



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

ESTRUTURA DE CONTENÇÃO A JUSANTE (ECJ) B3/B4, BARRAGEM
B3/B4. MINA MAR AZUL, NO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA, MG.

CL-HC-1085-EIA-001-VOL-I

OUTUBRO | 2022





APRESENTAÇÃO

A CLAM Meio Ambiente foi contratada pela Vale S.A. para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) em atendimento à decisão liminar proferida no âmbito da Ação Civil Pública - ACP, processo no. 5130098-78.2020.8.13.0024, que tramita na 5ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias de Belo Horizonte e a subsequente convocação para a regularização ambiental da Estrutura de Contenção de Jusante – ECJ (*Backup Dam*) implantada emergencialmente como medida de segurança da barragem de contenção de rejeitos de mineração B3/B4 – Empreendimento Mina de Mar Azul, processo no. 1080.01.0061600/2020-93. A área de atividade contemplada neste estudo está localizada no município de Nova Lima, em Minas Gerais.

Em atendimento ao ofício SEMAD/SURAM nº. 69/2021

“O licenciamento ambiental da ECJ deverá observar o disposto no art. 35 do decreto no. 47.383, de 2018, devendo as estruturas citadas acima serem enquadradas no código “E-05-01-1 Barragens ou bacias de amortecimento de cheias” constante no Anexo Único da Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam – no. 217, de 6 de dezembro de 2017, tendo em vista que na norma não existe código específico para ECJs.”

A ECJ B3/B4 do empreendimento Mina de Mar Azul é uma estrutura formada por enrocamento dotada de um núcleo de areia e na região do fundo do vale possui um dreno de blocos de rocha selecionados para reter rejeitos em um cenário hipotético de ruptura da barragem B3/B4, nível 3, durante as obras e trabalhos de descaracterização das mesmas. A ECJ foi concebida e construída de forma emergencial e acompanhada pelas empresas de auditoria independentes que fazem parte dos Termos de Compromisso firmados com o Ministério Público de Minas Gerais. A estrutura aumenta a segurança das pessoas que vivem em comunidades próximas e do meio ambiente e protege as áreas a jusante.

A regularização ambiental das estruturas supramencionadas deverá ser realizada:

“conforme determinado no acordo judicial firmado entre SEMAD e Ministério Público, para supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica em estágio médio ou avançado de regeneração.”

Sendo assim, o presente documento visa apresentar o EIA da ECJ B3/B4 desenvolvido com base no “Termo de Referência para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para Atividades ou Empreendimentos com Necessidade de Corte ou Supressão de Vegetação do Bioma Mata Atlântica, seguindo as diretrizes do Art. 32 da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, corroborado pelo Termo de Acordo da Mata Atlântica (Ação Civil Pública nº 0581752-37.2014.8.13.0024) assinado



pelo Estado de Minas Gerais (compromissário) em 20 de setembro de 2021.

Os estudos ambientais ora apresentados foram conduzidos por equipe multidisciplinar de profissionais, que realizou os levantamentos afetos a cada tema apresentado no EIA, procedendo à integração dos temas estudados na região de inserção das intervenções realizadas de acordo com as características do projeto de engenharia.

Deste modo, foi possível identificar e avaliar os impactos ambientais associados a seu planejamento, implantação e operação, assim, propor um conjunto de medidas e ações socioambientais consideradas como necessárias à prevenção, controle, mitigação e/ou compensação de impactos negativos, assim como à potencialização de impactos positivos, em relação às interferências ambientais identificadas e prognosticadas nos temas referentes aos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural.



VOLUMES

O Estudo de Impacto Ambiental da Estrutura de Contenção de Jusante B3/B4 é composto por 6 (seis) volumes, sendo este documento o VOLUME I, que consiste nas informações sobre a localização e acessos, legislação ambiental, dados de identificação da empresa responsável pela intervenção, informações do local da intervenção e da empresa consultora responsável pela elaboração dos estudos, legislação ambiental, estudo de alternativas locacionais e tecnológicas e demais informações necessárias à compreensão do empreendimento, como a sua caracterização.

Volume I	Introdução
	Localização e acessos
	Legislação ambiental
	Identificação do empreendedor e da empresa de consultoria
	Estudo de alternativas locacionais e tecnológicas
	Caracterização da intervenção
	Referências
Volume II	Diagnóstico Ambiental do Meio Físico
	Área de Estudo do Meio Físico
	Clima e Meteorologia
	Qualidade do Ar
	Ruído Ambiental
	Geologia
	Geomorfologia
	Hidrogeologia
	Espeleologia
	Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Superficiais
	Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Subterrâneas
	Referências
Volume III	Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico
	Área de Estudo do Meio Biótico
	Flora regional
	Flora local
	Fauna Terrestre e Biota Aquática
	Referências



Volume IV	Diagnóstico Ambiental do Meio Socioeconômico
	Área de Estudo
	Contextualização Regional
	Contextualização Local
	Propriedades
	Caracterização das comunidades ao entorno
	Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental
	Referências
Volume V	Serviços Ecossistêmicos Associados à Vegetação Nativa
	Passivos Ambientais
	Avaliação de Impactos
	Definição das Áreas de Influência
	Programas de Mitigação, Monitoramento, Compensação e Recuperação
	Prognóstico Ambiental
	Conclusão
	Equipe Técnica
Volume VI	Anexos



ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Localização e acessos	15
1.2	Legislação ambiental	17
1.2.1	Legislação Normativa Federal	17
1.2.2	Legislação Normativa Estadual aplicável	19
1.2.3	Legislação Normativa Municipal aplicável	21
2	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA DE CONSULTORIA.....	27
2.1	Identificação da empresa responsável pela intervenção.....	27
2.2	Informações do local de intervenção.....	27
2.3	Identificação da empresa responsável pela elaboração do EIA/RIMA	28
3	ESTUDO DE ALTERNATIVAS.....	29
3.1	Alternativas locacionais	29
3.2	Alternativas tecnológicas	30
3.3	Alternativa zero.....	30
4	CARACTERIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO	31
4.1	Estrutura de Contenção a Jusante.....	31
4.2	Fase de planejamento	32
4.2.1	Propriedades	33
4.2.2	Levantamentos topográficos, cadastrais	35
4.2.3	Estudos Hidrológicos.....	35
4.2.4	Estudos Geológicos-Geotécnicos	35
4.3	Fase de implantação.....	43
4.3.1	Ensacadeira.....	50
4.3.2	Seções do maciço.....	50
4.3.3	Dreno de Fundo	53
4.3.4	Estrutura de tomada	55
4.3.5	Sistema extravasor	55
4.3.6	Supressão vegetal	58
4.3.7	Estruturas de apoio	59
4.3.8	Aspectos ambientais	64
4.3.9	Cronograma de instalação.....	68
4.4	Fase de operação	68
4.4.1	Cenário 1	68
4.4.2	Cenário 2	71
4.4.3	Cenário 3	72
4.4.4	Regularização ambiental em cenário de ruptura	74
4.4.5	Estruturas para complementar a capacidade de descarga da ECJ	78
4.4.6	Procedimento de inspeção e monitoramento	97
4.4.7	Cronograma de Operação	105
4.5	Fase de Descomissionamento	105



LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 - Principais Estruturas da barragem B3/B4	10
Figura 1-2 - Estrutura de CONTENÇÃO a Jusante B3/B4	12
Figura 1-3 - Localização da Área de Intervenção e acessos	16
Figura 4-1 - Arranjo esquemático da ECJ B3/B4	31
Figura 4-2 - Estrutura de CONTENÇÃO a Jusante B3/B4	32
Figura 4-3 - Imóveis rurais na Área Diretamente Afetada (ADA).....	34
Figura 4-4 - Sondagens mistas realizadas em 2019	37
Figura 4-5 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 1.....	38
Figura 4-6 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 2.....	38
Figura 4-7 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 3.....	39
Figura 4-8 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 4.....	39
Figura 4-9 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 5.....	39
Figura 4-10 – Representação Boxplot dos valores obtidos dos ensaios de compressão uniaxial dos maciços rochosos são	40
Figura 4-11 - Localização da Estrutura de CONTENÇÃO e áreas acessórias (Clam, 2022)	44
Figura 4-12 – Arranjo Geral da Estrutura de CONTENÇÃO (Geostavel, 2021)	46
Figura 4-13 – Seção Típica do Dreno de Fundo (Geostavel, 2021)	47
Figura 4-14 – Perfil longitudinal do dreno de fundo (Geostavel, 2021)	47
Figura 4-15 - Perfil longitudinal do Extravasor (Geostavel, 2021).....	48
Figura 4-16 - Perfil longitudinal do muro de gravidade (Geoestável, 2019)	51
Figura 4-17 - Detalhe típico do contato das estruturas de concreto com o aterro (Geoestável, 2019) ..	51
Figura 4-18 – Seção típica da estrutura de contenção a montante do núcleo. (Geoestável, 2019).....	51
Figura 4-19 – Detalhe típico de ancoragem dos geossintéticos (Geoestável, 2019)	52
Figura 4-20 - Representação esquemática dos geossintéticos aplicados. (Geoestável, 2019).....	52
Figura 4-21 – Seção típica da estrutura de contenção a montante do núcleo. (Geoestável, 2019).....	52
Figura 4-22 – Participação de empresas da região metropolitana no fornecimento de material para construção da ECJ B3/B4 (NERI et al., 2021).....	53
Figura 4-23 - Curva Cota X Volume do reservatório da contenção de jusante a partir da cota do emboque do dreno de fundo.....	54
Figura 4-24 – Curva Cota X Volume do reservatório da contenção de jusante a partir da cota do emboque do dreno de fundo.....	54
Figura 4-25 – Perfil do Eixo do Muro de Gravidade (Geoestável, 2019)	55
Figura 4-26 - Planta do sistema extravasor de emergência da ECJ B3/B4 (Geoestável, 2019)	56
Figura 4-27 - Planta do sistema extravasor de emergência da ECJ B3/B4 (Geoestável, 2019)	57
Figura 4-28 - Planta do sistema extravasor de emergência da ECJ B3/B4 (Geoestável, 2019)	57
Figura 4-29 - Seção transversal da geometria de acesso (Total, 2020)	60



Figura 4-30 - Construção do acesso (Vale, 2019).....	60
Figura 4-31 – Canteiro de obras da obra de Estrutura de Contenção B3/B4 (Total, 2020)	61
Figura 4-32 - Localização das áreas de disposição de material (Total, 2020)	63
Figura 4-33 – Exemplo de coletores de resíduos – Canteiro de obras (Vale, 2022)	67
Figura 4-34 – Exemplo de Depósito Intermediário de Resíduos (Vale, 2022)	67
Figura 4-35 – Exemplo de hidrossemeadura em talude (Vale, 2022)	67
Figura 4-36 – Exemplo de aplicação da Biomanta em talude (Vale, 2022).....	67
Figura 4-37 - Fluxograma para acionamento das sirenes na ZAS da barragem B3/B4.	75
Figura 4-38 - Mapa da mancha de inundação da barragem B3/B4 considerando a ECJ.	76
Figura 4-39 - Croquis de dimensionamento de sifões. (Pinheiro, 2011).....	81
Figura 4-40 - Solução em túnel tubular	83
Figura 4-41 - Diagrama topológico do sistema hidrológico analisado (HEC-HMS 4.2.1).....	84
Figura 4-42 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 50 anos.....	90
Figura 4-43 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ - TR 100 anos.....	90
Figura 4-44 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 200 anos	91
Figura 4-45 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 500 anos	91
Figura 4-46 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 50 anos – Wilkins	94
Figura 4-47 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 100 anos – Wilkins	94
Figura 4-48 – Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 200 anos – Wilkins.....	95
Figura 4-49 – Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 500 anos – Wilkins.....	95
Figura 4-50 - Localização dos marcos superficiais (5 na crista e 2 nas ombreiras) e dos alinhamentos com régua linimétrica (alinhamentos na cor magenta). (Geoestável, 2021)	99



LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1 Histórico de comunicados emergenciais e respectivas regularizações	13
Tabela 1-2 - Legislações aplicáveis	23
Tabela 4-1 - Propriedades que possuem intervenção com o Projeto	33
Tabela 4-2 Campanhas de Sondagem realizadas	36
Tabela 4-3 - Campanhas de Sondagem realizadas	37
Tabela 4-4 - Parâmetros geotécnicos adotados para os maciços rochosos e terrosos	42
Tabela 4-5 -Dados Gerais da Contenção a Jusante	48
Tabela 4-6 - Materiais de construção	53
Tabela 4-7 - Síntese do Trânsito de Cheias no Reservatório da ECJ	58
Tabela 4-8 - Áreas mapeadas para intervenção necessárias à construção da ECJ B3/B4	59
Tabela 4-9 - Equipamentos utilizados para a execução do projeto	64
Tabela 4-10 - Resumo dos resultados ECJ - Calibrada	79
Tabela 4-11 - Resumo dos resultados ECJ - Wilkins	79
Tabela 4-12 - Tempos médios de permanência acima da El. 877,0m	80
Tabela 4-13 - Risco Hidrológico ao longo dos anos de operação	80
Tabela 4-14 - Resumo dos Resultados - Cenário 1	85
Tabela 4-15 - Curva Cota x Descarga com Seis Linhas de Túneis de \varnothing 2m	86
Tabela 4-16 - Resumo dos Resultados - Cenário 2	88
Tabela 4-17 - Curva Cota x Descarga com Três Linhas de Túneis de \varnothing 2m	89
Tabela 4-18 - Resumo dos Resultados - Cenário 3	91
Tabela 4-19 - Tempos médios acima da El. 877,0m	92
Tabela 4-20 - Curva Cota x Descarga com Três Linhas de Túneis de 2m \varnothing – Wilkins	92
Tabela 4-21 Resumo dos Resultados - Cenário 3 – Wilkins	95
Tabela 4-22 - Tempos médios acima da El. 877,0m	96
Tabela 4-23 - Instrumentação prevista para a ECJ	98
Tabela 4-24 – Frequência de Monitoramento	99
Tabela 4-25 - Tarefas a serem realizadas quando do monitoramento	100
Tabela 4-26 - Ações Preventivas antes do Período Chuvoso	104
Tabela 4-27 - Equipamentos utilizados para a operação do projeto	105

1 INTRODUÇÃO

A CLAM Meio Ambiente foi contratada pela Vale S.A. para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) visando subsidiar a regularização da Estrutura de Contenção a Jusante (ECJ), implantada emergencialmente como medida de segurança da barragem de contenção de rejeitos de mineração B3/B4 - Empreendimento Mina de Mar Azul, processo SEI nº. 1080.01.0061600/2020-93.

A barragem B3/B4 está inserida no Complexo Minerador Paraopeba, localizada no município de Nova Lima – Minas Gerais. A barragem é de propriedade da Vale S.A e foi construída pelo método de alteamento à montante, fazendo-se necessário aplicar as responsabilidades descritas na Lei Ordinária Estadual nº 23.291/2019, ficando o empreendedor responsável pela efetivação da descaracterização das barragens.

A B3/B4 (Figura 1-1) encontra-se atualmente em Nível 3 de Emergência, e por este motivo, considerando a situação relevante de estabilidade geotécnica da barragem, além da elaboração do projeto de descaracterização da barragem B3/B4, foi elaborado também o projeto para implantação da Estrutura de Contenção a Jusante, para mitigar os impactos de uma hipotética ruptura.



Figura 1-1 - Principais Estruturas da barragem B3/B4

Fonte: Geoestável, 2019



De acordo com o projeto de descaracterização da barragem de rejeito elaborado pela empresa Geoestável Consultoria e Projetos, e protocolado em 10/06/2020, em atendimento ao Termo de Referência emitido pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), a descaracterização da barragem B3/B4 consiste na remoção total do rejeito e dos diques de partida e alteamento. Porém, como os fatores de segurança não atendiam a legislação vigente à época, no que tange à segurança de barragens, fez-se necessário a implantação de obras preliminares para possibilitar a realização de intervenções na estrutura.

As obras preliminares foram realizadas para favorecer a estabilidade e segurança da barragem e do seu entorno, possibilitando a continuidade de intervenção. Obras como: implantação do reforço no maciço por enrocamento de rocha, no pé da barragem B3/B4, um canal periférico com bacia de contenção de sedimentos (*sump* escavado), poços profundos e superficial cuja finalidade é reduzir o aporte de água subterrânea para o reservatório, acessos para os equipamentos das obras e execução do recuo inicial da pilha de estéril X, além da construção da Estrutura de Contenção a Jusante.

Destaca-se que os processos de regularização ambiental das intervenções supracitadas, as obras preliminares à descaracterização, com exceção da ECJ e estruturas acessórias, decorrem de forma distinta ao do presente estudo. Estas intervenções foram aqui apresentadas exclusivamente com o objetivo de contextualizar o conjunto de intervenções que integram as obras emergenciais para a descaracterização da barragem B3/B4 localizada na Mina Mar Azul.

O presente Estudo de Impacto Ambiental abarca as intervenções que se fizeram necessárias para a construção da Estrutura de Contenção a Jusante – ECJ B3/B4, cujo objetivo é a contenção de um eventual colapso de estrutura da Mina Mar Azul, durante seu processo de descaracterização.



Figura 1-2 - Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4

Fonte: Vale S.A

No ano de 2020 foram concluídas a aproximadamente 8 km da barragem, as obras emergenciais de implantação da ECJ, e para permitir a execução da obra, foi necessário a supressão de vegetação nativa, tendo como destaque a presença de trechos que podem ser classificados como de Mata Atlântica, do tipo Floresta Estacional Semidecidual, em estágio médio/avançado de regeneração. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o histórico de comunicados de obras emergenciais, referentes às intervenções ambientais e respectivas regularizações.



Tabela 1-1 Histórico de comunicados emergenciais e respectivas regularizações

Comunicados emergenciais e protocolo de regularizações B3/B4					
Comunicado				Regularização	
COE	Referência	Destino	Data	Referência	Data
1	CA-1850MZ-G-00047 (151/2019)	SUPRAM	29/05/2019	CA-1850MZ-G-00068	26/08/2019
	CA-1850MZ-G-00048 (150/2019)	IEF	29/05/2019		
	CA-1850MZ-G-00049 (149/2019)	FEAM	30/05/2019		
2	CA-1850MZ-G-00063 (192/2019)	FEAM	17/06/2019		
	CA-1850MZ-G-00062 (193/2019)	IEF	17/06/2019		
	CA-1850MZ-G-00061 (194/2019)	SUPRAM	17/06/2019		
3	CA-1850MZ-G-00065 (002/2019)	IEF	19/07/2019		
	CA-1850MZ-G-00064 (002/2019)	FEAM	19/07/2019		
	CA-1850MZ-G-00066 (002/2019)	SUPRAM	19/07/2019		
4	CA-1850MZ-G-00031	IEF	18/12/2019	Abertura de solicitação SLA SUPRAM nº 2020.03.01.003.0000812 (em 13/03/2020)	13/03/2020
	CA-1850MZ-G-00032	SUPRAM	17/12/2019		13/03/2020
	CA-1850MZ-G-00033	FEAM	18/12/2019		13/03/2020

Contextualização inicial das obras emergenciais relacionadas à Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4.

Este documento técnico consiste no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado pela CLAM Meio Ambiente em atendimento ao ofício SEMAD/SURAM nº. 69/2021 para fins de regularização das intervenções ambientais relacionadas à implantação da Estrutura de Contenção a Jusante (ECJ) localizado na Mina Mar Azul no município de Nova Lima no Estado de Minas Gerais.

A Estrutura de Contenção a Jusante (ECJ) foi instalada para conter o rejeito da barragem B3/B4, em caso de rompimento dessa estrutura durante as obras de descaracterização, tendo como finalidade minimizar os impactos e aumentar o nível de segurança na região.

Essas estruturas foram implantadas com o objetivo de propiciar mecanismos técnicos, legais e administrativos para reduzir os danos sociais e ambientais em um cenário hipotético de rompimento da barragem B3/B4 visto que a mesma, está categorizada como nível de alerta 3.

