. C. & BATES, J. M. 2002. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *BioScience* 52(3): 225-233.

SILVA, J. M. C., SOUZA, M. A., BIEBER, A. G. D. & CARLOS, C. J. 2003. Aves da Caatinga: status, uso do hábitat e sensitividade. Em: Leal, I. R., Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. (orgs.) *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária da Universidade Federal do Pernambuco.

SILVA, J., RIBENBOIM, L. C. da C., SANTOS, N. 2017. Corujas do Brasil. Taubaté, SP: Dica de Turismo Publicações.

STOTZ, D. F., FITZPATRICK, J. W., PARKER, T. A. & MOSKOVITS, D. K. 1996. Neotropical Birds: ecology and conservation. Chicago: University of Chicago Press. 478p.

STRAUBE, F. C., VASCONCELOS, M. F., URBEN-FILHO, A & CÂNDIDO-JR, J. F. 2010. Protocolo mínimo para levantamentos de avifauna em Estudos de Impacto Ambiental. In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. p. 239-253.

TELINO-JÚNIOR, W. R., DIAS, M. M., AZEVEDO JÚNIOR, S. M., LYRA-NEVES, R. M. & LARRAZÁBAL M. E. L. 2005. Trophic structure of bird community of Reserva Estadual de Gurjaú, Zona da Mata Sul, Pernambuco State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(4): 962-673.

TOTAL. 2015. Estudo de Impacto ambiental, Expansão Oeste da Mina Água Limpa. Rio Piraciaba, Minas Gerais.

TOTAL. 2018. Estudo de Impacto Ambiental. Projeto de Ampliação do Morro Agudo, Minas de Água Limpa, Rio Piracicaba, Minas Gerais.

UEZU, A., METZGER, J.P. & VIELLIARD, J.M.E. 2005. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. *Biologia da Conservação*. 123:507-519.

VALE. 2009. Instituto Ambiental Vale, Relatório Final – Plano de Manejo RPPN Diogo. Rio Piracicaba, MG.

VALE. 2016. Monitoramento de Fauna Difs. Mina de Água Limpa, Complexo Minas Centrais, Rio Piracicaba, MG.

VAN PERLO, B. 2009. A field guide to the Birds of Brazil. New York: Oxford University Press.

VASCONCELOS, M. F. 2006. Uma opinião crítica sobre a qualidade e a utilidade dos trabalhos de consultoria ambiental sobre avifauna. *Atualidades Ornitológicas* 131: 10-13.

VASCONCELOS, M. F. 2008. Mountaintop endemism in eastern Brazil: why some bird species from campos rupestres of the Espinhaço Range are not endemic to the Cerrado region? Revista Brasileira de Ornitologia. 16(4): 348-362.

VASCONCELOS, M.F. & D'ANGELO NETO 2007. Padrões de distribuição e conservação da avifauna na região central da Cadeia do Espinhaço e áreas adjacentes, Minas Gerais, Brasil. *Cotinga* 28:27-44.

VASCONCELOS, M.F., VASCONCELOS, A.P, VIANA, P.L., PALÚ, L. & SILVA, J.F 2005. Observações sobre aves granívoras (Columbidae e Emberizidae) associadas à frutificação de taquaras (Poaceae, Bambusoideae) na porção meridional da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana* 6(1):75-77.

VIELLIARD, J. M. E. & SILVA, W. R. 1990. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo. Brasília, n.p. (Palestra Proferida no IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves).

VIELLIARD, J. M. E. 2000. Bird Community as na indicator of Biodiversity: results from quantitative surveys in Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 72 (3): 323-330.

VIELLIARD, J. M. E., ALMEIDA, M. E. C., ANJOS, L. & SILVA, W. R. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA) In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. p. 47-60.

WIKIAVES, 2020. A enciclopédia das aves do Brasil. Site de acervo fotográfico www.wikiaves.com.br.

18.4.3.5 Entomofauna

ABELLA-MEDRANO, Carlos Antonio et al. 2015. Spatiotemporal variation of mosquito diversity (Diptera: Culicidae) at places with different land-use types within a neotropical montane cloud forest matrix. Parasites & vectors, v. 8, n. 1, p. 487, 2015.

AGÊNCIA MINAS, 2020. Estado reforça importância da vacina contra febre amarela. SEG 27 JANEIRO 2020. Disponível em: < http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/estado-reforca-importancia-da-vacina-contra-febre-amarela>.

ALENCAR, Jeronimo et al. 2011. New report on the bionomics of Coquillettidia venezuelensis in temporary breeding sites (Diptera: Culicidae). Rev. Soc. Bras. Med. Trop., Uberaba , v. 44, n. 2, p. 247-248.

BARATA, R.A.; França-Silva, J.C., Mayrink, W.; Silva, J.C.; Prata. A.; Lorosa, E.S.; Fiúza, J.A.; Gonçalves, C.M.; Paula, K.M.; Dias, E.S.. 2005. Aspectos da ecologia e do comportamento de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral, Minas Gerais. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Uberaba, v. 38, n. 5, p. 25-31.

BDBio, 2020. Banco de Dados Banco de Dados da Biodiversidade da Vale – BDBio. Vale S.A.

CAMARGO-NEVES, V. L. F. de; POLETTO, D. W., RODAS, L. A. C., PACHIOLI, M. L., CARDOSO, R. P., SCANDAR, S. A. S., et al. 2005. Entomological investigation of a sylvatic yellow fever area in São Paulo State, Brazil. Cadernos de Saúde Pública; 21:1278-1286.

CAMARGO-NEVES, V.L.F. de.; KATZ, G. 1999. Leishmaniose visceral americana no estado de São Paulo. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 32 (Supl.II): 63-4.