Sendo assim, conforme a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, corroborada pelo Termo de Acordo da Mata Atlântica (Ação Civil Pública nº 0581752 -37.2014.8.13.0024) assinado pelo Estado de Minas Gerais (compromissário) em 20 de setembro de 2021, este documento



apresenta o Estudo de Impacto Ambiental da Estrutura de Contenção a Jusante (ECJ) B3/B4, tendo sido desenvolvido com base no “Termo de Referência (TR) para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) emitido pelo SISEMA em 20 de dezembro de 2021. O TR supracitado foi elaborado exclusivamente em função da Lei Federal nº 11.428, 22 de dezembro de 2006.

Por fim, destaca-se que o EIA é acompanhado pelo seu respectivo RIMA, em arquivo à parte, conforme previsto na legislação ambiental vigente, em especial a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 01/1986.

Premissas específicas do Estudo de Impacto Ambiental

Considerando as especificidades e particularidades deste Estudo de Impacto Ambiental e do objeto de licenciamento consideram-se as seguintes premissas:

- O Estudo abarca as atividades, aspectos e impactos referentes à construção da Estrutura de Contenção a Jusante – ECJ B3/B4 nas fases de planejamento, instalação, operação.
- O licenciamento ambiental busca a regularização referente às áreas intervindas pela ECJ e atividades desenvolvidas ao longo do seu ciclo de vida e, os assuntos referentes a situações de emergência são tratados no âmbito do PAEBM;
- Por não existir código de atividade para Estrutura de Contenção a Jusante, a atividade foi enquadrada pela SEMAD/SURAM no código E-05-01-1 “Barragens ou bacias de amortecimento de cheias”.
- O critério de enquadramento para barragem de amortecimento de cheias é realizado por meio de “área alagada ao nível máximo de cheia”, conforme DN COPAM 217/2017. NO entanto, no caso da ECJ, a premissa é que a estrutura fique a maior parte do tempo vazia (Manual de Operação - MO-1850MZ-X-00001), deixando toda água afluyente passar pelas comportas (não é previsto fechamento de comportas para eventos de chuva). Sendo assim, apenas para enquadramento na referida Deliberação Normativa, utilizou-se a área de reservatório ocupada pelo rejeito a montante da ECJ;
- A implantação da ECJ não pressupõe a intervenção nas áreas a montante que seriam ocupadas por rejeito num cenário hipotético de rompimento da barragem B3/B4;
- Devido ao risco iminente de ruptura (nível 3 de emergência), houveram restrições de trabalho na Zona de Autossalvamento – ZAS (compreendida entre a barragem B3/B4 e a ECJ), fato que restringiu coleta de dados primários para diagnósticos;
- O prazo para o protocolo de formalização do EIA de 270 dias não foi suficiente para que os estudos que exigem campanhas abarcando a sazonalidade fossem possíveis de serem executadas integralmente;
- O Capítulo 4 deste estudo caracteriza as intervenções tendo como referências os projetos de engenharia fornecidos pela Vale S.A., sob responsabilidade técnica das



empresas contratadas para tal;

- As Áreas de Estudo foram delimitadas em grande medida tendo como base a abrangência da malha amostral de levantamentos já realizados na região;
- Este estudo foi desenvolvido majoritariamente a partir de informações de monitoramentos ou levantamentos pré-existentis realizados na região de interesse.
- Quanto à flora, o EIA se ampara em dados obtidos nas áreas de intervenção para as obras por meio de estudos anteriores elaborados para apresentação de informações para regularização ambiental (PUP TOTAL2020).

Nessa perspectiva, a avaliação de impactos ambientais se restringe à identificação, prognóstico e avaliação dos efeitos e impactos gerados por atividades inerentes à supressão de vegetação nativa em estágio médio de regeneração, e das intervenções associadas.

1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A mina mar Azul, encontra-se na porção sul do estado de Minas gerais, no município de Nova Lima.

A estrutura de contenção está situada no local de coordenadas UTM aproximadas 614.000 mE / 7.784.200 (SIRGAS 2000, Zona 23K) à aproximadamente 8 km a jusante do local da barragem B3/B4, na cabeceira do córrego Fechos que é afluente do ribeirão dos Macacos, o qual deságua no rio das Velhas. As obras emergenciais ocorrerão no distrito do município de Nova Lima denominado São Sebastião das Águas Claras, popularmente conhecido como Macacos.

O acesso principal pode ser feito a partir de Belo Horizonte, na altura do bairro Olhos D'água, seguindo pela rodovia federal BR-040 sentido Rio de Janeiro/RJ, percorrendo cerca de 6 km até o trevo que dá acesso ao distrito de São Sebastião das Águas Claras (Macacos). A partir desse ponto, após realizar o contorno do trevo, percorre-se cerca de 500 metros até a portaria da mina Mar Azul. A barragem B3/B4 está localizada a cerca de 2 km da referida portaria e as obras emergenciais (estruturas de contenção) situam-se a cerca de 8 km a jusante da barragem B3/B4. A localização e as vias de acesso podem ser visualizadas na Figura 1-3.

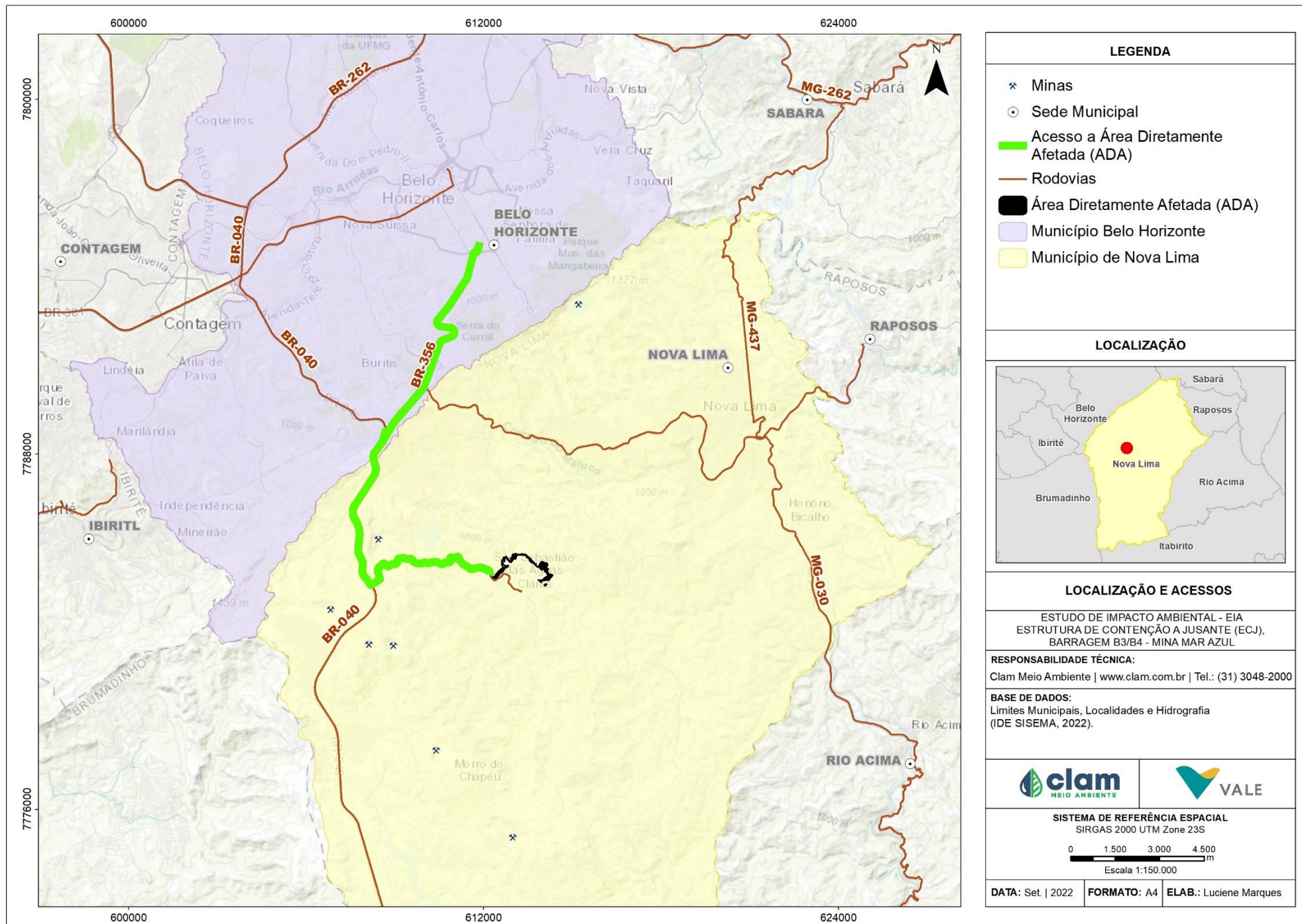


Figura 1-3 - Localização da Área de Intervenção e acessos



1.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Este capítulo apresenta os principais aspectos da legislação ambiental aplicável a este Estudo de Impacto Ambiental (EIA), de forma a avaliar e verificar a adequação e compatibilidade da Estrutura de Contenção a Jusante frente aos dispositivos legais. Para isto, a metodologia considerou a organização político-administrativa do Brasil, em âmbito federal, estadual e municipal, assim como as competências estabelecidas pela Constituição Federal.

1.2.1 Legislação Normativa Federal

A Constituição Federal, em seu artigo 225, parágrafo 2º, atribui ao empreendedor a responsabilidade ambiental pela recuperação dos danos causados ao meio ambiente pela atividade minerária, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. No seu parágrafo 3º, o artigo 225 dispõe sobre a aplicação de sanções penais e administrativas, a pessoas físicas e jurídicas, por condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente. Conforme disposto na Lei nº 6.938/81, que trata da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), a construção, instalação, ampliação e funcionamento de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento ambiental pelo órgão competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente.

O licenciamento ambiental é o procedimento administrativo, normatizado pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 237/97, bem como por legislação específica a nível estadual e municipal, pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos, desde que verificado, em cada caso concreto, que foram preenchidos pelo empreendedor os requisitos legais exigidos.

Instituídos pela PNMA e regulamentados pela Resolução CONAMA nº 001/86, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são instrumentos de gestão ambiental que se propõem a assegurar a qualidade ambiental por meio da avaliação sistemática dos impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade. O EIA é um instrumento de natureza técnica da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) que tem por objetivo avaliar a viabilidade de um determinado empreendimento com base nos riscos ambientais e socioeconômicos potencialmente gerados (SANCHES, 2020). O RIMA deve ser um instrumento de comunicação social efetiva pautado pela legitimidade democrática.

A Resolução Conama nº 001/86 determina as diretrizes gerais para a implementação da AIA como um dos instrumentos da PNMA, dentre elas as responsabilidades para tal avaliação. Em



seu artigo 9º, a resolução indica os requisitos e componentes necessários para a composição do EIA:

- I. Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;*
- II. A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;*
- III. A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;*
- IV. A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;*
- V. A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;*
- VI. A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;*
- VII. O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;*
- VIII. Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).*

Em 2006, a fim de dispor sobre a proteção e utilização do bioma Mata Atlântica, patrimônio nacional, conforme §4º do artigo 225 da CF, foi criada a Lei nº 11.428, a qual foi posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 6.660/2008.

Segundo o inciso I do artigo 32 da Lei nº 11.428/2006, a supressão de vegetação secundária em estágio avançado e/ou médio de regeneração para fins de atividades minerárias somente será admitida mediante licenciamento ambiental condicionado à apresentação EIA/RIMA.

No contexto de segurança de barragens a nível Federal, foi criada a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, bem como cria o Sistema Nacional de Informações sobre



Segurança de Barragens. Destaca-se também a Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, que alterou alguns artigos e incisos da Lei 12.334/2020.

A Resolução da Agência Nacional de Mineração (ANM) nº 95, de 07 de fevereiro de 2022, consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração, definindo medidas regulatórias aplicáveis para as barragens de mineração como o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração, bem como estabelecendo a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança de Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334/2010.

1.2.2 Legislação Normativa Estadual aplicável

No âmbito Estadual, a proteção ao meio ambiente é prevista na Constituição Estadual de Minas Gerais, em consonância com as disposições do tema regidos na Constituição Federal, conforme rege o artigo 214:

“Art. 214. Todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum ao povo e essencial à sadia qualidade de vida, e ao Estado e à coletividade é imposto o dever de defendê-lo e conservá-lo para as gerações presentes e futuras.

(...)

§1º Para assegurar a efetividade do direito a que se refere este artigo, incumbe ao Estado, entre outras atribuições:

IV – exigir, na forma da lei, prévia anuência do órgão estadual de controle e política ambiental, para início, ampliação ou desenvolvimento de atividades, construção ou reforma de instalações capazes de causar, sob qualquer forma, degradação ao meio ambiente, sem prejuízo de outros requisitos legais, preservando o sigilo industrial.”

A Lei nº. 7.772, de 08 de setembro de 1980, que dispõe sobre as medidas de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais, define meio ambiente como o espaço onde se desenvolvem as atividades humanas e a vida dos animais e vegetais. Por sua vez, considera-se fonte de poluição qualquer atividade, sistema, processo, operação, maquinaria, equipamento ou dispositivo, móvel ou não, que induza, produza ou possa produzir poluição, sendo o agente poluidor qualquer pessoa física ou jurídica responsável por fonte de poluição.

A estrutura do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA), bem como a sistemática do licenciamento ambiental, estão normatizadas principalmente pela Lei nº



21.972/2016, pelos Decretos Estaduais 47.383/2018 e 47.787/2019, e pelas Deliberações Normativas COPAM 213 e 217/2017.

A Lei Estadual nº 21.972/2016 dispõe sobre o SISEM, isto é, “*o conjunto de órgãos e entidades responsáveis pelas políticas de meio ambiente e de recursos hídricos, com a finalidade de conservar, preservar e recuperar os recursos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade ambiental do Estado*” (art. 1º).

O Decreto nº 47.383, de 02 de março de 2018, estabelece normas para o licenciamento ambiental, tipifica e classifica as infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e determina os procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.

No que tange a segurança de barragens no Estado de Minas Gerais, foi instituída a Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, a qual determina que os empreendedores responsáveis por barragens de contenção de rejeitos ou resíduos alteadas pelo método a montante, inativas ou em operação, deverão promover a descaracterização das estruturas, no prazo de até três anos, na forma do regulamento do órgão ambiental competente.

O Decreto nº 48.140, de 25 de fevereiro de 2021, possui capítulo dedicado à temática, determinando que a proposta de descaracterização deverá ser consolidada em projeto que contenha programa de manutenção e monitoramento e respeite os critérios definidos em Termo de Referência disponibilizado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM).

Nesse sentido, por meio da Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.784/2019 e da Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 2.827/2019, foi criado um comitê para estabelecer as diretrizes, premissas e termos de referência para a descaracterização de barragens que utilizem ou que tenham utilizado o método de alteamento a montante no Estado de Minas Gerais.

No que tange às intervenções ambientais, instituiu-se Decreto 47.749, de 11 de novembro de 2019, que dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre o processo de produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais, estabelecendo, em seu artigo 3º, sete intervenções passíveis de autorização, conforme apresentado a seguir:

“Art. 3º – São consideradas intervenções ambientais passíveis de autorização:

I - supressão de cobertura vegetal nativa, para uso alternativo do solo;

II - intervenção, com ou sem supressão de cobertura vegetal nativa, em Áreas de Preservação Permanente – APP;

III - supressão de sub-bosque nativo, em áreas com florestas plantadas;

IV - manejo sustentável;

V - destoca em área remanescente de supressão de vegetação nativa;

VI - corte ou aproveitamento de árvores isoladas nativas vivas;

VII - aproveitamento de material lenhoso.”



Nesse sentido, com objetivo de definir diretrizes, documentações e estudos técnicos necessários à instrução dos processos de requerimento de autorização para intervenções ambientais, em 26 de outubro de 2021, foi criada a Resolução SEMAD/IEF nº 3102.

Importante destacar que, no âmbito das intervenções ambientais, mais especificamente nas supressões de cobertura vegetal nativa para uso alternativo do solo no bioma Mata Atlântica, o Art. 4º da Deliberação Normativa COPAM nº 246/2022 acresceu ao Anexo Único da Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, a “Listagem H – Outras Atividades” e o Código H-01-01-1 (*“Atividades e empreendimentos não listados ou não enquadrados em outros códigos, com supressão da vegetação primária ou secundária nativa pertencentes ao bioma Mata Atlântica, em estágios médio e/ou avançado de regeneração, sujeita a EIA/RIMA nos termos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, exceto árvores isoladas”*).

1.2.3 Legislação Normativa Municipal aplicável

Conforme fundamentado na Lei Orgânica do Município de Nova Lima, em seu artigo 197, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do Povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. De acordo com o parágrafo I, para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público Municipal em colaboração com a União e o Estado: prevenir e controlar a poluição, a erosão, o assoreamento e outras formas de degradação ambiental; preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e promover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade. Em seu parágrafo 3º, aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público, competente, na forma da lei.

A proteção ao meio ambiente e o combate à poluição de qualquer espécie como competência do município também é fundamentada na Deliberação Normativa nº 14, de 15 de junho de 2021, do Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável (CODEMA).

Ainda, a Lei Municipal nº 1.727, de 07 de novembro de 2002, dispõe sobre a política municipal de proteção, controle, recuperação, conservação ambiental, melhoria da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável.

Em seu art. 3º, a lei institui que o Sistema Municipal de Meio Ambiente (SIMMA), o qual deverá cuidar da implementação da Política Municipal de Meio Ambiente, atuando no sentido de preservar, defender, conservar, melhorar, recuperar e controlar o meio ambiente, bem como assegurar o uso adequado dos recursos ambientais, visando o desenvolvimento sustentável do município.



Conforme disposto em seu art. 5º, é de competência do Município planejar, desenvolver estudos e ações visando à promoção, conservação, preservação, recuperação, vigilância e melhoria da qualidade e da salubridade ambientais.

O presente estudo foi desenvolvido com base nas principais legislações apresentadas nas esferas Federal, Estadual e Municipal, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as leis, decretos, resoluções, instruções normativas e portarias que devem ser aplicados na intervenção.



Tabela 1-2 - Legislações aplicáveis

Âmbito	Regulamentação	Tema
Federal	Constituição Federal 1988 - art. 23, Incisos VI e VII, e art. 24, incisos VI, VII e VIII	Competência comum para União, Estados e municípios protegerem o meio ambiente. Competência concorrente entre os entes federados para legislar sobre proteção do meio ambiente. Discrimina os bens pertencentes à União, incluindo os bens ambientais.
	Constituição Federal 1988 - art. 26, Inciso I	Discrimina como bens do Estado as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.
	Constituição Federal 1988 - art. 20, Inciso X	Estabelece os sítios de valor histórico ou arqueológico como bens da União.
	Constituição Federal 1988 - art. 216	Define patrimônio cultural brasileiro como sendo os bens de natureza material ou imaterial tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileiro, classificando como tal, entre outros, os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.
	Constituição Federal 1988 - art. 225, Parágrafo 1º, Incisos I, II e III	Define como dever do Poder Público, com vistas a assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado; a preservação da diversidade e integridade do patrimônio genético nacional; a definição de espaços a serem especialmente protegidos, com a preservação de seus atributos.
	Lei 6.938/1981. Regulamentação: Decreto 99.274/1990.	Dispõe sobre a PNMA (Política Nacional do Meio Ambiente), princípios e objetivos. Institui o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente), delimitando a competência dos órgãos que o integram, bem como os instrumentos de implementação e fiscalização da PNMA (zoneamento, licenciamento, avaliação de impactos ambientais, delimitação de áreas protegidas, entre outros).
	Lei 9.433/1997. Regulamentação: Decreto 4.613/2003.	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, definindo princípios e diretrizes de atuação, como o reconhecimento da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Prevê os instrumentos de efetivação da política, a cobrança pelo uso da água, a classificação dos corpos de água, a descentralização da gestão.
	Lei nº 9.984 de 17/07/2000	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
	Lei 9.605/1998. Regulamentação: Decreto 6.514/2008	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
	Lei 11.428/2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
	Lei 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
	Lei 12.334/2010	Política Nacional de Segurança de Barragens.
	Lei 12.651/2012	O Código Florestal estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação em áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal, a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.
	Decreto 97.632/1989	Dispõe sobre o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.
	Decreto 6.660/2008	Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428 de 22/12/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
	Instrução Normativa MMA 04/2000	Aprova os procedimentos administrativos para a emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos, em corpos d'água de domínio da União.