CASTELLON, EG, ARIAS JR, FREITAS RA, NAIFF RD. Os flebotomíneos da região Amazônica, estrada Manaus Humaitá, estado do Amazonas, Brasil (Diptera: Psychodidae; Phlebotominae). Acta Amaz. 1994;24:91-102.

CONSOLI, R. A. G. B. e OLIVEIRA, R. L. de. 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 228 p.

COPAM. 2010. DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM Nº 147, DE 30 DE ABRIL DE 2010.

DAVIS, N.C, SHANNON, R.C. 1931. Further attempts to transmit yellow fever with mosquitoes of South America. Amer. J Hyg. 1931; 14:715-722. 27.

DE ANDRADE, Andrey José; GURGEL-GONÇALVES, Rodrigo. 2015. New record and update on the geographical distribution of Pintomyia monticola (Costa Lima, 1932)(Diptera: Psychodidae) in South America. Check List, v. 11, n. 2, p. 1566.

DÍAZ, I. 1945. Brote de fiebre amarilla selva´tica en Venezuela durante el an˜o 1944. B Ofic Sanit Panam 24:589–96

DIBO, Margareth Regina et al. 2011. Presença de culicídeos em município de porte médio do Estado de São Paulo e risco de ocorrência de febre do Nilo Ocidental e outras arboviroses. Rev Soc Bras Med Trop, v. 44, n. 4, p. 496-503, 2011.

DORVILLÉ, L. F. M. 1996. Mosquitoes as bioindicators of forest degradation in southeastern Brazil, a statistical evaluation of published data in the literature. Stud. Neotrop. Fauna E., Amsterdam, 31; 68-78.

FNS - Fundo Nacional de Saúde. 1999. Disponível em <https://consultafns.saude.gov.br/>

FORATTINI, O. P. 1965. Entomologia Médica. São Paulo, Fac. Saúde Pública, Univ. de São Paulo, Vol. 3.

FORATTINI, O. P. 2002. Culicidologia médica: identificação, biologia, epidemiologia. São Paulo: EDUSP; Vol. 2, 860 p.

FREITAS, A.V.L.; R.B. FRANCINI & K.S. BROWN, J.R. 2006. Insetos como indicadores ambientais. Capítulo 10 in Cullen, L.R.; Rudran, R. & Valladares-Pádua, C. (eds.). Manual brasileiro em biologia da conservação. Smithsonian Institution Press.

GALATI, E. A. B. 2016. Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) - Classificação, morfologia, terminologia e identificação de Adultos. Apostila Disciplina PSP5127-1. Bioecologia e Identificação de Phlebotominae. Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo.

GALATI, E. A. B. et al. 2010. Phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in the Ribeira Valley Speleological Province - 1. Parque Estadual Intervales, state of São Paulo, Brazil. Rev. Bras. entomol. [online]. 2010, vol.54, n.2 [cited 2021-01-11], pp.311-321. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262010000200015&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1806-9665. https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000200015.

GALATI, E.A.B. 2003. Classificação de Phlebotominae. p. 23-51 In: Rangel E.F. & R. Lainson (Org.). Flebotomíneos do Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz. 367p

GIL, L.H.S.; BASANO, S.A.; SOUZA, A.A.; SILVA, M.G.S., BARATA, I.; ISHIKAWA, E.A.; CAMARGO, L.M.A.; SHAW, J.J. 2003. Recent observations on the sand fly (Diptera: Psychodidae) fauna of the state of Rondônia, western Amazônia, Brazil: the importance of Psychdopygus davisi as a vector of zoonotic cutaneous leishmaniasis. Mem Inst Oswaldo Cruz 98:751-755.

GODOY, Rodrigo Espíndola et al. 2018. Phlebotomine (Diptera: Psychodidae) fauna in the Fiocruz Atlantic Forest Biological Station, Rio de Janeiro, Brazil. Revista Ciência & Saberes-UniFacema, p. 911-916.

GOMES, Almério de Castro; GALATI, Eunice Aparecida Bianchi. Aspectos ecológicos da leishmaniose tegumentar americana: 7-Capacidade vetorial flebotomínea em ambiente florestal primário do Sistema da Serra do Mar, região do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. Revista de Saúde Pública, v. 23, p. 136-142, 1989.

GUEDES, M. L. P. 2012. Culicidae (Diptera) no Brasil: Relações entre Diversidade, Distribuição e Enfermidades. Oecologia Australis, 16(2): 283-296.

GUIMARÃES, A.E.; MELLO, R.P.; LOPES; C.M.; ALENCAR, J. & GENTILE, C., 1997. Prevalência de anofelinos (Diptera: Culicidae) no crepúsculo vespertino em áreas da Usina Hidrelétrica de Itaipu, no município de Guairá, estado do Paraná, Brasil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 92:745-754.

GUIMARÃES, Anthony Érico et al. 2000. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina, Brasil. I-Distribuição por habitat. Revista de Saúde Pública, v. 34, n. 3, p. 243-250, 2000.

GUIMARÃES, Anthony Erico *et al*. 2003. Mosquito (Diptera, Culicidae) ecology in the Iguaçu National Park, Brazil: 1 Habitat distribution. Cadernos de saude publica, v. 19, n. 4, p. 1107-1116, 2003.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: http://oldredlist.iucnredlist.org

LANE, J. 1953. Neotropical Culioidae. Volumes I & II. Neotropical Culioidae Volumes I & II.

MANGUDO, Carolina; APARICIO, Juan P.; GLEISER, Raquel M. Notes on the occurrence and habitats of Sabethes purpureus in Salta Province, Argentina. Journal of the American Mosquito Control Association, v. 30, n. 1, p. 57-60, 2014.

MARCONDES, Carlos Brisola; SANTOS-NETO, Luiz Gonzaga; LOZOVEI, Ana Leuch. Ecology of phlebotomine sandflies (Diptera, Psychodidae) in Brazilian Atlantic forest. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 34, n. 3, p. 255-260, 2001.

MINISTERIO DA SAUDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasil. 2007. Manual de Vigilancia da Leishmaniose Tegumentar Americana / Ministerio da Saude, Secretaria de Vigilancia em Saude. 2ª edição. Brasilia: Editora do Ministerio da Saude: il. – (Serie A. Normas e Manuais Tecnicos). 180p.

MINISTERIO DA SAUDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasil. 2020. Boletim Epidemiológico Malária 2020. Número Especial | Nov. 2020.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014. Lista de Espécies Ameaçadas de 2014. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>.

MONATH TP. Yellow fever: a medically neglected infectious disease. Reviews of Infectious Diseases 9:165-175, 1987. (1987)

NAGAKI, S. S. 2009. Estudos sistemáticos sobre espécies da Seção Myzorhynchella do subgênero Nyssorhynchus (Diptera: Culicidae). 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NAVARRO, Juan-Carlos et al. 2016. Un nuevo Aedes para la Amazonía de Ecuador y actualización taxonómica del género para el país. Boletín de Malariología y Salud Ambiental, v. 56, n. 2, p. 113-121, 2016.

PINTO, C. 1932. Mosquitos da região neotrópica (Brasil, S. Paulo). I:(Diptera: Culicidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 23, n. 3, p. 153-157, 1930.

QUARESMA, P. F. et al. 2012. Natural Leishmania sp. reservoirs and phlebotomine sandfly food source identification in Ibitipoca State Park, Minas Gerais, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 107, n. 4, p. 480-485, June . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02762012000400007&lng=en&nrm=iso>

REIS, M., MÜLLER, G. A., MARCONDES, C. B. 2010. Inventário de mosquitos (Diptera: Culicidae) da Unidade de Conservação Ambiental Desterro, Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil. Biota Neotropica, v. 10, n. 3, p. 333-337.

SEGURA, M.N.O. E CASTRO, F.C. 2007. Atlas de Culicídeos na Amazônia Brasileira: características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae. Instituto Evandro Chagas MS/SVS. Seção de Arbovirologia de Febres Hemorrágicas. Belém. 69p.

SES - MINAS GERAIS. 2020. Secretaria de Saúde do Estado de Minas Gerais (SESMG). Boletim Epidemiológico de Monitoramento dos casos de Dengue, Chikungunya e Zika Vírus. 53 - 29 DE DEZEMBRO DE 2020* Disponível em: https://saude.mg.gov.br/images/Boletim_Arboviroses_194.pdf

SILVA, F. S.; CARVALHO, L. P. C.; SOUZA, J. M. Flebotomíneos (Diptera: psychodidae) associados a abrigos de animais domésticos em área rural do nordeste do estado do Maranhão, Brasil. Revista de Patologia Tropical, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 337-347, jul.;/set. 2012. DOI: https://doi.org/10.5216/rpt.v41i3.20748.

SINAN (Sistema de Informação de Agravos e Notificação). 2020. Ministério da Saúde. Proporção e Listagem de casos de doença de notificação compulsória (DNC) encerrados oportunamente. Brasília: MS, [s.d]. 2015. Disponível em: http://www.portalsinan.saude.gov.br/dados-epidemiologicos-sinan.

TADEI WP, DUTARY THATCHER B. Malaria vectors in the Brazilian Amazon: Anopheles of the subgenus Nyssorhynchus. Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2000. 42:87-94.

TRIPHLEHORN, C. A. E JOHNSON, N. F. 2005. 7.ª ed. of Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. Thomson Brooks/Cole, Belmont.

WHITMAN L, ANTUNES, P.C.A. 1937, Studies on the capacity of various Brazilian mosquitoes, representing the genera Psorophora, Aedes, Mansonia and Culex to transmit yellow fever. Amer. J Trop. Med. 1937; 17:803-823.

18.4.3.6 Ictiofauna

ADOCE. 1997. Termo de referência - Sistema de Gerênciamento do Informações de Recursos Hídricos para Bacia do Rio ***Doce*** ... Belo Horizonte, CPRM, ***1997***.

ALVES, C. B. M., F. VIEIRA, A. L. MAGALHÃES & M. F. G. BRITO. 2007. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects. Pp. 291-314. In: Bert, T. M. (Org.). Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities. 1a. ed. Dordrecht, The Netherlands, Springer, 539p.

AGOSTINHO, A.A. & JÚLIO JR. H.F. 1999. Peixes da bacia do Alto rio Paraná. In Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais (R.H. Lowe-McConnell).Edusp, São Paulo, p. 374-400

AMPLO. 2019. Ampliação da Mina de Alegria. Dados extraídos do BDBio da Vale.

BICHO DO MATO. 2010. Pesquisa, Inventário e Monitoramento da Fauna na área de Inserção do Complexo de Mariana. Dados extraídos do BDBio da Vale.

BIODIVERSITAS. 2007. Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais. Vol. 2. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. Pp. 37-104. Disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/listas-mg>.

BIOMA.2010. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa. Dados extraídos do BDBio da VALE.

BIOMA.2014. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa. Dados extraídos do BDBio da VALE.

BIOMA.2015. Programa de Monitoramento de Fauna da Mina de Água Limpa. Dados extraídos do BDBio da VALE.

BRITSKY, H.A. 1994 A fauna de peixes brasileiros de água doce e o represamento de rios. In: SEMINÁRIO SOBRE A FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO, Rio de Janeiro, 1994. Caderno 1... COMASE/ELETROBRÁS. P.23-30.

CASTRO, R.M.C. & CASATTI, L. 1997. The fish fauna from a small forest stream of the Paraná river Basin, southeastern Brazil. Ichthyol. Explor. Freshw.7: 337-352.

CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais. Série Publicações Técnicas, 10. 158p. 1983.

CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Inventário Hidrelétrico da bacia do rio Doce. Relatório Final dos Estudos Preliminares. Caracterização Ambiental da Bacia do rio Doce. Relatório Final dos Estudos de Erosão Acelerada. 1988.

CHIMELI, A.B. 1994. Economia e meio ambiente: uma investigação sobre a poluição hídrica da bacia do rio Piracicaba. pp. 1-57 In: 6° Prêmio Minas de Economia. Monografias vencedoras. Categoria Universitário. Belo Horizonte, MG,1994.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa de 30 de abril de 2010. Lista de espécies ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais. Disponível em http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13192.

DELPHI PROJETOS E GESTÃO. Estudo de Impacto Ambiental Para Pesquisa Mineral do Projeto Jacutinga. Relatório Técnico. 2009.

DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. & ANTONINI, Y. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação. 2 ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

ESCHMEYER, W.N; FONG, J.D. 2014. Species by family/subfamily. Disponível em: http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFami

FERREIRA, E.J.G. 1984. Ictiofauna da represa hidrelétrica de Curuá-Uma, Santarém, Pará. II – Alimentação e hábitos alimentares das principais espécies. *Amazoniana,* 9(1): 1-16.

GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. & VONO, V. 1999. Peixes da bacia do rio Jequitinhonha. pp. 414-423 In. Lowe-McConnell, R. L. Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Edusp

GUERRA, C.B. 1993. Impactos ambientais na bacia do rio Piracicaba. Belo Horizonte: F.M.V. Editora Gráfica, 1993. 77p.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: http://oldredlist.iucnredlist.org

KARR, J.R. & SCHLOSSER, I.J. 1978. Water resources and the land-water interface. Science 201:229-234

LOWE-MCCONNELL, R. M. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, 381p. 1987.

LUME. 2019. Projeto Atualização do Book IBAMA – Ampliação da Cava de Fábrica Nova. Dados extraídos do BDBio da VALE.

MARQUES BS, BELEI F, SAMPAIO WMS. 2013. Ictiofauna do baixo rio Manhuaçu (bacia do médio rio Doce). Evolução e Conservação da Biodiversidade 4:32-41.

MATTHEWS, W.J. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. New York: Chapman & Hall. 756 p.

MENEZES, N.A. Methods for assessing freshwater fish diversity. In: BICUDO, C.E.M.; MENEZES, N.A. (Eds.). Biodiversity in Brazil. Pp. 289-295. São Paulo, SP: CNPq, 1996.

MMA. 2014. PORTARIA MMA Nº 444, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014. "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção"

MOREIRA, Cristiano Rangel. 2007. Relações Filogenéticas na ordem Characiformes (Ostariophysi, Teleostei) Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia. 468 Pp.

MOYLE, P.B. & LI, H.W. 1979. Community ecolgy and predator-prey relationships in warmwater streams. 171-180. In: H. Clepper. Edt. Predator-prey systems in fisheries management. Sport Fishing Institute, Washington, D.C., Usa.

NELSON, J. S., 2006. Fishes of the World. 4ª edição. John Wiley & Sons. New York. 601p.

NICHO. 2015. Monitoramento da Fauna de Peixes, Aves e Mamíferos nas Áreas de Influência Direta e Indireta da Mina de Água Limpa. Dados extraídos do BDBio da VALE.

PAVANELLI, C.S. & CARAMASCHI, E.P. 1997. Composition of the icthyofauna of two small tributaries of the Paraná river, Porto Rico, Paraná state, Brazil. Ichthyol. Explo. Fresh. 8: 32-31.

SERRA, Jane Piton. 2003. Análise filogenética e revisão taxonômica da *Hasemania* Ellis, 1911 (Characiformes, Characidae). 148f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, letras e Ciências Exatas.

SETE, 2019. Projeto de Sondagem Geológica para Pesquisa Mineral da área Rio Piracicaba 2. Dados extraídos do BDBio da Vale.

UIEDA, V. S. & M. G. BARRETO. 1999. Composição da Ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do Rio Capivara, Bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. Revista Brasileira de Zoociências 1(1):55-67

VALE, 2009. Plano de Manejo RPPN DIOGO. Instituto Ambiental VALE. Curitiba, março de 2019.

VANNOTE, R. L., MINSHALL G. W., CUMMINS K. W., SEDELL J. R. & CUSHING C. E. 1980. The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 37:130–137.VARI, R.P. & MALABARBA, L.R. 1998. Neotropical ichthyology: an overview. In Phylogeny and classification of Neotropical fishes (L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M.S. Lucena & C. A. S. Lucena, eds). Edipucrs, Porto Alegre, p. 1-12.

VARI, R. P., 1998. Higher level phylogenetic concepts within characiformes (Ostariophysi), ahistorical review. Pp: 111-122 em: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. Lucena (eds.), Phylogeny and Classification of neotropical fishes. EDIPUCRS. Porto Alegre.

VARI, R.P. & MALABARBA, L.R. 1998. Neotropical ichthyology: an overview. In Phylogeny and classification of Neotropical fishes (L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M.S. Lucena & C. A. S. Lucena, eds). Edipucrs, Porto Alegre, p. 1-12.

VIEIRA F. 2019 Distribuição, impactos ambientais e conservação da fauna de peixes da bacia do rio Doce. Belo Horizonte. MG Biota,2: 5-22.

VIEIRA, F.; BAUMGRATZ, S. S. O peixe e a pesca no Rio Piracicaba- 2. ed. -- Belo Horizonte: Ecodinâmica Consultores Associados Ltda. 2011.