Âmbito	Regulamentação	Tema
	Instrução Normativa MMA 03/2003	Promulgou a lista oficial das Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção.
	Instrução Normativa IBAMA 47/2004	Estabelece procedimentos para a gestão da compensação ambiental no âmbito do IBAMA.
	Instrução Normativa IBAMA 146/2007	Estabelece os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental.
	Resolução CONAMA 01/1986	Dispõe sobre obras e empreendimentos de significativo impacto ambiental e a necessidade de realização de EIA/RIMA
	Resolução CONAMA 01/1988	Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental.
	Resolução CONAMA 04/1987	Qualifica o patrimônio espeleológico nacional como patrimônio natural e como tal sítio de relevância cultural.
	Resolução CONAMA 237/1997	Dispõe sobre as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental a nível federal, estadual e municipal.
	Resolução CONAMA 317/2002	Regulamenta a Resolução nº 278, de 24 de maio de 2001, que dispõe sobre o corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica.
	Resolução CONAMA 347/2004	Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.
	Resolução CONAMA 357/2005	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.
	Resolução CONAMA 392/2007	Definição de vegetação primária e secundária de regeneração da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.
	Resolução CONAMA 396/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.
	Resolução CONAMA 417/2009	Dispõe sobre parâmetros básicos para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação de Restinga na Mata Atlântica.
	Resolução CONAMA 491/2018	Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar.
	Resolução ANM 95/2022	Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração.
Estadual	Constituição do Estado de Minas Gerais, art. 214	Dispõe sobre o meio-ambiente no estado de Minas Gerais.
	Deliberação Normativa Copam nº 01 de 26/05/1981	Fixa normas e padrões para Qualidade do Ar.
	Lei nº 10.583 de 03/01/1992	Dispõe sobre a relação de espécies ameaçadas de extinção de que trata o artigo 14 da Constituição do Estado e dá outras providências.
	Lei nº 10.793 de 02/07/1992	Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no estado.
	Lei nº 13.199 de 29/01/1999	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.
	Lei nº 23.291 de 25/02/2019	Institui a Política Estadual de Segurança de Barragens
	Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01 de 05/05/2008	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como



Âmbito	Regulamentação	Tema
		estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
	Deliberação Normativa Copam nº 147 de 30/04/2010	Aprova a lista de espécies de fauna ameaçadas de extinção.
	Lei nº 20.922 de 16/10/2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade do Estado de Minas Gerais.
	Portaria IEF nº 30, de 03/02/2015 e Portaria IEF nº 76 de 22/07/2015	Procedimentos referentes a compensação ambiental decorrentes da supressão de vegetação nativa.
	Deliberação Normativa Copam Nº 217, de 06/12/2017	Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais para serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais.
	Decreto Estadual Nº 47.383, de 02/03/2018	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.
	Decreto Nº 47.749, de 11/11/2019	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais.
	Decreto 47.705, de 04/09/2019	Estabelece normas e procedimentos para a regularização de uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais.
	Decreto 48.140 de 25/02/2017	Regulamenta dispositivos da Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a Política Estadual de Segurança de Barragens, estabelece medidas para aplicação do art. 29 da Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016.
	Resolução Conjunta SEMAD/ FEAM nº 2.784, de 21 de março 2019	Determina a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos e resíduos, alteadas pelo método a montante, provenientes de atividades minerárias, existentes em Minas Gerais e dá outras providências.
	Portaria IGAM nº 48, de 04/10/2019	Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais.
	Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 3.102 de 26/10/2021	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais.
Municipal	Lei Orgânica do Município de Nova Lima, de 17/03/1990	O Município se organiza e se rege por esta Lei Orgânica e demais leis que adotar, observados os princípios constitucionais da República e do Estado.
	Lei nº. 2007, de 28/08/2007	Dispõe sobre Plano Diretor de Nova Lima, o sistema e o processo de planejamento e gestão do desenvolvimento urbano do Município.
	Lei Municipal nº 2.035, de 20/12/2007	Dispõe sobre o Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental.
	Decreto nº 10.117, de 01/06/2020	Regulamenta o procedimento administrativo de Regularização Ambiental no município de Nova Lima, o Licenciamento Ambiental, a sua interface com o licenciamento urbanístico e o licenciamento de empreendimento de impacto de atividade econômica, bem como demais licenças e autorizações ambientais pertinentes.
	Decreto nº 24 de 09/2020	Retifica, no que determina o decreto nº 10.117, de 01 de junho de 2020.
	Deliberação Normativa CODEMA nº 14, de 15/06/2021	Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais para serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no município de Nova Lima.



Âmbito	Regulamentação	Tema
	Lei Municipal Nº 1.727, de 07/11/2002	Dispõe sobre a política municipal de proteção, controle, recuperação, conservação ambiental, melhoria da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável, cria o Fundo Especial para a Gestão Ambiental - FEGA no Município de Nova Lima.
	Lei Municipal Nº 2.746 de 09 de dezembro de 2019	Dispõe sobre a proteção do patrimônio histórico-cultural do município de Nova Lima por meio de tombamento.
	Decreto Nº.7.649, de 13 de setembro de 2017	Regulamenta a Lei Municipal Nº 2.035, de 20 de dezembro de 2007, fixando normas para a composição do Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental - CODEMA.



2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA DE CONSULTORIA

2.1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA INTERVENÇÃO



Razão Social	VALE S.A.
CNPJ	33.592.510/0001-54
Endereço	Praia Botafogo, número 186, salas 1101, 1601, 1701 e 1801. Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22.250-145
Telefone de contato	+55 (31) 3916-3675
Contato	Gianni Marcus Pantuza Almeida (Gerente de Meio Ambiente - Descaracterização de Barragens e Projetos Geotécnicos)
E-mail	gianni.marcus.pantuza@vale.com

2.2 INFORMAÇÕES DO LOCAL DE INTERVENÇÃO



Razão Social	VALE S.A.
CNPJ	33.592.510/0035-01
Endereço	Mina de Mar Azul, SN. São Sebastião das Águas Claras – Nova Lima, MG. CEP: 34009-105
Telefone de contato	+55 (31) 3916-3675
Contato	Gianni Marcus Pantuza Almeida (Gerente de Meio Ambiente - Descaracterização de Barragens e Projetos Geotécnicos)
E-mail	gianni.marcus.pantuza@vale.com



2.3 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA



Nome	CLAM MEIO AMBIENTE
CNPJ	08.803.534/0001-68
Endereços	Sede: Rua Sergipe 1.333 - 4º, 6º, 8º, 9º 10º e 12º andares, Bairro Funcionários Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil CEP 30.130.174
Telefones de contato	+55 (31) 3048-2000 - Sede Belo Horizonte Leonardo Inácio Oliveira (leonardo@clam.com.br) CPF: 909.105.596-00 CTDAM: 7211 CTF/IBAMA: 1732976
Contatos e dados	Rodrigo Lisboa Costa Puccini (rodrigo@clam.com.br) CPF: 072.049.746-97 CTDAM: 8785 CTF/IBAMA: 6378355



3 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

3.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

A locação da estrutura da ECJ considerou as seguintes premissas:

- Localização suficientemente afastada da Barragem B3/B4 de forma que a onda gerada por uma eventual ruptura não atingisse as obras em menos de 15 a 20 minutos, e que permitisse que estas pudessem ser realizadas com veículos tripulados e presença de operários;
- Posicionamento da estrutura sem interferências com a estrada que liga Macacos (São Sebastião de Águas Claras) a Nova Lima;
- Estrutura projetada com capacidade para mitigar os impactos gerados por uma eventual ruptura da Barragem B3/B4 contendo a porção sólida da lama, mas permitindo que as águas do curso d'água fluíssem normalmente no cenário de não ocorrência de ruptura;
- Sistema de passagem do curso d'água no cenário de não ocorrência de ruptura ser dimensionado para a vazão do córrego e cheias com TR (tempo de recorrência) de 25 anos;
- Dimensionamento para atender ao estudo de ruptura (Dam Break) da Barragem B3/B4 para a simulação que mobiliza 100% do rejeito depositado, parte da pilha de estéril PDE X e ainda um volume adicional de água relativo a chuvas intensas;
- Além dos sistemas de núcleo de areia e dreno de fundo, a estrutura tem a previsão de um extravasor de emergência dimensionado para TR (tempo de recorrência) de 500 anos, considerando um cenário de ruptura da Barragem B3/B4 com o reservatório da contenção preenchido com lama.

Corroborando com as premissas supracitadas, o eixo da estrutura de contenção foi definido em função da mancha da área de inundação a ser causada pela hipotética ruptura de B3/B4, obtida por estudo de simulação por modelagem matemática denominado “Dam Break”, uma vez que o remanso da onda de cheia poderia atingir propriedades e habitações do distrito de São Sebastião das Águas Claras.

Concluída no ano de 2020, a Estrutura de Contenção foi implantada a cerca de 8km da barragem B3/B4 – Mina Mar Azul, para garantir a segurança da comunidade e proteção do meio ambiente caso ocorra um rompimento repentino da barragem B3/B4



3.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Durante o projeto, alternativas foram observadas, porém, dado o volume de material necessário para execução e o tempo requerido para o funcionamento, soluções como Estrutura do Maciço, em concreto compactado com Rolo (CCR), maciço em estrutura com estacas justapostas cravadas ou mesmo soluções convencionais de solo ou concreto foram descartadas.

3.3 ALTERNATIVA ZERO

O prognóstico da alternativa zero seria a não implantação da estrutura de contenção a jusante – ECJ B3/B4.

Neste cenário, de acordo com a mancha de inundação no caso hipotético de ruptura da barragem B3/B4, os impactos socioambientais negativos teriam maior potencial de dano ao meio ambiente, às pessoas, comunidades e cidades localizadas à jusante da barragem B3/B4.

Desta forma, a Vale S.A. entendeu que a construção da ECJ B3/B4 constituía em um prognóstico de ação de impacto positivo e necessária para minimizar e/ou impedir tais danos.

4 CARACTERIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO

4.1 ESTRUTURA DE CONTENÇÃO A JUSANTE

A Estrutura de Contenção a Jusante – ECJ B3/B4 é uma barreira física que foi construída com o objetivo de barrar rejeitos provenientes de uma ruptura hipotética da barragem B3/B4 minimizando a extensão de possíveis efeitos e impactos negativos sobre comunidades, pessoas e ao meio ambiente.

A estrutura consiste de um barramento dimensionado, com altura máxima de 31m, crista com 190m de comprimento, 11m de largura, taludes montante e jusante com declividade de 2H:1V e crista na El 886,00 m. A contenção implantada por enrocamento não selecionado contando com um núcleo arenoso e um sistema de drenagem de fundo com fechamento à montante por sistema de comportas Figura 4-1 e Figura 4-2.

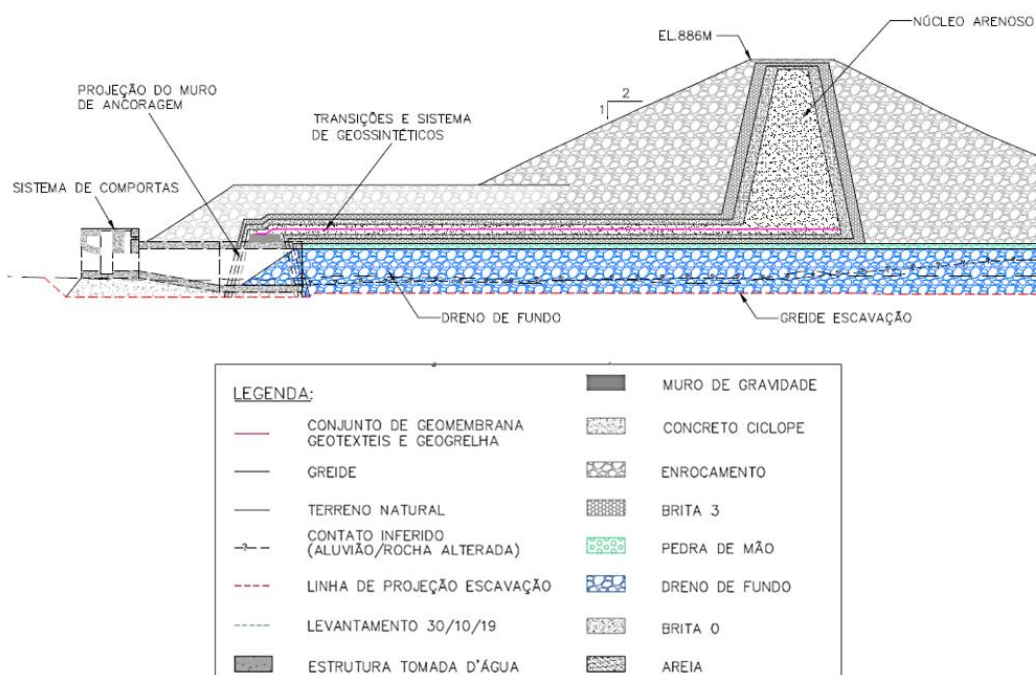


Figura 4-1 - Arranjo esquemático da ECJ B3/B4
Fonte: Geoestável



Figura 4-2 - Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4

Fonte: CLAM, 2022

A caracterização das intervenções alvo do presente Estudo de Impacto Ambiental, será descrita seguir, considerando as fases de planejamento, implantação, operação e descomissionamento.

Para a elaboração da caracterização foram utilizados os seguintes documentos:

- Plano de Utilização Pretendida – Elaborado pela Total em 2020;
- Estudo sobre o risco geológico da ECJ;
- Estudo sobre Comportamento hidrogeológicos;
- Manual de Operação da ECJ;
- Projeto Detalhado da ECJ;
- Relatório Técnico da Medidas Executadas para Descaracterização.

4.2 FASE DE PLANEJAMENTO

As intervenções ambientais apresentadas neste documento visam subsidiar as ações que se fizeram necessárias para a execução e conclusão da obra da Estrutura de Contenção a Jusante - ECJ da Mina Mar Azul, cujo objetivo é mitigar os impactos de uma hipotética ruptura. A estrutura teve sua implantação concluída em 2020, sendo o projeto detalhado elaborado pela empresa Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2019, e a implantação executada pela Empresa Construtora Brasil e Construtora Barbosa Mello.



4.2.1 Propriedades

As propriedades na qual se encontra a área intervinda para as obras da Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4 ocorreram no município de Nova Lima-MG conforme apresentado na Tabela 4-1.

Tabela 4-1 - Propriedades que possuem intervenção com o Projeto

PROPRIEDADE	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO	MATRÍCULA	ÁREA (HA)
Fazenda dos Gorduras	Vale S.A	Nova Lima	M. 6166	589,2343
Santa Felicidade	BPG Urbanismo	Nova Lima	M. 25.159	56,37

Fonte: Vale S.A (2022).

A Área Diretamente Afetada - ADA pelas intervenções emergenciais contempladas no estudo em questão, estão inseridas na Fazenda dos Gorduras e na propriedade Santa Felicidade. Pertencente à BPG Urbanismo, para utilização da propriedade Santa Felicidade, a Vale S.A possui contrato de locação do imóvel.

De acordo com o Zoneamento Urbano do Município de Nova Lima, as propriedades encontram em Área Rural

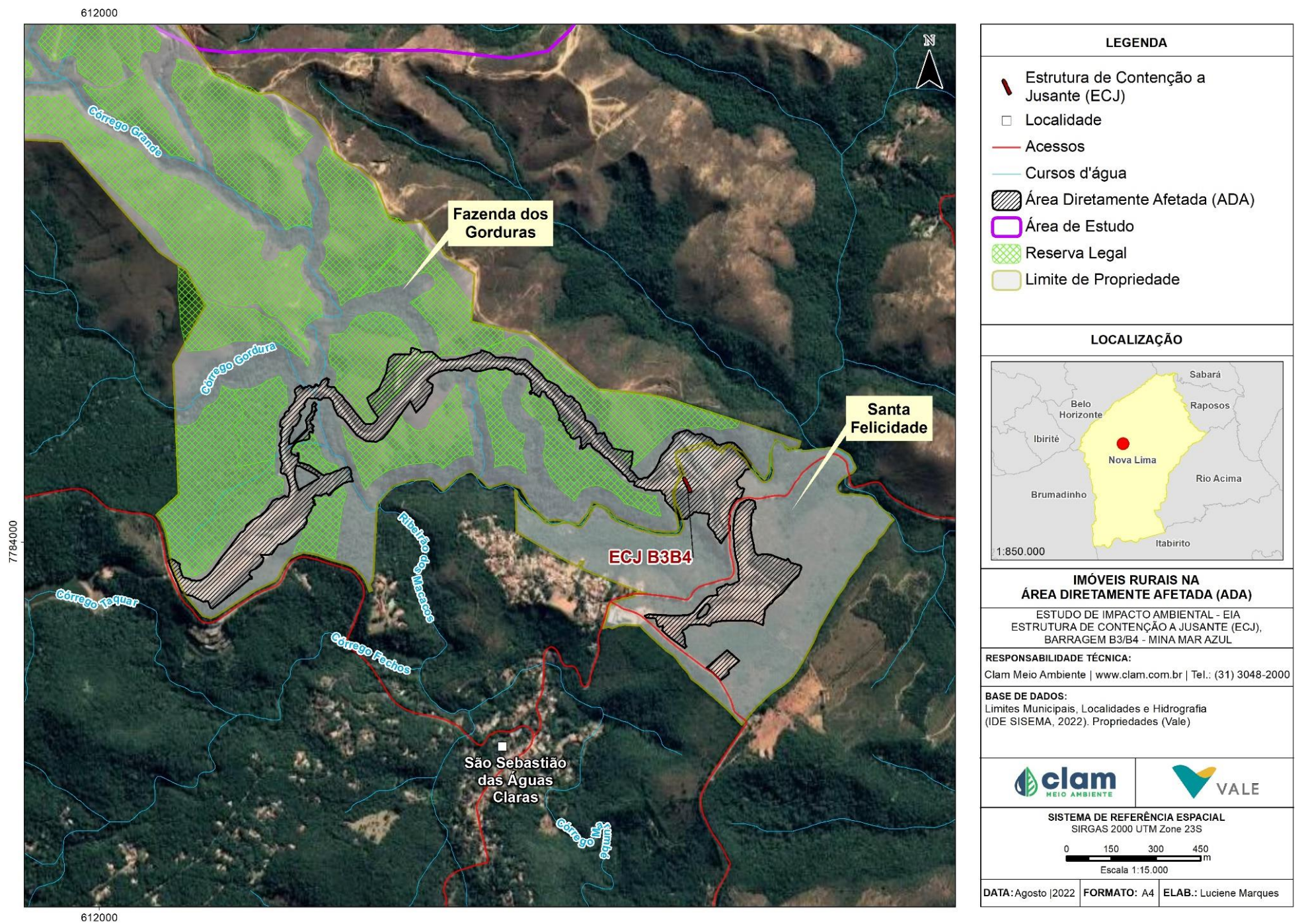


Figura 4-3 - Imóveis rurais na Área Diretamente Afetada (ADA)



4.2.2 Levantamentos topográficos, cadastrais

Para a elaboração do projeto da Estrutura de Contenção a Jusante foram realizados levantamentos topográficos disponibilizados pela empreendedora Vale S.A.

4.2.3 Estudos Hidrológicos

De acordo com o projeto detalhado elaborado pela Geoestável em 2019, os estudos hidrológicos e dimensionamentos hidráulicos foram desenvolvidos considerando os quantis pluviométricos elaborados por Pinheiro para a Mina Mar Azul no ano de 2011, no qual foi realizado a relação Precipitação-Durância-Frequência.