VIEIRA, F.; GOMES, J. P. C.; MAIA, B. P.; SILVA, L. G. M. Peixes do Quadrilátero Ferrífero – Guia de identificação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 208p. 2015.

VIEIRA, J. l982. Aspectos sinecológicos da ictiofauna de Curuá-Una, represa hidroelétrica da Amazônia Brasileira.- Tese de Livre Docência. Univ. Fed. Juiz de Fora. Minas Gerais. l0'l pp.

WASHINGTON, H. G. 1984. Diversity, biotic and similar indices. A review with special relevence to aquatic ecosystems. *Water Res.* 18(6), 653-694.

WHITTON, B. A. 1975. River ecology. Berkeley, University California. 725 p.

18.4.3.7 Comunidades Hidrobiológicas

AGÊNCIA NACIONAL DO ÁGUAS (Brasil). 2013. Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Doce: relatório executivo / Agência Nacional de Águas. Brasília.

ALLAN, J.D.1995. Stream Ecology-Structure and function of running waters.Kluwer Academic Publishers.388p

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water.Washinton: AWWA/WPCH, 23 th edition.

ARMITAGE, P. D., 1995. Behaviour and ecology of adults. In: The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-Biting Midges (P. D. Armitage, P. S. Cranston & L. C. V. Pinder, ed.), pp. 194-224, London: Chapman & Hall.

BAPTISTA, D. F. 2008. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. Oecologia Brasiliensis 12(3):425-441.

BARBOSA, F. A. R.; BARBOSA & P. M. M.;PAPROCKI, H.. 2014. Macroinvertebrados bentônicos em lagoas do médio Rio Doce - MG: Estrutura e tipos funcionais das comunidades. 2014. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais

BARNES, R.D. 1995. Zoologia dos Invertebrados. 4.ed. ROCA.1177p.

BICUDO, C. E. M. & MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições) – Segunda edição/ organizado por Carlos E. de M. Bicudo, Mariângela Menezes. – São Carlos: RiMa. 502p.

BUSS, Daniel Forsin; OLIVEIRA, Renata Bley; BAPTISTA, Darcílio Fernandes. Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais. Oecologia Brasiliensis, v. 12, n. 3, p. 1, 2008.

CAIRNS Jr., J. & PRATT, J. R., 1993. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates (D. M. Rosenberg & V. H. Resh, ed.), pp. 10-27, New York: Chapman & Hall.

CAO, Y.; WILLIAMS, D. DUDLEY; WILLIAMS, NANCY E. 1998. How important are rare species in aquatic community ecology and bioassessment. Oceanography, v. 43, n. 7,

CETEC. Padronização e Consolidação Metodológica d um Índice Biótico de Qualidade de Água para Ambientes Lóticos: Bacia do Rio Paraíba do Sul. Belo Horizonte, fevereiro de 2007. Relatório Técnico Final (Coord. Patrício, F. C.).

COFFMAN, W.P. 1995. Conclusions - Ecological diversity of the Chironomidae, p.436-447. In: ARMITAGE, P.D., CRANSTON, P.S., PINDER, L.C.V., eds. The CHIRONOMIDAE: biology and ecology of non-biting midges. Chapman & Hall, 572p..

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357/2005. Diário Oficial da União, 18 de março de 2005.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 001/2008. Minas Gerais, 05 de maio de 2008.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. Deliberação Normativa 147/2010. Minas Gerais. 30 de abril de 2010.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. Deliberação Normativa 09/1994. Minas Gerais. 19 de abril de 1994.

COTA, L., GOULART, M., MORENO, P.; CALLISTO, M.. 2002. Rapid assessment of river quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. Verhandlungen der Internationale Vereinigung fur Limnologie, vol. 28, no. 4, p. 1713-1716.

CUMMINS, K.W. 2016. Combining taxonomy and function in the study of stream macroinvertebrates. J. Limnol., 75(s1): 235-241. DOI: 10.4081/jlimnol.2016.1373.

DAJOZ, R. 1973. Ecologia Geral. São Paulo, Vozes. 472p.

DE PAUW, N. & VANHOOREN, G., 1983. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. Hydrobiologia, 100:153-168.

EDMONDSON, W. T.. 1959. Freshwater biology. London, John Willey. 1248 p.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A.. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Universa, Brasília.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M., MAIA-BARBOSA, P.M., BRITO, S. & RIETZLER, A.C. (2005). Zooplankton Biodiversity of Minas Gerais State: Preliminary synthesis of present knowledge. Acta Limnol. Bras. 17(2):199-218.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção. Disponível em < http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/10195-livro-vermelho-da-fauna-ja-esta-disponivel-para-download>

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM.2019. Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2018: resumo executivo anual / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte/MG: 327 p.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: http://oldredlist.iucnredlist.org

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. 1989. The Flood Pulse Concept in River-floodplain Systems. In: DODGE, D.P. Proceeedings of the International Larger River Symposium, Ottawa, Canada. pp. 110-127.

JUNQUEIRA, M. V. FRIEDRICH; W. G. 2007. Padronização e Consolidação Metodológica de um Índice Biótico de Qualidade de Água para Ambientes Lóticos: Bacia do Rio Paraíba do Sul. Belo Horizonte. 2007.

JUNQUEIRA, M. V.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. S.; FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do alto rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados bentônicos. Acta Limnológica Brasiliensia. v. 12, p.73-87. 2000.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1999) Cyanoprokaryota. I. Chroococcales. In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. and Mollenhauer, D., Eds., Süßwasserflora von Mitteleuropa, Begründet von A. PascherBd. 19/3 Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales, Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg & Berlin, 1-548.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1989. Abordagem moderna para o sistema de classificação de cianófitas 4. Nostocales. Arquivo para Hydrobiologie, 82, 247-345.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokaryota, 2: Oscillatoriales. In Süsswasserflora von Mitteleuropa (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, eds.). Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München, v.19, p.1-759.

KOSTE, W.. 1978. Rotatoria. Die radertiere mitteuropas II. Textband GebrüderBorntraeger, Berlin.

LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C.; VELHO, L.F.M.; LIMA, A.F. 1997. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. In: VAZZOLER, A. E. A. de M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). Planície de inundação do Alto rioParaná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 1997. p. 117- 155.

LAUX, M. & TORGAN, L.C. 2011. Diatomáceas com plastídeos no plâncton da foz dos rios do Delta Jacuí, Sul do Brasil: um complemento à taxonomia tradicional. Iheringia, Série Botânica 66: 109-132.

LOBO, E. & LEIGHTON. G. 1986, Estruturas comunitarias de las fitocenozes plakctonicas de los sistemas de desembocaduras y esteros de rios de la zona central de Chile. Rev. Biol. mar, v. 22 (1), p. 1 – 29.

MANDAVILLE, S.M. (2000). Bioassessmente of Freshwaters using Benthic Macroinvertebrates - a Primer. http://www.chebucto.ns.ca/Sciense/SWCS/SWCS.html.

MARK WELCH D. AND MESELSON M. (2000) Evidence for the evolution of bdelloid rotifers without sexual reproduction or genetic exchange. Science 288: 1211–1215.

MATSUMURA-TUNDISI, T., RIETZLER, A.C., ESPÍNDOLA, E.L.G. 1991. Predation on Ceriodaphnia cornuta and Brachionus calyciflorus by two Mesocyclops species coexisting in Barra Bonita Reservoir. Hydrobiologia 198:141-151.

MENEZES,M., BICUDO,C.E.M. & MOURA, C.W.N. 2015. Update of Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. Rodriguésia 66(4): 1047-1062. Available at: http://rodriguesia.jbrj.gov.br. DOI: 10.1590/2175-7860201566408.

MERRIT, R .N., CUMMINS, K. W. 1984. An Indrodution to the Aquatic Insects of North America. [S.l.] :Kentall / Hunt. 706p.

METCALFE, J. L., 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. Environmental Pollution, 60:101- 139.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. 2014. Lista de Espécies Ameaçadas de 2014. Disponível em http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>.

NESSIMIAN, J.L.; VENTICINQUE, E.M.; ZUANON, J.; DE MARCO JÚNIOR, P.; GORDO, M.; FIDELIS, L.; BATISTA, J.D.; JUEN, L. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. Hydrobiologia, 614: 117-131

NIESER,N. & MELO, A. L. 1997 - Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais. Guia Introdutório com chaves de identificação para espécies Nepomorpha e Gerromorpha. Ed. UFMG, 180p.

NOGRADY, T.WALLACE, R.L.N & SNELL, T.W. Rotifera. 1993. Volume 1 : Biology, Ecology and Systematics. Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World.SPB Acad. Publ. The Hague, The Netherlands.

OLIVIER, S. R. 1962. Rotíferos Planctônicos de Argentina. Rev. Mus. de la Plata (n. ser.) sec. zool. 63 tomo VIII.

PAZ, A.; MORENO, P.; ROCHA, L.; CALLISTO, M. 2008 Efetividade de áreas protegidas (APS) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das Velhas (MG). Neotropical Biology and Conservation 3 (3): 149-158.

PENNAK, R.W. 1978. Fresh - water invertebrates of the United States. 2.ed. [S.l.] : A Wiley - Interscience. 783p.

PINDER, L.C.V.. 1983. The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holartic region Introduction. Ent. scand. suppl. v.19, p.7-10.

REID, J. W. (1985) Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Bolm Zool, 9, 17-143.

RIBEIRO LO & UIEDA VS (2005) Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 22 (3):613-618.

RICCI C. (2001) Dormancy patterns in rotifers. Hydrobiologia 446/447: 1–11.

RUTTNER-KOLISCO, A..1974. Plankton rotifers; biology and taxonomy. Die Binnengewasser, Stuttgart, v.26, part 7, Supplement.

SEGERS, H. & DUMONT, H. J. F.. 1995. Rotifer species (Rotifera: Monogononta) in Broa Reservoir (SP, Brazil) on 26 August 1994, with the description of three new species. Hydrobiol, 316, 183-197.

SENDACZ, S.; KUBO, E.. 1982. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. Boletim do Instituto de Pesca, n. 9, p.51-89.

SHANNON, C. E. & WEAVER., 1963, The mathematical Theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, III. 125p.

SMIRNOV, N. N.. 1974. Fauna of the USSR-Crustacea (Chydoridae). Peter Publishing House Ltd., Jerusalém.

SOARES, A. L. C. 2017. Identificação dos corpos d'água mais impactados das bacias dos rios Piracicaba e Paraopeba e cálculo do risco relativo de violação aos limites preconizados pela legislação ambiental. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOUZA, C. P.; CALDEIRA, R. L.; DRUMMOND, S. C.; MELO, A. L.; GUIMARÃES, C. T.; SOARES, D. M. & CARVALHO, O. S. 2001. Geografical distribution of Biomphalaria snails in the state of Minas Gerais, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 96: 293-302.

STRAHLER, A.N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am. Geophys. Un., 38:913-920.

STRIXINO, S.T., STRIXINO, G. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de Identificação e Diagnose dos gêneros. São Carlos: PPG-ERN/ UFSCAR. 229p.

TIMMS, R. M. and MOSS, B.. 1984. Prevention of growth of potentially dense phytoplankton populations by zooplankton grazing, in the presence of zooplanktivorous fish, in a shallow wetland ecosystem. Limnol Oceanogr, 29, 472-486.

VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R. & C.E.CUSHING, 1980. The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37:130-137.