Utilizou-se o método de transformação chuva-vazão proposto pelo Natural Resources Conservation Service (NRCS) - Soil Conservation Service – SCS, para o cálculo do hidrograma unitário, e o *software* HEC-HMS 4.2.1 para a efetivação do estudo de trânsito de cheias.

4.2.4 Estudos Geológicos-Geotécnicos

No ano de 2019 foi conduzido e analisado pela empresa Geoestável Consultoria e Projeto, estudos geológicos-geotécnicos através de levantamento de campo, programação e avaliação das investigações de subsuperfície (sondagens mistas), acompanhamento das sondagens, tratamento dos dados de campo e elaboração de seções geológicas-geotécnicas para análise e relatório.

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos durante a campanha de sondagem, entre maio e outubro de 2019, no qual foram realizadas 23 sondagens mistas, totalizando 403,05m perfurados, conforme apresentado na Tabela 4-2 e Figura 4-4.

As informações levantadas em campo e observadas nos furos de sondagem englobam a denominação litológica, as feições estruturais (planares e lineares), quando possível, e os parâmetros de caracterização geomecânica.

De acordo com o Projeto Detalhado da Contenção a Jusante de 2019, a caracterização geomecânica e divisão dos maciços rochosos visou a classificação destes maciços segundo os índices RMR (Rock Mass Rating, Bieniawski, 1989) e Q (Barton et al., 1974), bem como, o seu respectivo Índice de Resistência Geológica (Geological Strength Index – GSI, Hoek & Brown, 1997). Assim fez-se uma compatibilização na coleta dos parâmetros para que estes servissem tanto para o cálculo do RMR quanto para o cálculo do Q.



Tabela 4-2 Campanhas de Sondagem realizadas

FURO	UTM-E	UTM-N	ELEVAÇÃO	DATUM	ZONA	PROF. FINAL	EMPRESA
SM-01	7784398,58	613989,17	881,07	SAD-69	23S	26,60	BRASIL SONDAgens
SM-02	7784397,02	614044,80	865,16	SAD-69	23S	14,30	BRASIL SONDAgens
SM-03	7784358,95	614054,77	857,51	SAD-69	23S	6,90	BRASIL SONDAgens
SM-04	7784345,22	614020,43	857,47	SAD-69	23S	8,33	BRASIL SONDAgens
SM-05	7784344,69	614109,27	855,28	SAD-69	23S	15,90	BRASIL SONDAgens
SM-06	7784339,81	613989,93	856,69	SAD-69	23S	12,65	BRASIL SONDAgens
SM-07	7784319,78	614050,64	869,17	SAD-69	23S	18,85	BRASIL SONDAgens
SM-08	7784314,54	613972,60	856,04	SAD-69	23S	16,05	BRASIL SONDAgens
SM-09	7784290,98	614072,99	874,54	SAD-69	23S	27,85	BRASIL SONDAgens
SM-10	7784282,05	614000,66	855,58	SAD-69	23S	11,55	BRASIL SONDAgens
SM-11	7784248,77	614026,74	858,63	SAD-69	23S	14,55	BRASIL SONDAgens
SM-12	7784254,98	614103,69	885,34	SAD-69	23S	35,20	BRASIL SONDAgens
SM-15	7784356,31	613957,38	868,98	SAD-69	23S	18,65	BRASIL SONDAgens
SM-16	7784380,48	614003,10	868,24	SAD-69	23S	14,35	BRASIL SONDAgens
SM-17	7784332,93	613977,85	855,58	SAD-69	23S	11,45	BRASIL SONDAgens
SM-18	7784333,30	614143,73	870,07	SAD-69	23S	24,47	GEOMA
SM-19	7784313,85	614158,89	874,35	SAD-69	23S	20,00	GEOMA
SM-20	7784209,78	614067,96	879,88	SAD-69	23S	28,16	BRASIL SONDAgens
SM-21	7784187,39	614085,96	892,98	SAD-69	23S	29,07	GEOMA
SM-22	7784368,90	614027,92	856,50	SAD-69	23S	11,35	BRASIL SONDAgens
SM-23	7784378,91	614051,60	856,62	SAD-69	23S	9,72	BRASIL SONDAgens
SM-24	7784346,96	614084,06	857,26	SAD-69	23S	11,30	BRASIL SONDAgens
SM-25	7784330,60	614038,44	866,83	SAD-69	23S	15,80	BRASIL SONDAgens
PROFUNDIDADE TOTAL (M)						403,05	

Fonte: Projeto Detalhado Geoestável (2019)

4.2.4.1 Geologia local

De acordo com os dados de mapeamento geológico e investigações geotécnicas executados para a elaboração do projeto da ECJ, foi observado que na região na qual a estrutura foi

implantada e no seu entorno foram detectadas 07 unidades geológicas geotécnica distintas. O Projeto Detalhado elaborado em 2019 alega que na área avaliada ocorrem diversos materiais antrópicos, tais como: aterro oriundo da execução dos acessos, além de material pétreo (blocos e seixos).

Na Tabela 4-3 a seguir serão apresentados aspectos geológico-geotécnicos locais, considerando as características levantadas em campo, bem como nas investigações.

Tabela 4-3 - Campanhas de Sondagem realizadas

Litotipo	Descrição	Sigla
Aluvião	Maciço Terroso - Solo Aluvionar	AL
Colúvio	Maciço Terroso - Solo Coluvionar	CO
Xisto Nova Lima	Maciço Terroso - Solo de Alteração (Solo Residual/Saprolito)	XSA
	Maciço Terroso (Solo de Alteração) com passagens de Rocha Alterada	XSARA
	Maciço Rochoso Alterado com passagens de solo de alteração	XRASA
	Maciço Rochoso Alterado	XRA
	Maciço Rochoso São	XS

Fonte: Projeto Detalhado Contenção de Jusante, Geoestável (2019)

De forma geral, a contenção foi instalada sobre um pacote de rochas xistosas, e respectivos horizontes terrosos de alteração e rochosos. A trama varia de lepdoblástica a lepdogranoblástica, e as principais variações minerais se dão pela presença de sericita, clorita, quartzo e carbonato, além de porções carbonosas. Nos furos de sonda foi possível observar porções disseminadas de sulfeto, além de variações mineralógicas e texturais devido à ação de fluidos hidrotermais, como zonas brechadas, silicificadas e carbonatadas, tais variações refletem diretamente nos índices de resistência à compressão uniaxial

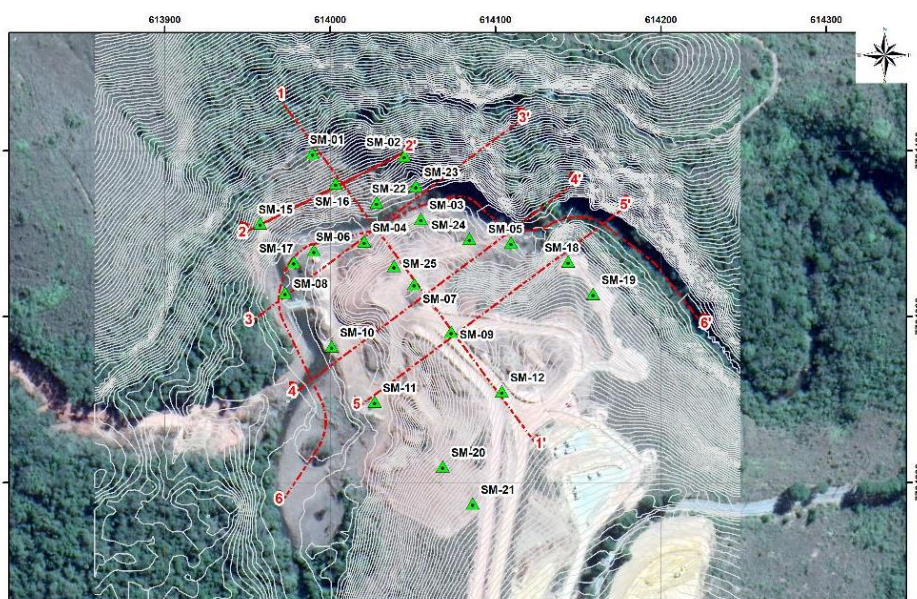


Figura 4-4 - Sondagens mistas realizadas em 2019
Fonte: Geoestável, 2019



A partir da interpretação e tratamento dos dados de campo, foram elaboradas seis seções geológicas-geotécnicas contemplando a área do barramento.

Destaca-se que para a confecção das seções, foram consideradas as características levantadas em superfície juntamente com os dados de sondagens executadas. A seguir são apresentadas as seções 1 à 5.

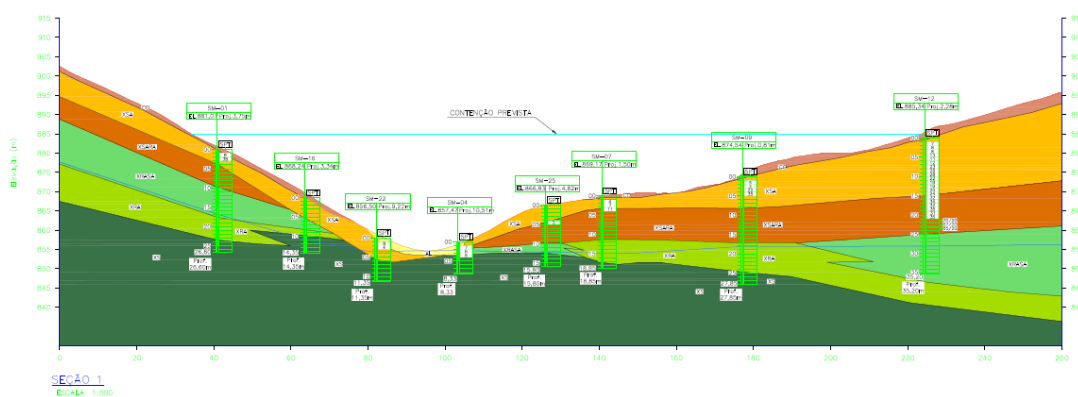


Figura 4-5 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 1
Fonte: Geostável, 2019

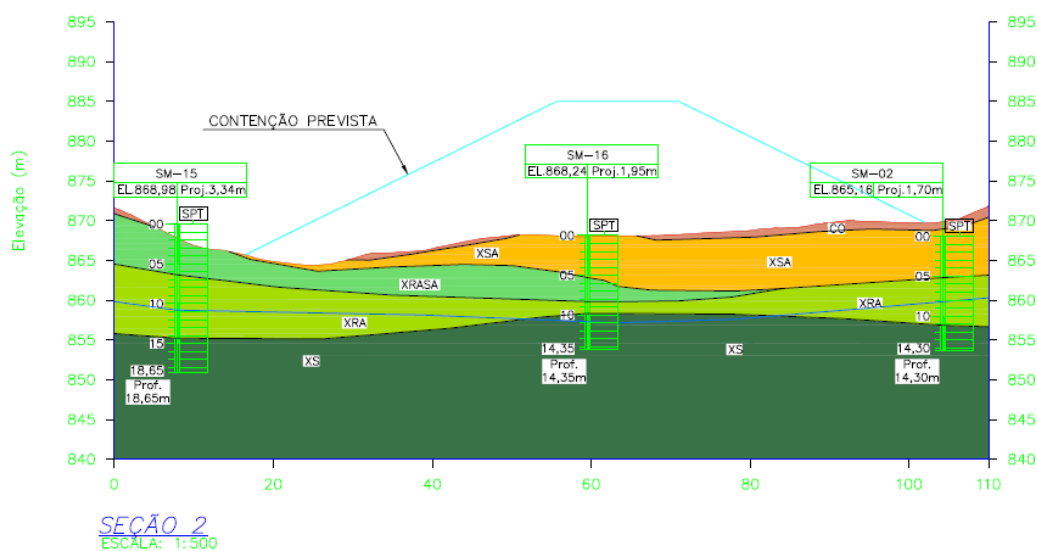


Figura 4-6 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 2
Fonte: Geostável, 2019

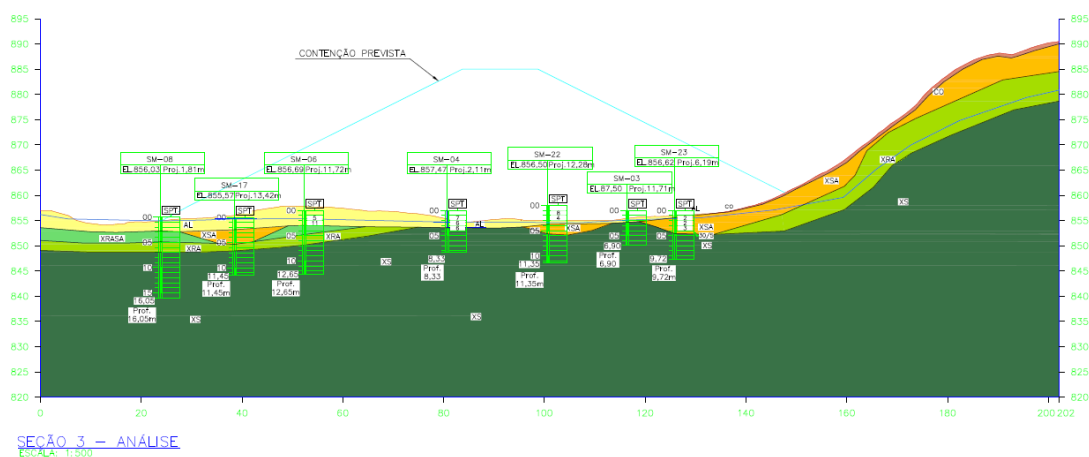


Figura 4-7 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 3
Fonte: Geostável, 2019

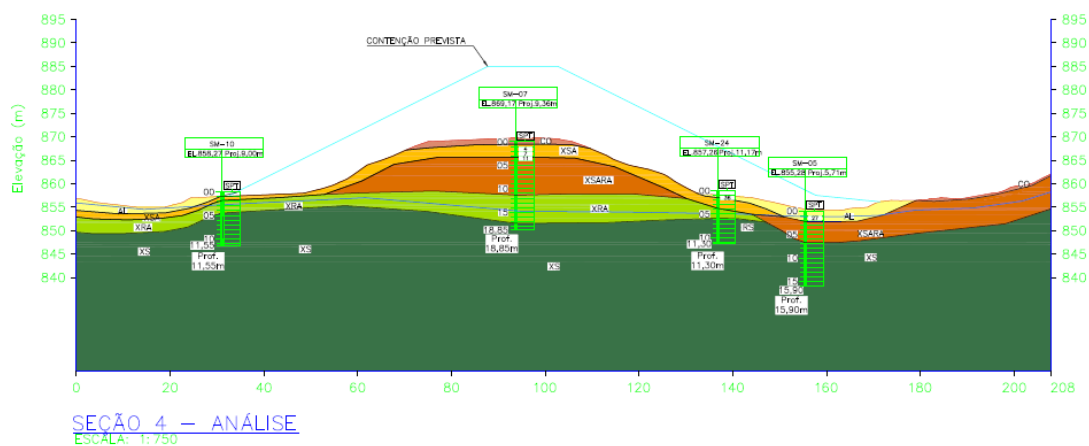


Figura 4-8 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 4
Fonte: Geostável, 2019

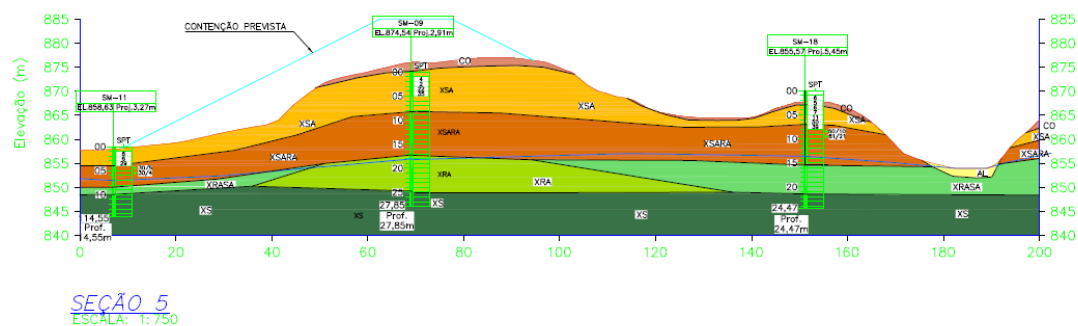


Figura 4-9 – Seções Geológicas-Geotécnicas – Seção 5
Fonte: Geostável, 2019

4.2.4.2 Acervo Estrutural

Além dos estudos Geológicos-Geotécnicos supracitados, foram realizadas também a caracterização das feições estruturais planares e lineares, através dos testemunhos de sondagens, favorecendo o conhecimento da área estudada em relação a possível instabilidade do solo durante a etapa construtiva.

4.2.4.3 Paramentação Geomecânica

Complementado os estudos Geológicos-Geotécnicos, foram realizados também ensaios à compressão uniaxial realizados pela Falcão Bauer. Os resultados dos ensaios UCS foram submetidos a tratamento estatístico calculando: valor mínimo (Xmin), valor máximo (Xmax), mediana (M), média aritmética (X) e desvio padrão (S) e identificação de outliers (concentrações incomuns) no conjunto de dados.

Os resultados dos ensaios UCS foram submetidos a tratamento estatístico calculando: valor mínimo (Xmin), valor máximo (Xmax), mediana (M), média aritmética (X) e desvio padrão (S) e identificação de outliers (concentrações incomuns) no conjunto de dados. Além disso, foram determinados os percentuais cumulativos, com destaque para os percentis de 5%, 25% (primeiro quartil - Q1), 50% (quartil médio - Q2), 75% (terceiro quartil - Q3) e 95%. Para a tal foi utilizada a construção da representação via boxplo.

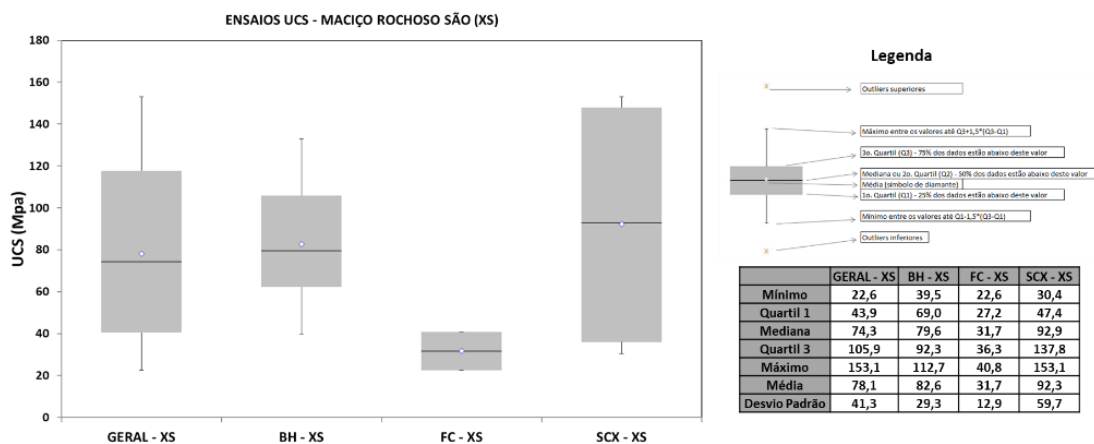


Figura 4-10 – Representação Boxplot dos valores obtidos dos ensaios de compressão uniaxial dos maciços rochosos são

Fonte: Projeto Detalhado Contenção de Jusante, Geoestável (2019)

Os ensaios foram realizados apenas em rocha sã (XS), assim para a matriz rochosa sã foi utilizado o valor mediano. Para os maciços rochosos alterados (XRA), aplicou-se o valor UCS referente à mediana obtida para os filitos carbonoso. Já os maciços rochosos alterados com passagens de solo de alteração, XRA SA, foi utilizada a proporção de 50% referente ao valor aplicado para o XRA.

A Tabela 4-4, a seguir apresentam os valores definidos pela Geoestável Consultoria e Projetos



dos parâmetros de resistência dos materiais terrosos, XSA (Maciço Terroso - Solo de Alteração - Solo Residual/Saprolito, e XSARA (Maciço Terroso - Solo de Alteração - com passagens de Rocha Alterada).