VIDIGAL T. H. D. A.; M. M. G. S. M. MARQUES; H. LIMA & F. A. R. BARBOSA. 2005. Gastrópodes e bivalves límnicos do trecho médio da bacia do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. Lundiana 6(supplement):67-76.

18.4.4 Considerações a Respeito do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006

COPAM, 2010. DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM Nº 147, DE 30 DE ABRIL DE 2010 aprova Lista das Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais: Lista Vermelha da Fauna de Minas Gerais.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: http://oldredlist.iucnredlist.org

LEITE, F.S.F., PEZZUTI, T.L., GARCIA, P.C.A. Anfíbios anuros do Quadrilátero Ferrífero. Acessível em http://saglab.ufv.br/aqf/. Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Minas Gerais, Brasil. 2019b.

LEITE, F.S.F; JUNCÁ, F.A.; ETEROVICK, P.C. 2018. Status do Conhecimento, Endemismo e Conservação de Anfíbios anuros da Cadeia do Espinhaço, Brasil. Megadiversidade, 4(1-2): 158-176.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014. Portaria nº 444, de 17 de Dezembro de 2014. Reconhece como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção" - Lista, conforme Anexo I da presente Portaria, em observância aos arts. 6o e 7o, da Portaria no 43, de 31 de janeiro de 2014. Disponível em: http://www.mma.gov.br.

SETE, 2021. Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Expansão Cava Morro Agudo, da PDE Nova Cururu, da Tancagem do Posto da Mina Água Limpa e implantação da Pilha de rejeito/estéril (PDER) Água Limpa.

SILVEIRA, A.L.S., RIBEIRO, L.S.V.B., DORNAS, T.T., FERNANDES, T.N. Anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico. Editora Rupestre, Belo Horizonte. 2019.

SPECIES-LINK - Coleção "Célio F. B. Haddad" (CFBH), Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (FNJV), Coleção de Anfíbios MBML (MBML-Anfibios), Coleção de Herpetologia (MCNAM), Coleção de Tecidos Animais do Departamento de Ciências Biológicas da UFES (UFES-CTA), Coleção de Anfíbios do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG (UFMG-AMP), Coleção de Girinos do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG (UFMG-GIR), Coleção de Anfíbios do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC-AMP) disponível na rede speciesLink (http://www.splink.org.br) em 12 de Março de 2021 às 11:38.

18.5 Meio Socioeconômico e Cultural

ANA – Agência Nacional de Águas. Atlas Brasil Abastecimento Urbano de Águas. Disponível em: < http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est>. Acesso em: 07/07/2020a.

ANA – Agência Nacional de Águas. Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Disponível em: < http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 07/07/2020b.

ANM – Agência Nacional de Mineração. Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios. Maiores Arrecadadores CFEM. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx>. Acesso em: Acesso em 09/10/2020.

AUDINO, V. Elaboração de um instrumento sobre a percepção ambiental da população urbana para a sustentabilidade de cidades. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Ouro Preto. 2017.

BARNETT, Vic. Comparative statistical inference. 3nd ed. New York: John Wiley e Sons, 1999.

CNM – Confederação Nacional de Municípios. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/>. Acesso em: 07/07/2020.

CONSELHO DELIBERATIVO MUNICIPAL DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE SANTA BÁRBARA/MG. Disponível em: <HTTPS://CONSELHOPATRIMONIOSB.WIXSITE.COM/PATRIMONIOCULTURAL>. ACESSO EM 08/07/2020.

ENGECORPS ENGENHARIA. ELABORAÇÃO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSBS) DOS MUNICÍPIOS DE ANTÔNIO DIAS, BELA VISTA DE MINAS, JAGUARAÇU, MARLIÉRIA, NOVA ERA E RIO PIRACICABA. PRODUTO 3 – DIAGNÓSTICO TÉCNICO - PARTICIPATIVO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO. MUNICÍPIO: RIO PIRACICABA. JUNHO/2015. DISPONÍVEL EM <HTTP://WWW.CBHPIRACICABAMG.ORG.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/2014/04/1246-IBA-06-SA-RT-0003-R4_RIOPIRACICABA.PDF>. ACESSO EM 29/09/2020.

FERNANDES. Roosevelt. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. Disponível em <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT10/roosevelt_fernandes.pdf> acesso em 05/11/2018.

FIRJAN - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM). Disponível em: <http://www.firjan.com.br/ifdm/> Acesso em 13/07/2020.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. Comunidades Remanescentes de Quilombolas – CRQs. Disponível em: < http://www.palmares.gov.br/?page_id=37551> Acesso em 08/07/2020.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit Habitacional Municipal no Brasil 2010. Disponível em: < http://novosite.fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>. Acesso em 07/07/2020.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO – FUNAI. Terras indígenas. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em 08/07/2020.

GOMES, Marcos Afonso Ortiz; POMPÉIA, Sílvia. Projeto com Participação: Diagnóstico e Caracterização Socioambiental. Abril, 2004.

GOOGLE STREET VIEW. Disponível em: <https://www.google.com/streetview/>. Acesso em: 25/09/2020.

HERÉDIA, Vania B. M.; TRONCA, Bruna. Patrimônio Industrial e Turismo: A Vila Operária de Galópolis, Caxias do Sul, RS. Revista Rosa dos Ventos – Turismo e Hospitalidade, 8(III), pp. 343-357, jul-set, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.18226/21789061.v8i3p343

HUDELSON, P. M. (1994) Qualitative research for health programmes. Geneva: Division of Mental Health – WHO.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 1991 Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censodem/default_censo1991.shtm>. Acesso em: Acesso em 13/07/2020d.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 1980 Disponível em: <http://www.biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=771>. Acesso em: Acesso em 13/07/2020e.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 1970 Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=769>. Acesso em: Acesso em 13/07/2020f.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário de 2017 Disponível em: < https://censoagro2017.ibge.gov.br/ >. Acesso em: 13/07/2020a.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>. Acesso em: 13/07/2020b.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>. Acesso em: Acesso em 13/07/2020c.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidade. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: Acesso em 13/07/2020g.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da População. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/estimapop/tabelas>. Acesso em Acesso em 13/07/2020h.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2015. Nº. 10. IBGE, 2015. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>. Acesso em: 16/07/2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>. Acesso em: Acesso em 13/07/2020l.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Comunicados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques/27161-censo-2020-adiado-para-2021.html>. Acesso em: Acesso em 10/11/2020m.

IEPHA - INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO DE MINAS GERAIS. Disponível em: <http://www.iepha.mg.gov.br/>. Acesso em: 08/07/2020.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Sinopses Estatísticas da Educação Básica. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica >. Acesso em: 13/07/2020a.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. IDEB. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/ideb> Acesso em: 13/07/2020b.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. Painel dos Assentamentos. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em 08/07/2020.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Atlas da Vulnerabilidade Social. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/ivs/> Acesso em: 07/07/2020.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126>. Acesso em: 08/07/2020.

LACORTE, S., & GALVÃO, A. (2007). Processos de aprendizagem de músicos populares: um estudo exploratório. Revista da ABEM,, 17, pp. 29-38.

MARTIN, A. A.; LIMA, A.P. Individuação, percepção, ambiente: Merleau Ponty e Gilbert Simondon. Educação em Revista: Belo Horizonte, v.25, nº3, p. 265 – 281. Dezembro, 2009.

MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 07/07/2020.

MELO, A.S. Conflitos Socioambientais e Mineração: Territorialidades e Desenvolvimento em Rio Piracicaba – MG. Monografia apresentada à disciplina GEO 484 – Monografia – como exigência parcial para obtenção do grau de bacharel em Geografia, pela Universidade Federal de Viçosa. VIÇOSA, 2017.

MINAS GERAIS. Disponível em:< http://www.minasgerais.com.br/pt>. Acesso em: 08/07/2020.

MINAYO, M. (1996). Pesquisa social:Teoria, método e criatividade (6a ed.). Petrópolis: Vozes.

MINISTÉRIO DA CIDADANIA. Relatório de Programas e Ações. Disponível em: <https://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/RIv3/geral/index.php>. Acesso em: 08/07/2020.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. RAIS - Relação Anual de Informações Sociais. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>. Acesso em 07/07/2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Sistema de Regulamentação do Ensino Superior. Disponível em:<http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 14/07/2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES. Disponível em: < http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0204&id=6906>. Acesso em 16/06/2020a.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS). Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=6927&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/nr>. Acesso em 16/06/2020b.

MORAES, R. Análise de conteúdo. Revista Educação, Porto Alegre, v.22, n.37, p.7-32,1999.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; FJP - Fundação João Pinheiro. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>. Acesso em: 07/07/2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO PIRACICABA. Disponível em: < https://www.riopiracicaba.mg.gov.br/index.php/cidade/historia-da-cidade>. Acesso em: 19/08/2020a.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO PIRACICABA. Disponível em: < https://www.riopiracicaba.mg.gov.br/index.php/cidade/associacoes>. Acesso em: 19/08/2020c.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO PIRACICABA. Disponível em: <https://www.riopiracicaba.mg.gov.br/index.php/cidade/cultura>. Acesso em: 09/05/2020b.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA-MG. Disponível em: < https://www.santabarbara.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/meio-ambiente-agricultura-e-desenvolvimento-sustentavel/6505 />. Acesso em: 19/08/2020a.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA-MG. Disponível em: < https://www.santabarbara.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/desenvolvimento-mobilizacao-e-protecao-social/68576>. Acesso em: 13/07/2020b.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA BÁRBARA-MG. Disponível em: < https://www.santabarbara.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/meio-ambiente-agricultura-e-desenvolvimento-sustentavel/6505>. Acesso em: 13/07/2020c.

RABELO, A.M. Qualidade ambiental e mineração: percepção de moradores de Carmo da Mata/MG. Pesquisa em Educação Ambiental, v.12, n.1, p. 129-145, 2017

SETE SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL. Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Projeto de Sondagem Geotécnica Rio Piracicaba 2. Mina Água Limpa, Rio Piracicaba – MG. Vale S.A.. Belo Horizonte. Novembro de 2019.

SILVA, E.F. Diferentes reconfigurações para o objeto livro: a potencialidade do e-book no meio acadêmico. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Fumec. 2020.

SEJUSP - Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública. Disponível em: < http://www.seguranca.mg.gov.br/politica-de-privacidade/page/2500-estatisticas-criminais>. Acesso em: 09/10/2020.

SOCIAL DO SINVAL. Disponível em: <http://www.socialdosinval.com.br/portfolio/passeios-do-sinval/aterro-sanitario-de-joao-monlevade>. Acesso em: 09/10/2020.

TOTAL MEIO AMBIENTE. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Projeto de Expansão Oeste da Mina de Água Limpa. Complexo Minas Gerais. Mina de Água Limpa, Municípios de Rio Piracicaba e Santa Bárbara/MG. Volume III. Estudo Ambiental elaborado para a Vale S/A, Belo Horizonte, Julho de 2015.

TOTAL MEIO AMBIENTE. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Projeto Ampliação Morro Agudo – Mina de Água Limpa, Município de Rio Piracicaba/MG. Volume II-B-I. Estudo Ambiental elaborado para a Vale S/A, Belo Horizonte, Dezembro de 2018.

TESOURO NACIONAL. Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. Disponível em: <https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf>. Acesso em 07/07/2020.