De acordo com o Projeto Detalhado da ECJ, para cálculo e obtenção dos parâmetros da matriz do maciço rochoso para o critério de Hoek-Brown (m_b , m_i , s , a , D , GSI), foram utilizadas as equações e informações sugeridas por Hoek et al. (2002). O valor de m_i utilizado foi de 12, e o fator de perturbação (D) foi de 0,7.

Quanto ao critério Barton-Bandis para as descontinuidades (foliação), valores de JCS, foi aplicada uma proporção de 60% do respectivo valor de UCS da matriz de cada unidade geomecânica, segundo os resultados dos ensaios UCS. para as seções com trend NE-SW, e já para as seções NW-SE, aplicou-se uma proporção de 45%, devido à obliquidade da foliação em relação às seções analisadas, uma vez que os planos da foliação se apresentam ondulados. Os valores de JRC aplicados nas análises foram os ranges médios das características observadas em campo (Tabela 4-4). Foi aplicada a mesma premissa para obtenção das variações do ângulo de atrito, cujos valores foram alçados da aplicação da fórmula ($\tan^{-1}(J_r/J_a)$) de Barton et al. (1974), uma vez que não foram realizados ensaios do tipo “tilt test”. Ressalta-se que, assim como os valores de JCS, os índices de JRC e ângulo de atrito aplicados nas seções de análise, variaram de acordo com a obliquidade das seções em relação à foliação.



Tabela 4-4 - Parâmetros geotécnicos adotados para os maciços rochosos e terrosos

Materiais			Peso Específico		Parâmetros de Resistência							Parâmetros de Resistência							Parâmetros de Resistência		
					Maciço Rochoso							Descontinuidades									
			(kN/m³)		Hoek-Brown							Barton-Bandis							Mohr-Coulomb		
Litotipo	Descrição	Sigla	Nat.	Sat.	σ _c	D	mi	GSI Médio	m _b	s	a	Foliação (Sn) - Seções NE-SW				Foliação (Sn) - Seções NW-SE				c'	Φ'
					(Mpa)							JCS	JRC Médio	Φ Médio	Variação Angular	JCS	JRC Médio	Φ Médio	Variação Angular		Φ' (°)
Xisto Nova Lima	Maciço Terroso - Solo de Alteração (Solo Residual/Saprolito)	XSA	18	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	24	
	Maciço Terroso (Solo de Alteração) com passagens de Rocha Alterada	XSARA	18	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	28	
	Maciço Rochoso Alterado com passagens de solo de alteração	XRASA	20	22	15	0,7	12	10	0,09	2,16E-06	0,585	9	8	27	10-35	7	2	21	25-60	-	-
	Maciço Rochoso Alterado	XRA	20	22	32	0,7	12	25	0,19	1,90E-05	0,531	19	10	37		14	3	27		-	-
	Maciço Rochoso São	XS	22	24	74	0,7	12	50	0,77	7,13E-04	0,506	44	12	45		33	3	37		-	-

Fonte: Projeto Detalhado Contenção de Jusante, Geostável (2019)



4.3 FASE DE IMPLANTAÇÃO

A fase de implantação no presente estudo será apresentada a seguir considerando a obra para construção da Estrutura de Contenção e suas áreas acessórias, que se fizeram necessárias para a efetivação da obra.

Ressalta-se que as áreas acessórias foram as áreas também intervindas designadas para apoio à obra, sendo elas compostas por um canteiro de obras, acesso até a Estrutura de Contenção, disposição de materiais de construção, estoque de suprimentos, carpintaria, áreas de disposição de material excedente – ADMEs e uma central de concreto.

A Figura 4-11 apresenta um arranjo geral com indicação das estruturas supracitadas.

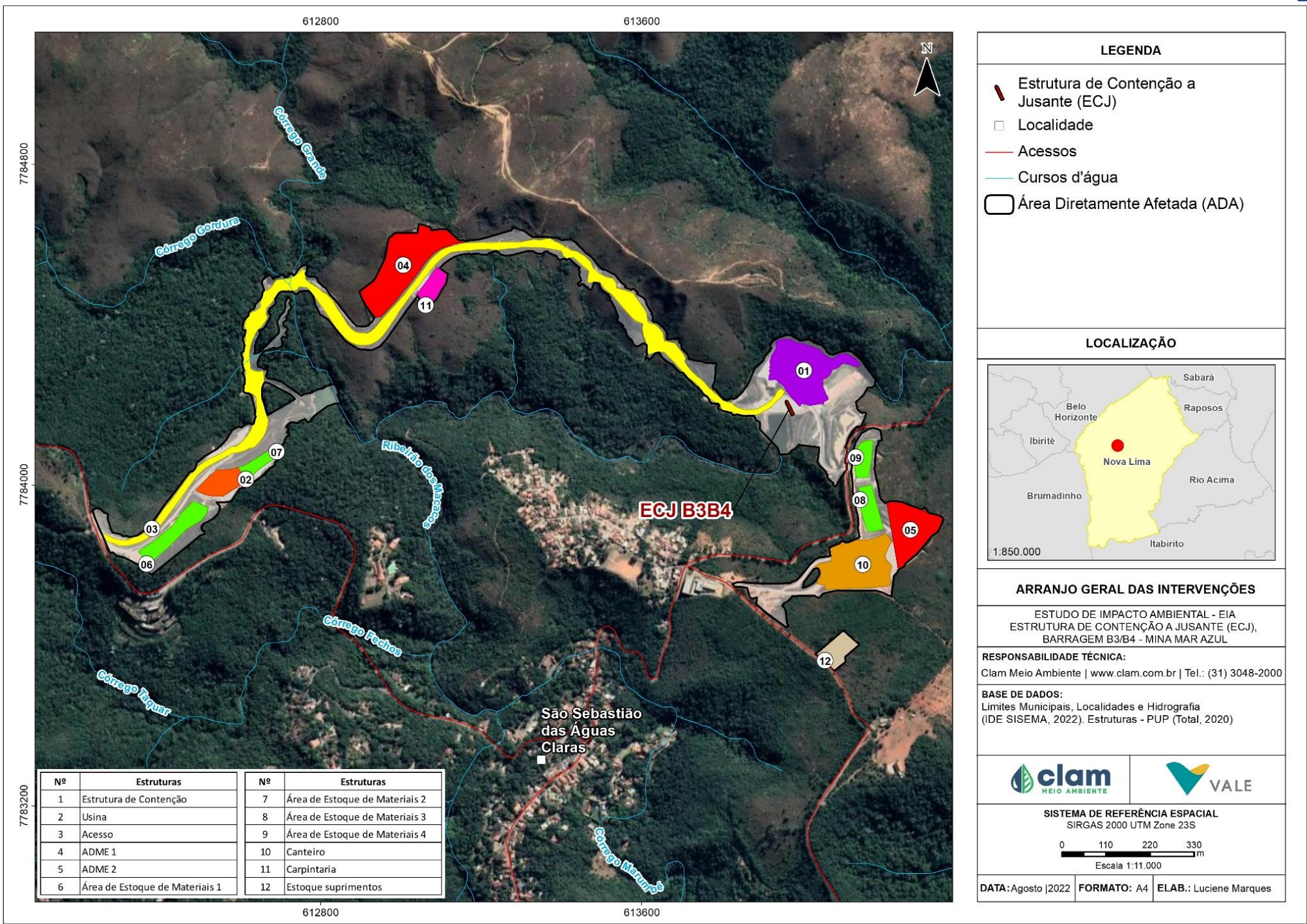


Figura 4-11 - Localização da Estrutura de Contenção e áreas acessórias (Clam, 2022)



Com o objetivo de garantir a segurança da comunidade de São Sebastião das Águas Claras e a proteção do meio ambiente caso ocorra um rompimento repentino da barragem B3/B4, a Estrutura de Contenção foi construída a uma distância de 8 km a jusante da barragem B3/B4. O eixo da estrutura de contenção foi definido em função da mancha da área de inundação a ser causada pela ruptura de B3/B4, obtida por estudo de simulação por modelagem matemática denominado “*Dam Break*”.

Destaca-se que o remanso da onda de cheia poderia atingir propriedades e habitações do distrito de São Sebastião das Águas Claras.

Desta forma, a Contenção a Jusante foi implantada a partir do projeto de engenharia elaborado pela empresa Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2019 com a seguinte sequência construtiva:

- Abertura de acessos;
- Construção da ensecadeira e do sistema de bombeamento;
- Escavações e limpeza do terreno com início pela área de implantação do dreno de fundo;
- Lançamento das transições laterais e dos blocos de enrocamento selecionado do dreno de fundo;
- Lançamento das transições superiores do dreno de fundo e instalação dos geossintéticos incluindo ancoragem nas valas laterais;
- Construção do maciço de enrocamento não selecionado e do núcleo arenoso para a etapa temporária (pré construção da tomada d’água);
- Escavações e limpeza de fundação para implantação das estruturas de concreto da tomada d’água, do muro de gravidade e do sistema extravasor;
- Construção das estruturas de concreto;
- Instalação das comportas e dos sistemas eletromecânicos de acionamento;
- Conclusão do lançamento dos materiais do maciço sobre a estrutura da tomada d’água e na crista da barragem;
- Remoção da ensecadeira.

Concluída no ano de 2020, a Estrutura de Contenção a Jusante é formada por enrocamento dotada de um núcleo de areia e um sistema de drenagem de fundo com fechamento à montante por sistema de comportas.

De acordo com o projeto detalhado da Contenção a Jusante – Manual de Operação, os taludes de montante e jusante têm declividade de 2H:1V, sendo que o talude montante apresenta um berma perto do pé (EL.867m), com o intuito de gerar uma camada protetora do sistema de geossintéticos e também dar acesso aos equipamentos de manutenção da comporta. No talude jusante ressalta-se que na saída do dreno de fundo (portanto ponto de menores elevações no

pé do talude), o talude é mais brando (10H:1V).

Nas proximidades do ponto mais baixo do talude montante, mais próximo da ombreira esquerda, há uma estrutura de concreto, denominada tomada d'água, a qual possui quatro galerias que ligam o córrego (a montante) com dreno de fundo à jusante. Na entrada desta estrutura de concreto, em cada uma das quatro galerias, são dispostas quatro comportas do tipo vagão, as quais devem ser acionadas e fechadas em caso de ruptura da B3/B4. Para não permitir fluxo de água e lama (cenário pós-ruptura), para o dreno de fundo, este último é envelopado na parte superior com uma camada de geossintéticos que não permitem que haja fluxo para o dreno de fundo.

O sistema de geossintéticos é formado por uma camada de geomembrana protegida por camada dupla de geotêxteis nas duas faces, e conta com uma camada de geogrelha para redução nas deformações e adicionalmente conta com camadas de areia e transições de 0,70m cada (nas faces superiores e inferiores). Este sistema está ancorado nos taludes laterais escavados do dreno de fundo a partir de valas de ancoragem e está também ancorado no muro de concreto que atravessa a estrutura de tomada d'água e encontram as ombreiras. Sendo assim, após ruptura hipotética, a água proveniente da lama não consegue passar pelas comportas e tomada d'água e nem consegue acessar o dreno de fundo, tendo necessariamente que percolar pelo núcleo de areia ou pela fundação para continuar seu fluxo para jusante.

O percurso natural do córrego no trecho logo à montante da tomada d'água é revestido por enrocamento argamassado e a montante deste será mantido o acesso de veículos à obra, o qual é formado por blocos de rocha e possui taludes de jusante de 3H:1V e forma um acesso molhado.

A Figura 4-12 apresenta o arranjo geral da Contenção a Jusante

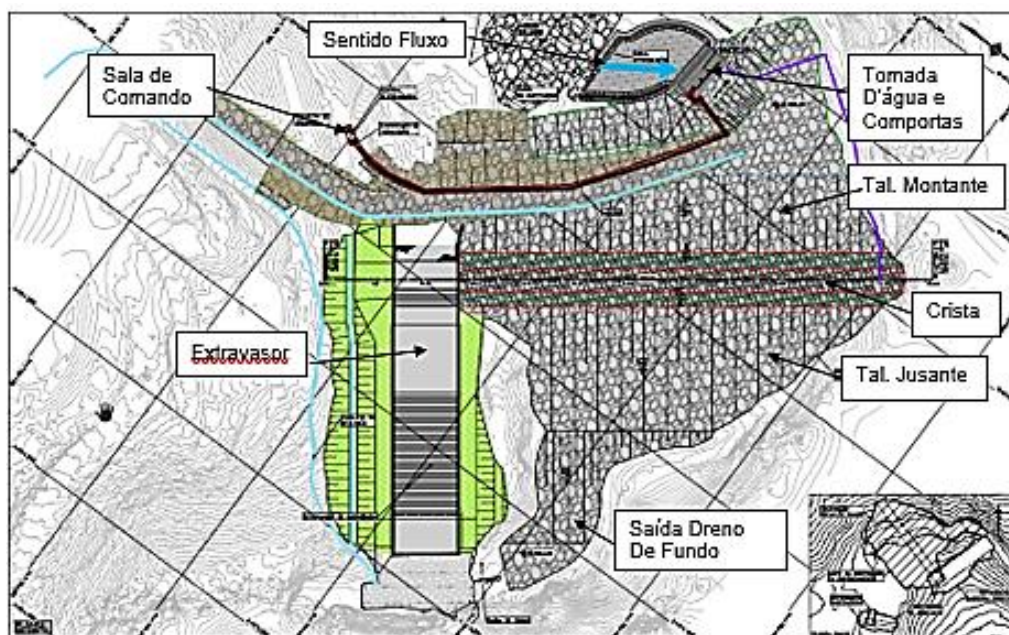


Figura 4-12 – Arranjo Geral da Estrutura de Contenção (Geostavel, 2021)

O dreno de fundo foi executado no caminhamento do córrego após a limpeza e remoção de toda matéria orgânica e materiais transportados (colúvios e alúvios), tanto no fundo como nos taludes laterais. Especificamente no fundo, todo solo foi removido permanecendo apenas rocha sã ou rocha alterada.

Nos taludes laterais, porém, alguns locais permaneceram com solo exposto e por este motivo há em toda a lateral do dreno de fundo, proteção com transições de areia, brita 0, brita 3, pedra de mão. O intuito da proteção das laterais é o de evitar erosão com o fluxo passando pelo dreno (cenário normal de operação) e evitar *piping* (cenário de ruptura da B3/B4, ocasionando fechamento das comportas e enchimento do reservatório).

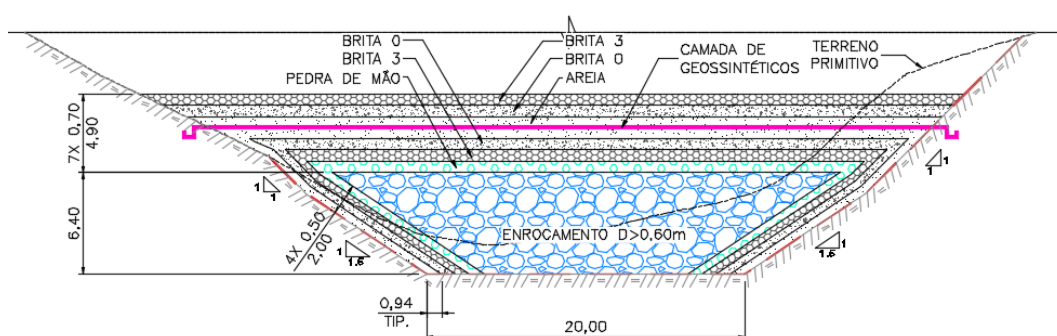


Figura 4-13 – Seção Típica do Dreno de Fundo (Geostavel, 2021)

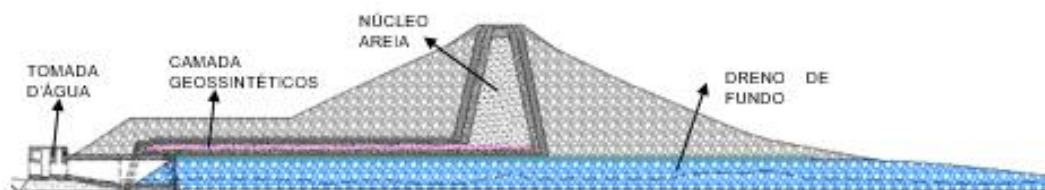


Figura 4-14 – Perfil longitudinal do dreno de fundo (Geostavel, 2021)

Já no contato com a ombreira direita, a estrutura conta com um extravasor em concreto retangular. O sistema extravasor de emergência foi verificado quanto à sua capacidade de vertimento, considerando-se as vazões efluentes simuladas no trânsito de cheias, TR 500 anos e 1.000 anos. Os trechos que compõem o sistema extravasor de emergência são: emboque (trecho lento), 1º trecho em degrau (trecho rápido); 2º trecho liso (trecho rápido); 2º trecho em degrau (trecho rápido) e bacia de dissipação.

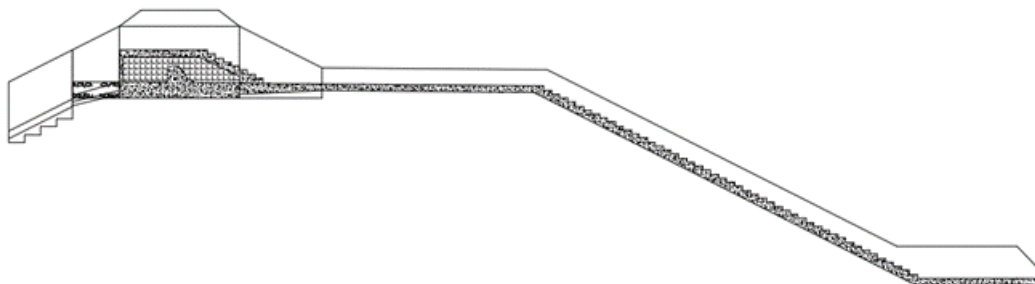


Figura 4-15 - Perfil longitudinal do Extravaso (Geostavel, 2021)

Por fim, na ombreira direita foi implantada uma sala de comando local, a qual conta com um grupo hidráulico e um painel de acionamento dos responsáveis pela operação hidráulica das comportas. Há também um sistema de telemetria responsável pelo controle remoto das comportas.

A Tabela 4-5 apresenta os dados gerais da ECJ B3/B4

Tabela 4-5 -Dados Gerais da Contenção a Jusante

DADOS GERAIS	
Nome da estrutura	Contenção Jusante B3/B4
Coordenadas UTM (Datum SAD69)	614.050E/7.784.350N
Finalidade	Contenção de Ruptura
Empresa projetista	Geoestável (Detalhado, 2019/2020)
Empresa construtora	Construtora Brasil (2019) cota 884m e Barbosa Melo cota 888m (2020)
Empreendedor	VALE S.A.
CNPJ	33.592.510/0433-92
Endereço	-
Telefone	-
Diretoria	-
Departamento	-
Complexo	-
Mina	Mina Mar Azul
CARACATERISTICAS GEOMÉTRICAS	
Altura final	33,0 m
Elevação da base	855,00 m
Elevação de crista	888,00 m
Inclinação do talude geral	1,0V:2,0H
Largura da crista	9,50 m
Comprimento da crista	221,0 m
Volume máximo do reservatório	6.762.500 m³
Volume do reservatório até soleira (EL.883m)	4.635.7760 m³



DADOS GERAIS	
Área do espelho d'água (EL.883m)	0,48 km ²
Tipo de seção	Enrocamento com Núcleo de Areia
DRENAGEM INTERNA	
Dreno de Fundo de blocos de diâmetro mínimo de 0,60m e núcleo de areia.	
INSTRUMENTAÇÃO	
Tipo de Instrumento	Quantidade
Régua Liminimétrica	23
Marcos Recalque na ECJ	5
Marcos de Referência na ombreira	2
SISTEMA DRENO DE FUNDO	
Tomada D'água	Composto por 4,0 galerias de concreto e Dreno de 100m ²
Seção das galerias (m)	Quadrada (2,50 x 2,50 entrada) (5,20 x 4,82 saída)
Soleira das galerias (m)	855,75
Comprimento galerias (m)	34,15
Comprimento do dreno de Fundo (m)	200,00
Comportas Vagão	4,0
Comporta Ensecadeira Montante	4,0
Comporta Ensecadeira Jusante	4,0
RESERVATÓRIO E SISTEMA EXTRAVASOR	
Chuva de projeto (TR=500 anos)	224,0 mm
Área da bacia	65,00 km ²
Tempo de concentração	12 horas
Nível normal de operação	856,00 m
Nível máximo maxiorum (1.000 anos)	886,76 m
Borda livre (m)	0,74
Vazão máxima afluyente (500 anos) m ³ /s	300,56
Vazão máxima afluyente (1.000 anos) m ³ /s	337,09
Vazão máxima defluente (500 anos) m ³ /s	260,38
Vazão máxima defluente (1.000 anos) m ³ /s	293,67
Seção sistema extravasor	RETANGULAR 23,50m x 5,0m
Revestimento	Concreto Armado
EMBOQUE	
Largura (m)	23,50
Comprimento (m)	11,00
Revestimento	Concreto Armado
PRIMEIRO TRECHO EM DEGRAU	
Largura (m)	23,50 a 25,00



DADOS GERAIS	
Comprimento (m)	7,00
Altura (m)	5,00
TRECHO LISO	
Largura (m)	25,00
Comprimento (m)	35,30
Altura (m)	2,00
SEGUNDO TRECHO EM DEGRAU	
Largura (m)	25,00
Comprimento (m)	52,55
Altura (m)	2,00
BACIA DE DISSIPAÇÃO	
Largura (m)	25,00
Comprimento (m)	15,00
Altura (m)	4,00
CANAL DE RESTITUIÇÃO	
Largura (m)	VAR.
Comprimento (m)	40m (Enrocamento)

Fonte: Manual de Operação, Geostável (2021)

4.3.1 Ensacadeira

Antecedente ao início das obras da Estrutura de Contenção a Jusante, fez-se necessário a implantação de uma ensacadeira a montante do curso d'água, proporcionando um ambiente de trabalho seco, para a execução da obra do dreno de fundo.

4.3.2 Seções do maciço

O maciço da ECJ pode ser caracterizado dividindo-se em dois trechos:

Porção a montante

Porção no qual foram implantadas as estruturas de concreto da tomada d'água, constituídas pela câmara das comportas e o muro de gravidade de ancoragem da câmara nas ombreiras; o sistema de geossintéticos constituído por geomembrana, camada dupla de proteção de geotêxtil não tecido e geogrelha para distribuição das tensões do maciço; o maciço de enrocamento, sendo uma parte em talude 2H:1V e uma berma na El. 868m que cobrirá a laje de fechamento das estruturas de concreto, conforme pode ser observado na Figura 4-16 e Figura 4-17.

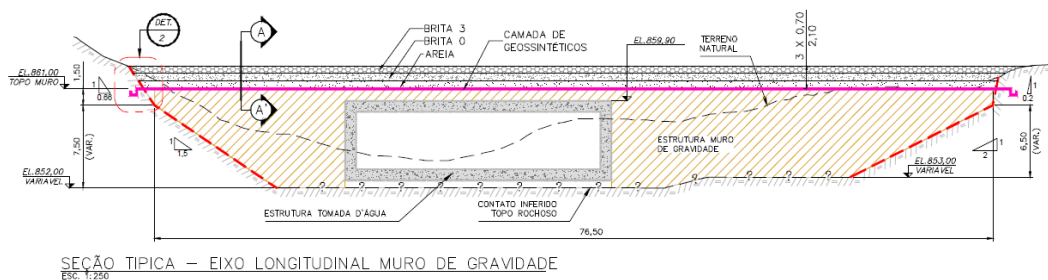


Figura 4-16 - Perfil longitudinal do muro de gravidade (Geoestável, 2019)

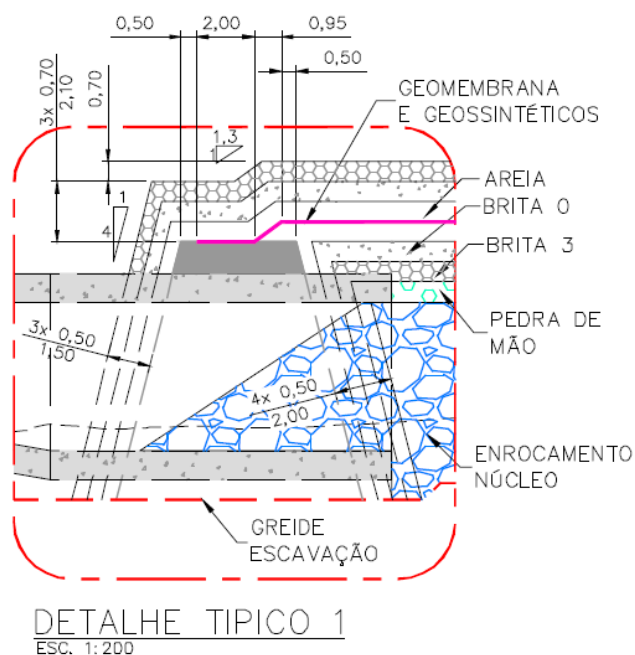


Figura 4-17 - Detalhe típico do contato das estruturas de concreto com o aterro (Geoestável, 2019)

Destaca-se que o sistema de geossintéticos está envolto por camadas de areia acima e abaixo em toda sua extensão. Assim, foram previstas as seguintes transições, do dreno de fundo para a camada de areia abaixo dos geossintéticos e da camada de areia superior para o enrocamento do maciço, conforme apresentado na Figura 4-18.

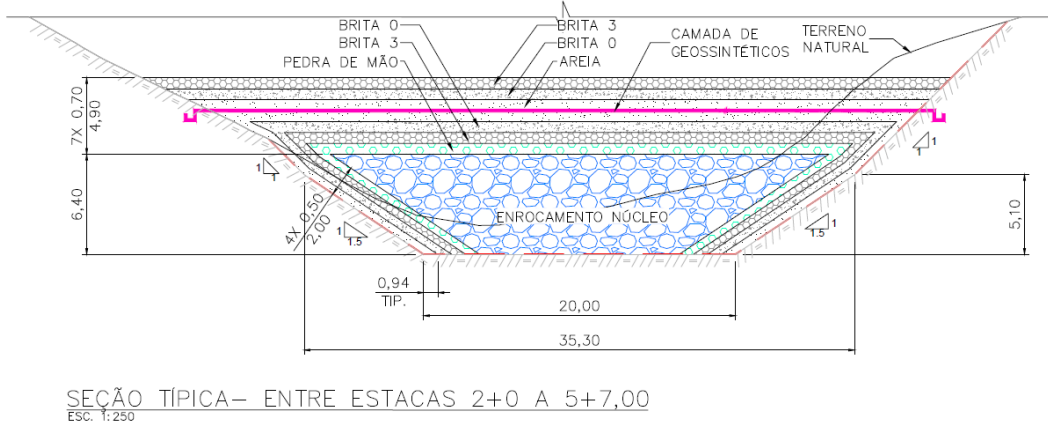
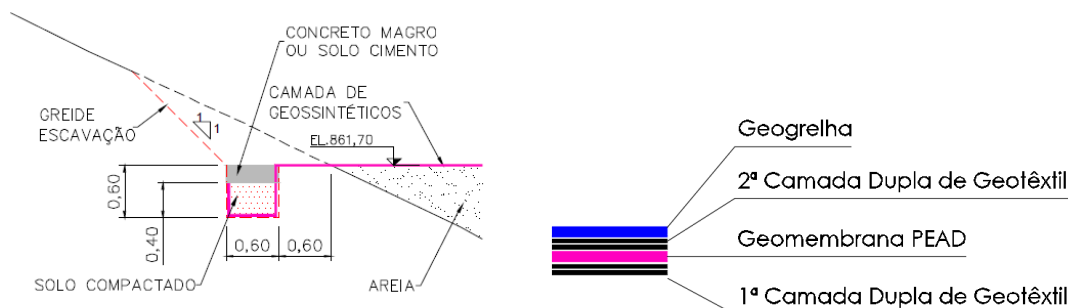


Figura 4-18 - Seção típica da estrutura de contenção a montante do núcleo. (Geoestável, 2019)

O sistema de geossintéticos foi ancorado nos taludes das ombreiras em valas escavadas de 60cm por 60cm e reaterradas conforme detalhe apresentado na Figura 4-19 e Figura 4-20



DETALHE TÍPICO 2
ANCORAGEM GEOMEMBRANA EM SOLO
SEM ESCALA

Figura 4-19 – Detalhe típico de ancoragem dos geossintéticos (Geoestável, 2019)

Figura 4-20 - Representação esquemática dos geossintéticos aplicados. (Geoestável, 2019)

Porção a jusante

Já a porção a jusante como não se fez necessária a instalação da camada de geossintéticos, foi projetado a transição apenas do enrocamento selecionado do dreno de fundo para o não selecionado do maciço com uma camada de pedra de mão, conforme seção apresentada a seguir.

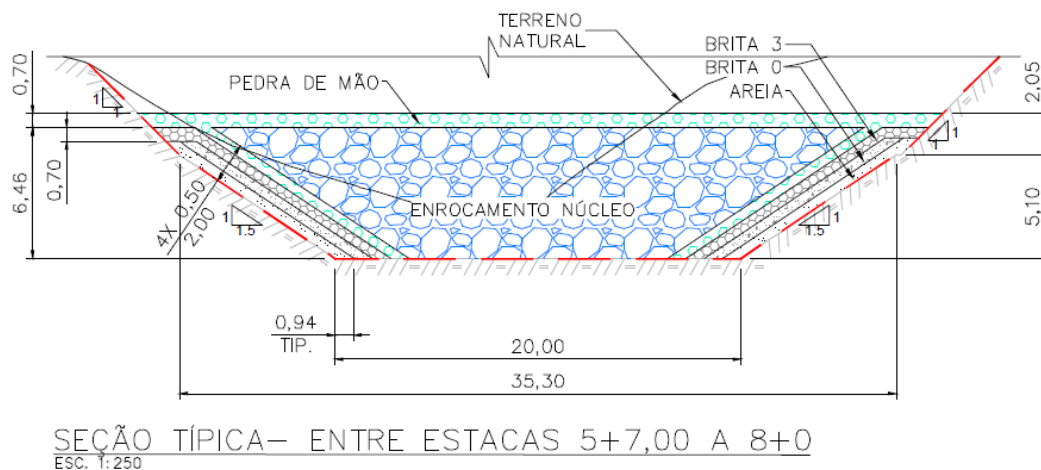


Figura 4-21 – Seção típica da estrutura de contenção a montante do núcleo. (Geoestável, 2019)

Ressalta-se que o dreno de fundo percorre toda a extensão sob o maciço, desde a estrutura de concreto da tomada d'água até o término do aterro a jusante, sendo seu trecho final implantado com uma inclinação de 10H:1V.

A granulometria dos materiais utilizados na contenção, estão apresentadas na Tabela 4-6 a seguir.

Tabela 4-6 - Materiais de construção

Material	D85 (mm)	D15 (mm)
Areia	1,2 a 2,0	0,3 a 0,5
Brita 0	8,50 a 9,50	4,0 a 5,5
Brita 3	36,0 a 45,0	25,0 a 30,0
Enrocamento	370,0 a 520,0	130,0 a 180,0

Fonte: Projeto Detalhado Contenção de Jusante, Geoestável (2019)

A ECJ das barragens B3/B4, da mina Mar Azul, mobilizou fornecedores dos municípios de Contagem, Betim, Ribeirão das Neves e Santa Luzia, que juntos forneceram cerca de 588 mil toneladas de insumos para sua construção Figura 4-22 (NERI et al.,2021).

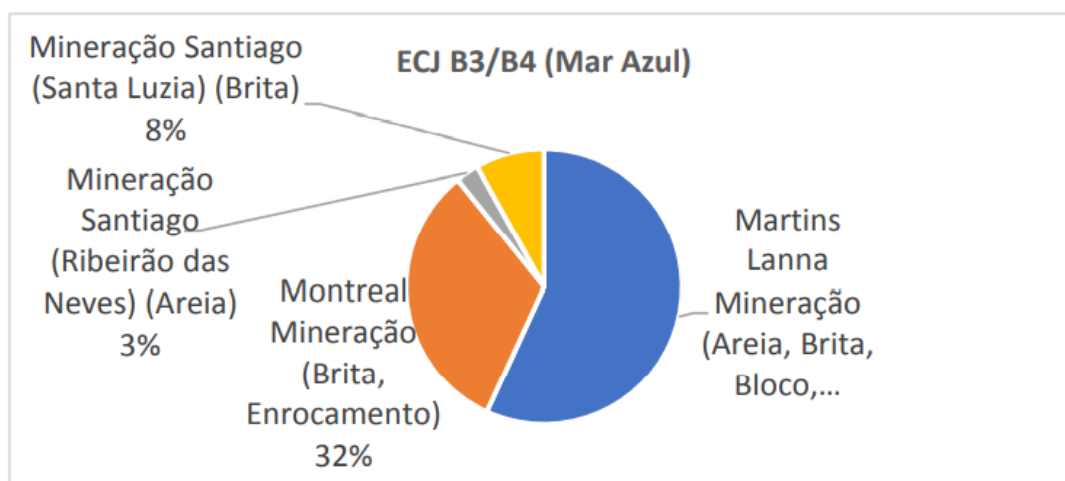


Figura 4-22 – Participação de empresas da região metropolitana no fornecimento de material para construção da ECJ B3/B4 (NERI et al., 2021)

4.3.3 Dreno de Fundo

O dreno de fundo é um sistema de drenagem implantado que além de atender as vazões médias do riacho, atende também as vazões ordinárias de chuva.

O dreno é composto por blocos de rocha com diâmetro mínimo de 60cm e uma área útil transversal mínima de 100m². Conforme citado anteriormente, o dreno atende as vazões médias do córrego, estimadas em 1m³/s, e deverá também atender às vazões de chuvas intensas de modo a não gerar uma área de alagamento superior àquela apresentada no estudo de Dam Break.

A curva Cota x Volume do dreno de fundo segue apresentada na Figura 4-23.

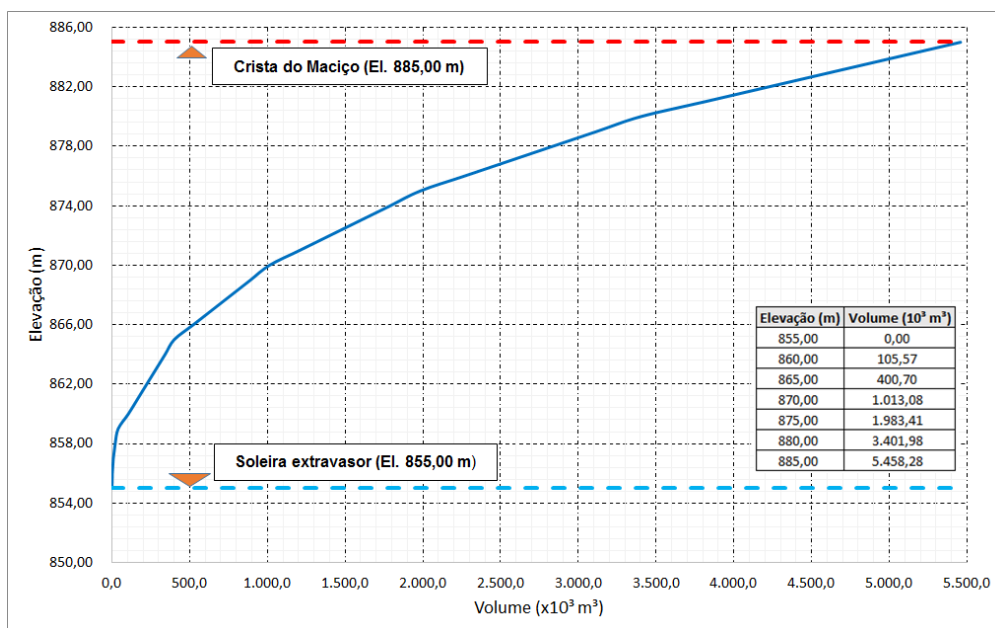


Figura 4-23 - Curva Cota X Volume do reservatório da contenção de jusante a partir da cota do emboque do dreno de fundo.

Já a Figura 4-24 apresenta as vazões até a cota 884m, que equivale a 2 m abaixo da crista. Estes valores foram usados para a obtenção do trânsito de cheias no reservatório.

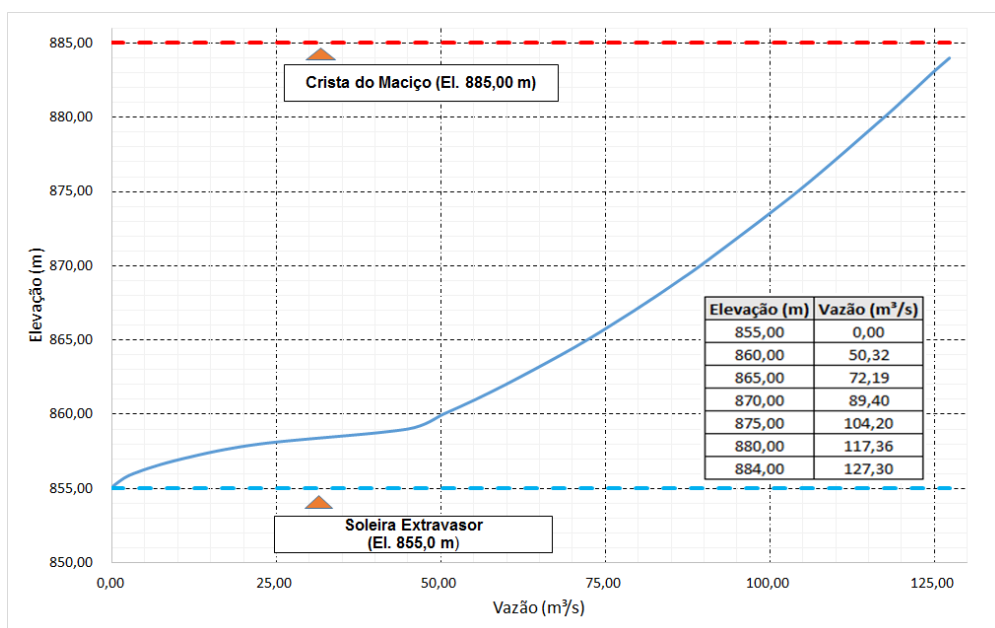


Figura 4-24 – Curva Cota X Volume do reservatório da contenção de jusante a partir da cota do emboque do dreno de fundo.

O dreno de fundo foi dimensionado avaliando também o trânsito de cheias, utilizando o método de Puls Modificado. A partir dos resultados da modelagem hidrológica, pode-se concluir que o dreno de fundo é capaz de suportar as vazões decorrentes da chuva com duração crítica associada a um TR de 25 anos. A máxima sobrelevação dada a passagem dessa cheia é de aproximadamente, 870,50m.

4.3.4 Estrutura de tomada

A estrutura de emboque / tomada d'água foi projetada e instalada a montante do dreno de fundo para que, no caso de uma eventual ruptura da barragem B3/B4, seja possível impedir a passagem da lama para jusante pelo próprio dreno de fundo.

O enrocamento que compõe o dreno de fundo é formado por rochas com diâmetro mínimo de 60cm, portanto os vazios esperados são da ordem de dezenas de centímetros e, portanto, é importante fechar, ou vedar a entrada do dreno com o intuito de evitar que a lama passe por seus vazios. Estima-se que a lama que chegará até a contenção esteja diluída em relação àquela logo a jusante da estrutura, uma vez que as velocidades até chegar na contenção já estarão reduzidas e possivelmente haverá sedimentação de parte dos sólidos além de haver contribuições de água no caminho. Deste modo, sem o fechamento da entrada do dreno de fundo a lama deverá passar quase que totalmente pelo dreno de fundo.

A estrutura é constituída por dois elementos principais, a tomada d'água em concreto armado, subdividida internamente em 4 septos onde foram instaladas uma comporta vagão em cada, e um muro de gravidade, que une a estrutura da tomada d'água com as ombreiras das margens esquerda e direita, conforme Figura 4-25.

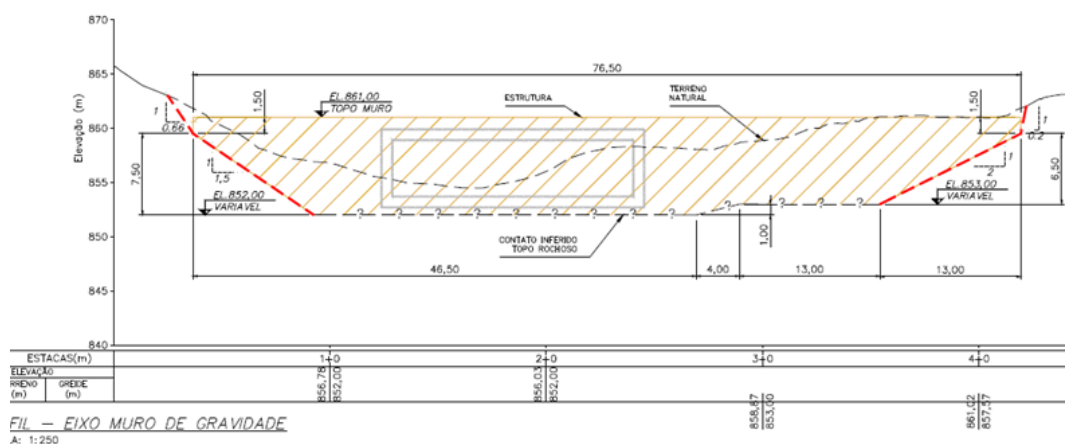


Figura 4-25 – Perfil do Eixo do Muro de Gravidade (Geoestável, 2019)

4.3.5 Sistema extravasor

A estrutura conta também com um sistema extravasor de emergência, que foi escavado na ombreira direita de modo a atender a tempo de recorrência de 1.000 anos evitando o galgamento da contenção.

Conforme mencionado anteriormente para condições normais de operação (sem ocorrência de ruptura) nas quais as comportas estarão abertas, o dreno de fundo consegue absorver eventos de tempo de recorrência de até 1.000 anos. Porém, para o caso de ruptura, em que as comportas deverão ser fechadas, foi dimensionado um extravasor para atender a tempo de recorrência de 1.000 anos mesmo após a ocorrência da ruptura.

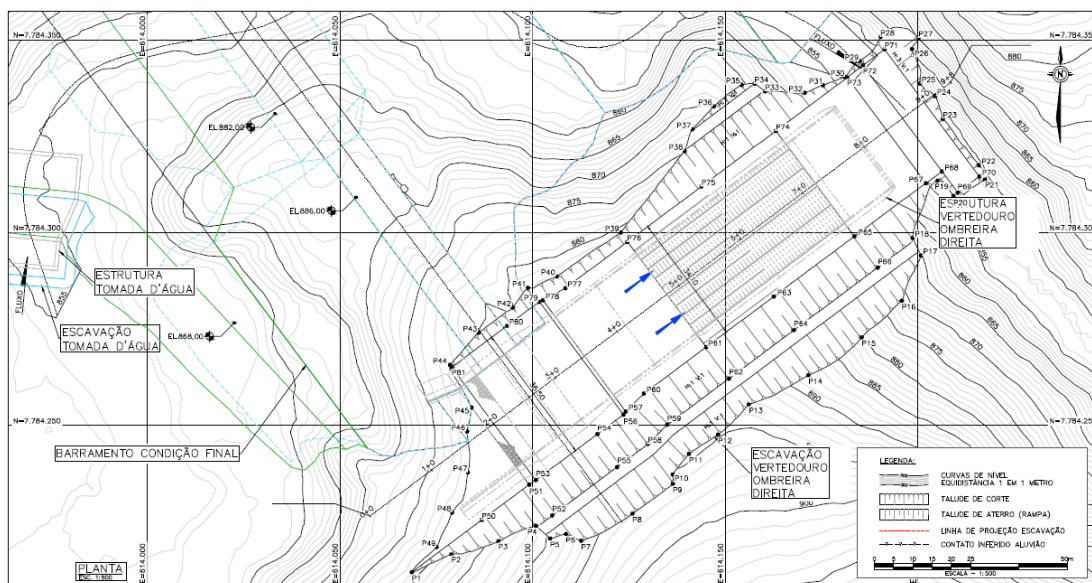


Figura 4-26 - Planta do sistema extravasor de emergência da ECJ B3/B4 (Geoestável, 2019)

4.3.5.1 Reservatório

De acordo com o Manual de Operação desenvolvido também pela Geoestável em 2021, o reservatório foi dimensionado para conter todo o volume compreendido pela soma de todo o rejeito armazenado na Barragem B3/B4, além de o volume dos maciços dos diques iniciais e alteamentos desta estrutura e parte da PDE X que seria mobilizada. A soma destes volumes acrescida do volume de água livre associado ao evento de PMP na barragem B3/B4 deverá ser totalmente absorvida pela contenção e totaliza 3,1Mm³ de acordo com estudo de *Dam Break* mais recente desenvolvido pela empresa Fugro.

Considerando a ruptura ocorrendo em um dia seco, o volume entre a cota ocupada por todo o volume mobilizado no *Dam Break* (EL. aproximada 879m) até a soleira do extravasor é de cerca de 1,5Mm³. O evento PMP adotado para o *Dam Break* tem duração de 6h, e este volume livre remanescente (1,5Mm³), é o suficiente para absorver as 5 primeiras horas do evento sem gerar vertimento. Para tal, assumiu-se que o evento de ruptura ocorreria no pico do evento de PMP de 6h e que a última hora das 6h de chuva causará vertimento, porém a retenção de sedimentos do reservatório será de grãos de silte médio ou maiores.

A contenção foi projetada de modo que o seu dreno de fundo funcione como um sistema de drenagem da água do riacho, devendo atender não somente às vazões médias de longo de termo (área de drenagem é de 65,00km² correspondendo a uma vazão de 0,85m³/s), como também as vazões ordinárias de chuva.

O reservatório da contenção de jusante tem sua elevação mais baixa na El. 855,00 m, elevação da crista, considerando-se a crista do núcleo arenoso do maciço, na El. 884,50 m e a elevação do sistema extravasor de emergência foi prevista na El. 881,00 m, conforme curva Cota x Volume apresentada na Figura 4-27.

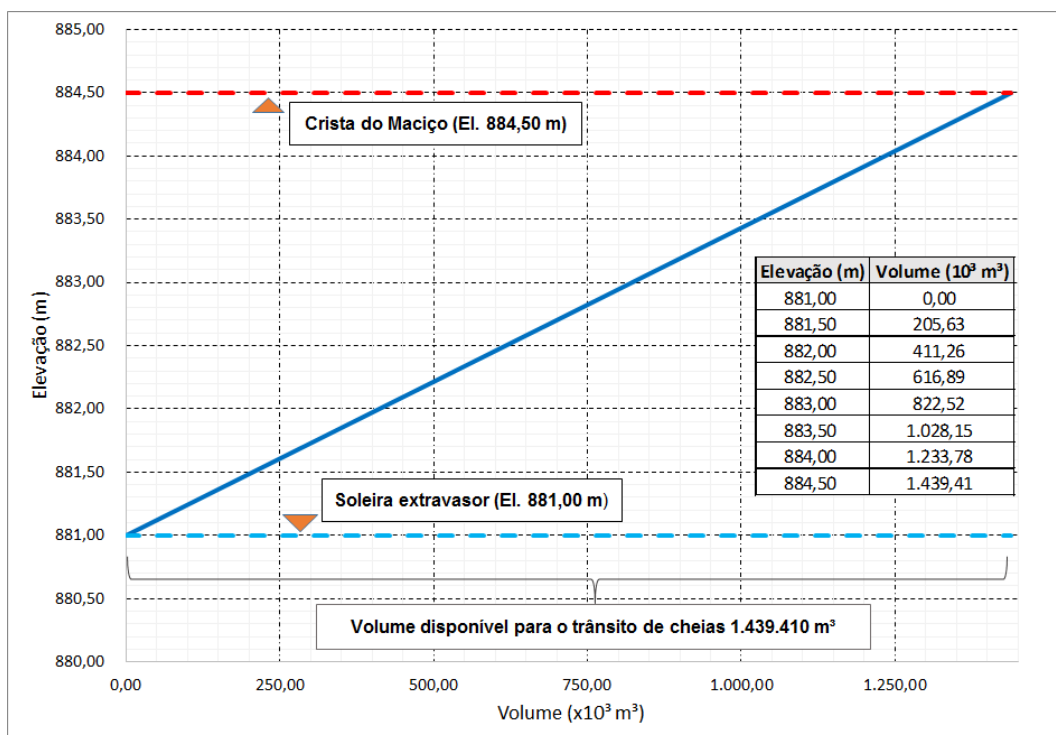


Figura 4-27 - Planta do sistema extravasor de emergência da ECJ B3/B4 (Geoestável, 2019)

O sistema extravasor é revestido com concreto e tem dimensões de 25,0 m de largura e 3,50 m de altura nas proximidades do Creager.

A curva cota x descarga está apresentada na Figura 4-28.

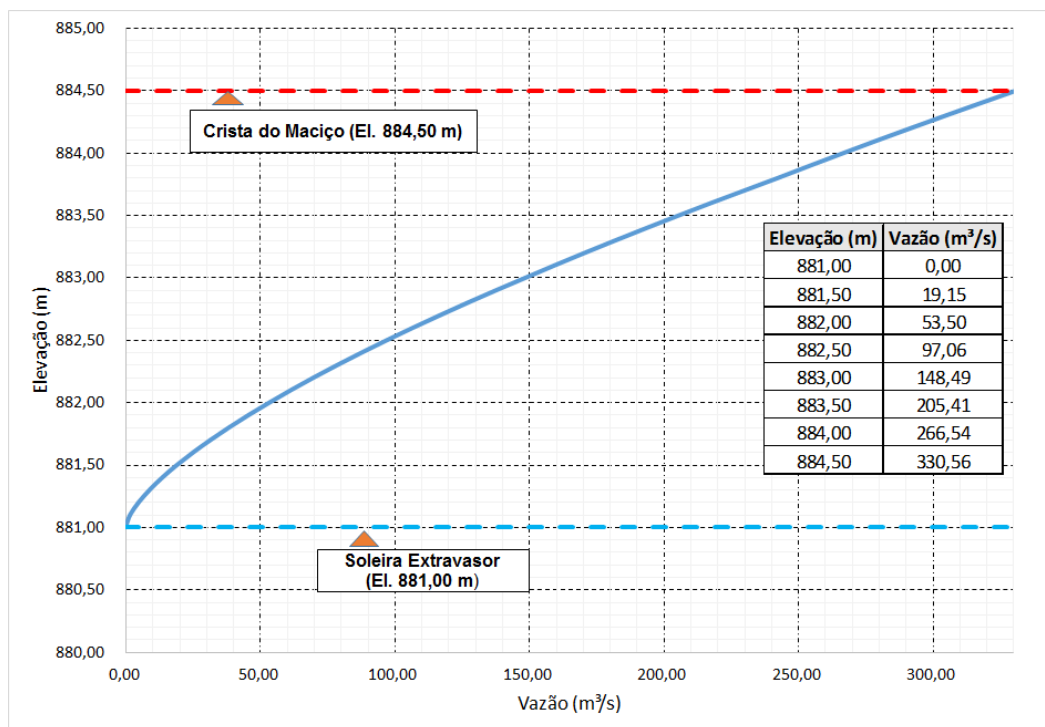


Figura 4-28 - Planta do sistema extravasor de emergência da ECJ B3/B4 (Geoestável, 2019)



4.3.5.2 Avaliação do trânsito de cheias

Realizou-se o trânsito de cheias no HEC-HMS 4.2.1, por meio da propagação da cheia pelo método de Puls Modificado.

Ressalta-se que o sistema foi dimensionado para o período de retorno de 500 anos. A Tabela 4-7 apresenta um resumo do trânsito de cheia para o TR 500 anos e para o TR 1.000 anos.

Tabela 4-7 - Síntese do Trânsito de Cheias no Reservatório da ECJ

Resultados – Extravasor de Emergência Contenção de Jusante		
Cheia de Projeto (TR) (anos)	500	1.000
Duração da chuva de projeto ¹ (horas)	10	10
Altura da chuva de projeto (mm)	215	230
Elevação da crista do núcleo arenoso do maciço (m)	884,50	884,50
Elevação do NA máx. Normal (m)	881,00	881,00
Vazão máxima afluente (m³/s)	306,51	343,58
Vazão máxima efluente (m³/s)	278,59	314,09
NA máximo <i>maximorum</i> (m)	884,10	884,38
Volume do hidrograma afluente (x 10³ m³)	6.217,88	6.982,06
Volume utilizado no trânsito de cheias (x 10³ m³)	1.273,64	1.387,82
Borda livre remanescente ² (m)	0,40	0,13

Fonte: Projeto Detalhado Contenção de Jusante, Geoestável (2019)

4.3.6 Supressão vegetal

A execução das obras para a construção da Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4, juntamente com as áreas acessórias, demandaram intervenção emergencial em vegetação.

Estas foram executadas mecânica e/ou manualmente, com utilização de equipamentos adequados, atentando-se para as áreas saturadas onde foi dada preferência aos equipamentos manuais por serem mais leves, impactando menos a área. As intervenções foram executadas nas áreas estritamente necessárias, utilizando nesses serviços, técnicas, procedimentos e métodos de trabalho que minimizem o impacto ambiental.

¹ Chuva de Projeto é aquela cuja duração gera a maior sobrelevação do nível de água (NA) no interior do reservatório, quando da passagem da cheia decorrente dessa chuva (chuva de projeto).

² É definida como sendo a borda livre associada ao nível de água máximo calculado pelo modelo hidrológico, no momento da passagem da cheia de projeto.



A Tabela 4-8 apresenta o uso do solo e cobertura vegetal da área de ocupação do projeto.

Tabela 4-8 - Áreas mapeadas para intervenção necessárias à construção da ECJ B3/B4

Uso do solo	Dentro de APP (ha)	Fora de APP (ha)	Total (ha)	Total (%)
FESD-M	3,3	6,76	10,06	30,90
Cerrado <i>stricto sensu</i>	-	4,86	4,86	14,93
Campo Sujo	0,02	10,01	10,03	30,80
Campo Limpo	0,05	7,56	7,61	23,37
TOTAL	3,37	29,19	32,56	100

4.3.7 Estruturas de apoio

Para implantação e conclusão das obras da Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4, fez-se necessário a implantação de estruturas de apoio como canteiros de obras, acesso e central de concreto.

É válido ressaltar que tais estruturas de apoio são objeto de regularização do presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA), juntamente com a Estrutura de Contenção, porém, sua operação não se limitou a conclusão da ECJ.

Destaca-se que a barragem B3/B4 encontra-se em processo de descaracterização, e as estruturas de apoio caracterizadas a seguir continuam em funcionamento.

As informações apresentadas são referentes a etapa de construção da ECJ.

4.3.7.1 Acesso

No ano de 2019 foi desenvolvido pela empresa ECB – Empresa Construtora Brasil o projeto de acesso às obras de construção da Estrutura de Contenção.

De acordo com o projeto geométrico, apresentado também no PUP desenvolvido pela empresa Total Meio Ambiente em 2020, o eixo do acesso do projeto tem 2.529,70 m de extensão, enquanto a largura das faixas de rolamento segue o definido para a via, cuja metragem é de 3,60 m para cada lado, acrescido de 0,5m como margem de segurança, enquadrando-se nos valores recomendados para faixas de rolamento pavimentadas pelo DNIT.

Além das características retromencionadas, foi executado um ombro de terraplanagem de 1,40m para cada lado, utilizado para instalação dos dispositivos de drenagem e das placas de sinalização vertical. Salienta-se que o sistema de drenagem superficial é composto por valetas de proteção de crista de corte e pé de aterro, sarjetas de plataforma de borda de aterro e sarjetas de plataforma de corte.

A seção da geometria de acesso pode ser observada na Figura 4-29

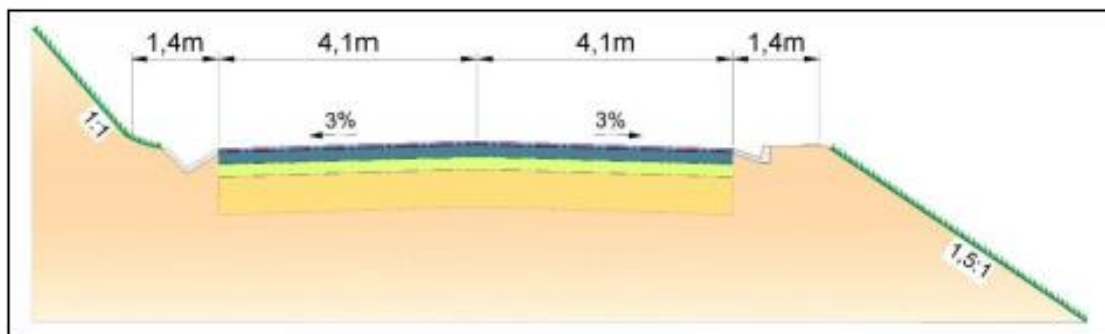


Figura 4-29 - Seção transversal da geometria de acesso (Total, 2020)

Congruente a imagem, foi definido em projeto que a seção do acesso seria coroada ao meio, apresentando um caimento de 3% para ambos os lados.

Na Figura 4-30 encontra-se ilustrada a estrutura de acesso.



Figura 4-30 - Construção do acesso (Vale, 2019)

4.3.7.2 Canteiro de obras

Foi implantado e utilizado como estrutura de apoio às obras emergenciais da ECJ B3/B4 o canteiro de obras localizado em uma propriedade arrendada pela Vale S.A.

A estrutura é composta por refeitório, área de vivência, escritório da empreiteira, escritório da Vale, ponto de atendimento médico/ambulância, almoxarifado, vestiários e banheiros, casa-

gerador, depósito de água, estacionamento de veículos, estacionamento de ônibus, portaria, laboratório/topografia, central de ferro/forma, oficina mecânica, estoques de materiais, DIR – depósito intermediário de resíduos, depósito de resíduos perigosos, ETE – estação de tratamento de efluentes, SAO – Separador de água e óleo, tanque de diesel de 15m³

A Figura 4-31 apresenta o canteiro de obras implantado para apoio das atividades de construção da ECJ B3/B4.



Figura 4-31 – Canteiro de obras da obra de Estrutura de Contenção B3/B4 (Total, 2020)

4.3.7.3 Central de concreto

Adjacente à via de acesso à obra, foi implantada também uma central de concreto (solicitação no SLA 2020.05.01.003.0001671, relacionada à 2020.03.01.003.0000812) que apresenta uma capacidade nominal de 35 m³/h, que durante a obra foi operada pela empresa contratada para a construção da Estrutura de Contenção, a Empresa Construtora Brasil – ECB.

Para as obras da ECJ B3/B4 se fez necessário o uso da central de contrato para a construção da estrutura de tomada de água, para o muro de concreto que atravessa a estrutura de tomada d'água e para a implantação do sistema extravasor.

O processo de produção do concreto utilizado nas obras consistia na mistura de cimento, agregados pétreos, areia artificial, água e aditivo. A central de concreto realizava a mistura desses elementos, deixando-os o mais homogêneo possível.

As matérias-primas que compreendem cimento, brita e areia artificial para a produção de concreto eram adquiridas de empresas fornecedoras da região, tendo como critério básico a qualificação dos fornecedores com licença ambiental.

Essas matérias-primas, com exceção do cimento, foram transportadas e recebidas em carretas e descarregadas em baias identificadas em pátios a céu aberto na área da central de concreto.



A retomada das matérias-primas das baias foi realizada por meio de pá carregadeira que alimenta os silos de agregados para pesagem.

Após a pesagem, a massa de matérias-primas seguia, por meio de uma correia transportadora, até o local da misturadora ou betoneira, onde ocorria a mistura com o cimento, água e aditivo. A área de alimentação das matérias-primas na central de concreto estava localizada em área aberta com controle por umectação para evitar poeira.

Já o cimento era transportado por caminhões tipo graneleiro. A descarga do cimento dos caminhões era feita hermeticamente, por meio do compressor do próprio caminhão, e enviada diretamente para o interior dos silos. No ponto de alimentação do cimento no silo, foi utilizado um sistema de desempoeiramento por meio de filtros de mangas. Na parte inferior do silo, um sistema de balança realizava a pesagem do cimento para o controle da dosagem do concreto.

O aditivo de concreto era recebido na planta a granel e bombeado para os reservatórios de armazenamento. Os tanques de armazenamento de aditivo possuíam uma bacia de contenção para eventuais vazamentos. No momento da descarga, o aditivo era dosado através de balanças, dependendo do traço do mesmo. Nesse mesmo processo, um sistema de alimentação de água por meio de balança específica dosava a água, dependendo do traço do concreto (relação entre cimento: areia: brita: água).

4.3.7.4 Área de Disposição de Material Excedente - ADME e áreas de estoque de material de construção

Foi utilizado como apoio às obras, quatro áreas para disposição de materiais de construção e duas áreas de disposição de materiais excedentes – ADME.

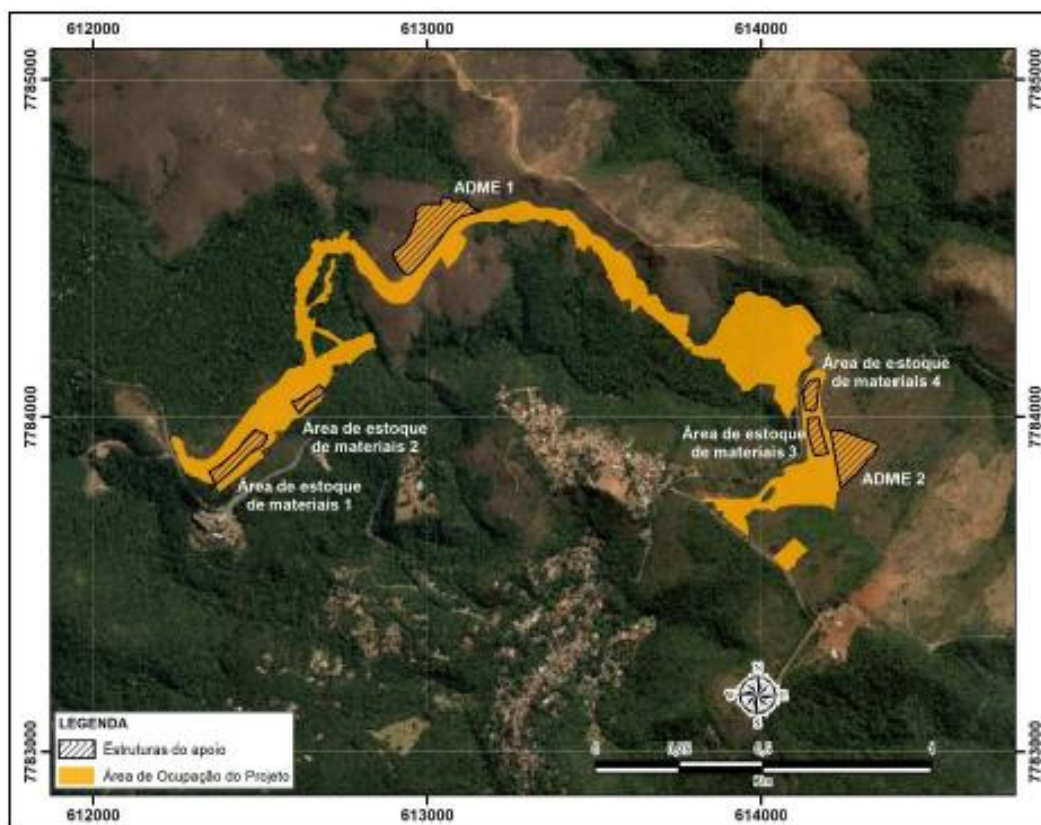


Figura 4-32 - Localização das áreas de disposição de material (Total, 2020)

4.3.7.5 Apoio

O abastecimento de água para a realização das obras emergenciais da Estrutura de Contenção são divididas em água bruta e água potável. A água bruta foi utilizada principalmente para controle ambiental referente à umectação de acessos, vias e áreas de manobras de máquinas e equipamentos, além de suprir também as demandas da central de concreto e do canteiro de obras. A água bruta é proveniente de captações outorgadas pela Vale S.A. Os processos de outorgas estão descritos no item 4.2.3.6 – outorgas, deste estudo.

Já a água potável para consumo humano é mineral e foi fornecida por meio de caminhões pipa da empresa grupo C&C Locações, contratada pela empresa Barbosa Melo.

Com relação ao combustível utilizado, este foi proveniente dos postos da região e fornecido por meio de caminhão comboio para os equipamentos utilizados nas obras.

Sobre a energia elétrica, o fornecimento se dá por meio de geradores a diesel de 110kVA.

4.3.7.6 Equipamentos

Os principais equipamentos utilizados para a execução do projeto são apresentados na Tabela 4-9.



Tabela 4-9 - Equipamentos utilizados para a execução do projeto

Equipamento	
Bomba de concreto SCHWING BP-2000 HD	Escavadeira s/ Esteiras 20 t c/ Martelo Hidr
Caminhão auto bomba concreto com mastro 36 m	Guindaste 60 T
Caminhão basculante 6X4 16 m ³	Guindaste sobre rodas terex RT230
Caminhão basculante 8X4 22 m ³	Motoniveladora CAT 140 H
Caminhão betoneira 6X4 8 m ³	Perfuratriz pneumática PWH 500 (64-115MM) - 1T
Caminhão guindauto 4X2 15 TON	Retroescavadeira 4X4 NEW HOLLAND LB90
Caminhão pipa 6X4 - 18.000 L	Rolo compact. vibrat. liso 10T -12T
Carregadeira de pneus 17-22T@210HP 3,0 m ³	Rolo compact. vibrat. pé de carneiro 10T 12T
Carregadeira de pneus 22-25T@280HP 4,0 m ³	Rolo compactador tandem dynapac CC-422
Silo em estrutura metálica	Balança

Fonte: Adaptado de Total Meio Ambiente, 2020

4.3.7.7 Mão de obra

Nas obras emergenciais para construção da Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4, foram utilizadas entre mão de obra terceirizada e proveniente do quadro de funcionários interno da Vale S.A, aproximadamente 1.350 profissionais, sendo este número a representação do maior pico de colaboradores envolvidos na obra, uma vez que cada etapa sofreu alterações quanto ao número de profissionais envolvidos.

4.3.7.8 Insumos

Os insumos necessários para a implantação da obra foram: cimento, brita, areia artificial, agregados pétreos, água, aditivos, aço, maquinário para escavação veículos e combustível, biomanta, grama.

Para as atividades de supressão vegetal e decapeamento foram utilizados tratores de esteira e escavadeiras para remoção dos solos, com carregamento sendo feito por pás carregadeiras e o transporte por caminhão de pequeno porte.

4.3.8 Aspectos ambientais

4.3.8.1 Efluentes líquidos

No canteiro de obras os efluentes líquidos estavam associados a geração de efluentes sanitários, provenientes dos banheiros químicos, e efluentes líquidos oleosos, oriundos da oficina mecânica e das casas-geradoras de energia elétrica.



Os sanitários utilizados nos canteiros de obras foram compostos por banheiros químicos com bacias de contenção, sempre posicionados em locais planos, a fim de evitar eventuais vazamentos com consequentes contaminações do solo. Nas áreas de apoio como canteiro de obras, a rede hidrossanitária é interligada a uma ETE.

A limpeza dos banheiros químicos e tanque séptico foi realizada com frequência diária pela empresa Loc Ban/Mg Locações de Equipamento Ltda. Os efluentes eram coletados (sucção) por caminhões de sucção e transportados para destinação final em empresa licenciada - Loctr Tecnologia Resíduos Ltda.

Com relação aos efluentes líquidos oleosos proveniente da oficina, foi instalado uma caixa separadora de água e óleo – CSAO, no qual o óleo era coletado e enviado ao CMD Mutuca para destinação final.

A respeito dos efluentes oleosos oriundos das casas-geradoras de energia, bacias de contenções foram instaladas caso houvesse algum tipo de vazamento, e o resíduo era descartado como resíduo perigoso.

4.3.8.2 Emissões atmosféricas

As emissões atmosféricas (particulados e gases de combustão) emitidas durante as obras para implantação da Estrutura de Contenção B3/B4 foram provenientes da movimentação de máquinas, veículos e equipamentos utilizados durante as atividades de supressão da vegetação, terraplenagem, pavimentação e atividades vinculadas as obras civis.

O controle das emissões de material particulado é realizado por meio de aspersão de água nas áreas trabalhadas e vias de acesso, com a utilização de caminhões-pipa e controle de fumaça preta. O controle de emissões atmosféricas dos veículos e equipamentos a diesel foi realizado por meio da escala de *Ringelmann*, além da manutenção periódica dos veículos e equipamentos, proporcionando a redução da geração de poluentes.

Foram realizadas inspeções visuais para verificar as condições de materiais particulados em suspensão e análise dos resultados de monitoramento realizados nas proximidades das áreas das intervindas.

4.3.8.3 Emissões de ruídos

O ruído gerado nas obras dos projetos foi proveniente da utilização de máquinas, veículos e equipamentos para realização das obras. para minimizar o ruído gerado nessas atividades, foi realizado a manutenção periódica dos equipamentos.

Além da manutenção periódica, durante a fase de implantação foi realizado também o monitoramento de ruído ambiental na área de entorno das obras. Destaca-se que o monitoramento é contínuo, e o mesmo continua sendo realizado, no ponto denominado P-05, próximo ao Condomínio Parque do Engenho.



4.3.8.4 Resíduos sólidos

Através de um sistema de gestão da Vale S.A., os volumes de geração e destinação e tratamento final dos resíduos sólidos foram acompanhados e controlados.

Os principais resíduos gerados consistem em plásticos, papel/papelão, e resíduos não recicláveis gerados nas frentes de obra e principalmente nas áreas administrativas do canteiro de apoio, estes são segregados de acordo com sua origem e são acondicionados em sistemas de coleta seletiva, de acordo com a resolução CONAMA Nº 275/01.

A coleta dos resíduos é realizada diariamente e são armazenados temporariamente no Depósito Intermediário de Resíduos – DIR e sua destinação final é o CMD da Vale, localizado na Mina da Mutuca, onde o resíduo é rastreado até a sua destinação final por empresas licenciadas.

Para o transporte do resíduo até o CMD é elaborado um MID – Manifesto Interno de Descarte.

A Figura 4-33 e a Figura 4-34 apresentam exemplos de coletores e depósito Intermediário de Resíduos instalados no canteiro de obra.



Figura 4-33 – Exemplo de coletores de resíduos – Canteiro de obras (Vale, 2022)



Figura 4-34 – Exemplo de Deposito Intermediário de Resíduos (Vale, 2022)

4.3.8.5 Controle de sedimentos

Visando reduzir a geração de sedimentos, para as obras do acesso foram instaladas estruturas de drenagem como *sumps*, canaletas e valetas de concreto.

Além dos dispositivos de drenagem supracitados, foi realizada a aplicação de revestimento vegetal nos taludes, reduzindo também a possibilidade de erosões e carreamento de material de solo, prezando pela conservação e vida útil dos acessos e dos cursos d'água.

Para tal medida, foi empregada a técnica que se dá por aplicação de mix de sementes, por meio de hidrossemeadura e fixação de biomanta.

Neste sentido, cabe mencionar que é realizado o monitoramento de turbidez em diferentes pontos do curso d'água para controle da qualidade da água.



Figura 4-35 – Exemplo de hidrossemeadura em talude (Vale, 2022)



Figura 4-36 – Exemplo de aplicação da Biomanta em talude (Vale, 2022)



4.3.8.6 Outorgas

A água utilizada para as atividades associadas às obras da ECJ B3/B4 e suas áreas acessórias é proveniente do ponto de captação denominado P1-Apanhador Ápia, devidamente outorgado.

4.3.9 Cronograma de instalação

O ANEXO 1A apresenta o cronograma das obras realizadas para a implantação da Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4. Cabe aqui ressaltar que a ECJ será descomissionada após a conclusão da descaracterização da barragem B3/B4.

4.4 FASE DE OPERAÇÃO

Foi elaborado pela Gosetável Consultoria e Projetos, no ano de 2022, o Manual de Operação da Contenção a Jusante B3/B4, no qual cita que a ECJ foi projetada e dimensionada para operar em três tipos de cenários distintos e os procedimentos de operação, manutenção e monitoramento também deverão ser adequados à cada um destes cenários, os quais estão listados a seguir.

Destaca-se que os sistemas operacionais da Contenção a Jusante são divididos em reservatório, sistema de dreno de fundo e comportas, sistema extravasor e maciço e ombreiras.

4.4.1 Cenário 1

Este cenário compreende todo o período de operação anterior ao instante em que a ruptura da Barragem B3/B4 ocorrer, ou seja, compreende todo o período sem que tenha ocorrido a ruptura da Barragem B3/B4.

Neste cenário as comportas devem permanecer abertas de modo a permitir o fluxo contínuo das águas para jusante e o extravasor funcionará como uma estrutura de emergência apenas.

4.4.1.1 Reservatório

Para o cenário normal, ou seja, sem que tenha ocorrido a ruptura, o reservatório deverá ficar a maior parte do tempo vazio, com nível de água apenas um pouco acima da soleira da tomada d'água, com elevação aproximada na cota 856,0m (vazão média de 0,85m³/s). Em condições de chuvas ordinárias haverá aumento desta elevação. Para eventos com recorrência de 25 anos, foram simulados trânsito de cheias para diversas durações obtendo-se enchimento máximo em 12 horas atingindo a cota 870,48m.

O volume de sedimentos depositados no reservatório deverá ser monitorado, com o intuito de



avaliar a redução de volume útil e, principalmente, para bom funcionamento das comportas.

A manutenção das comportas vagões, preferencialmente deverão ocorrer em condições climáticas favoráveis e devem ser programadas.

Procedimentos e recomendações

- Realizar inspeção visual quinzenal da conformação dos sedimentos dentro do reservatório;
- Realizar levantamentos topográficos e/ou topobatimétricos anuais no reservatório e avaliar a evolução do assoreamento, a fim de otimizar a vida útil do mesmo;
- Realizar a limpeza anual (pós período chuvoso) dos sedimentos acumulados a montante do acesso molhado e no canal de enrocamento entre este e a tomada d'água.

4.4.1.2 Sistema de Dreno de Fundo

Neste cenário, independente da condição meteorológica as comportas deverão estar mantidas abertas, com exceção de manutenções e testes preventivos, porém cada comporta deverá ser fechada por vez e nunca simultaneamente, no caso de manutenção e testes.

O acompanhamento dos eventos hidrológicos deverá observar a duração do mesmo e a altura pluviométrica acumulada (mm) para observação da recorrência do evento.

Procedimentos e recomendações

- Garantir as quatro comportas abertas em qualquer condição climática, abrindo exceção apenas para manutenções e testes;
- Devem ser feitas inspeções visuais, após e durante cada evento de chuva, para observações de obstruções nas grades de montante ou galeria de blocos de rocha ou galhos.
- Realizar inspeções quinzenais nas galerias da tomada d'água;
- Realizar limpeza das ranhuras das comportas ao final dos eventos chuvosos;
- Devem ser executadas limpezas entre a tomada d'água e o acesso molhado (canal enrocamento argamassado), na entrada das galerias, dentro da galeria, antes e ao final do período de chuvas (agosto/setembro) e (abril/maio).
- Para procedimentos de limpeza interna e manutenção preventiva da galeria e comportas, por obstrução de troncos e/ou outro material que atrapalhe a operação, realizar em dias de estiagem, com monitoramento do clima através de previsões que contemplem no mínimo 3 dias secos a frente em instituições de previsão meteorológica de excelência.
- Nos procedimentos de limpeza somente deverá ser fechada uma comporta de galeria por vez.



- Considerar as recomendações apontadas no manual de operação e manutenção das comportas.

4.4.1.3 Sistemas extravasor

Neste cenário, não há previsão de operação do extravasor, uma vez que o cenário contempla a manutenção das comportas abertas e do funcionamento do dreno de fundo. Só haverá vertimento pelo extravasor caso ocorram eventos pluviométricos com recorrência superior a 1.000 anos e duração de 3 dias.

Apesar de não ter função operacional durante estes cenários, há procedimentos para o extravasor para o caso de não haver ruptura.

Procedimentos e recomendações

- Inspeção quinzenal pelo extravasor, a fim de verificar se há alguma anomalia no concreto, avaliar se há obstrução com sedimentos provenientes de escoamentos superficiais provenientes dos taludes adjacentes.
- Proceder limpeza anual de sedimentos no extravasor, caso seja detectado acúmulo nas inspeções.

4.4.1.4 Maciço e Ombreiras

As análises de estabilidade foram realizadas para o cenário em condições de total enchimento do reservatório no cenário de pós-ruptura e demonstram que o núcleo de areia ficará praticamente todo saturado. Para esta condição a estabilidade atende aos parâmetros mínimos solicitados pelas normas técnicas nacionais vigentes e portanto, não estão previstos instrumentos medidores de piezometria, ou nível de água para esta estrutura, uma vez que o enrocamento é extremamente drenante e a saturação do núcleo de areia não é crítico para a estabilidade da estrutura.

A avaliação de recalques e deslocamentos na estrutura é importante para checar se a segurança hidráulica das bordas livres de projeto está mantidas e também verificar se ocorrerá movimentações não esperadas.

Procedimentos e recomendações

- Realizar inspeção visual quinzenal verificando as condições de estabilidade do maciço, como a presença de danos à estrutura (ex: pequenos deslizamentos superficiais no talude montante), abatimentos, recalques diferenciais, surgências, turbidez da água que percola pelo núcleo, indícios de vandalismo na crista (danos aos marcos superficiais).
- Monitoramento das deformações e avaliação das mesmas comparando com os limites estabelecidos.



- Inspeção dos taludes nas ombreiras para avaliação da condição de conservação dos mesmos.

4.4.2 Cenário 2

Compreende o período de operação decorrido entre a detecção da ruptura da B3/B4 até o enchimento do reservatório pela lama. Neste cenário as comportas serão acionadas e fechadas, de modo a evitar a passagem de lama para o dreno de fundo e, conseqüentemente, para jusante.

4.4.2.1 Reservatório

O reservatório foi dimensionado para conter todo o volume compreendido pela soma de todo o rejeito armazenado na Barragem B3/B4, além de o volume dos maciços dos diques iniciais e alteamentos desta estrutura e parte da PDE X.

Em um cenário de operação durante a ruptura deve ser acionada o PAEBM da Barragem B3/B4 e fechamento automático das comportas.

4.4.2.2 Sistema de Dreno de Fundo

A estrutura de tomada d'água conta com um sistema de tubulação de aeração que permite o fechamento das comportas mesmo em condições em que a estrutura de tomada d'água e as comportas estejam submersas, podendo, portanto, ocorrer o fechamento das comportas em dias secos ou chuvosos, com ou sem formação de reservatório de água.

Procedimentos e recomendações

- Durante o evento de ruptura, após sua detecção, as comportas devem ser acionadas imediatamente para o fechamento simultâneo das galerias. Deve haver a confirmação de fechamento das comportas automatizado e de forma redundante visual. Caso haja falha, o acionamento deverá ser feito na sala de comando.
- Os turnos devem sempre estar cobertos por no mínimo dois profissionais a fim de que, no mínimo, 1 esteja 100% do tempo pronto o acionamento, havendo apenas um responsável determinado por período, rendido pelo seu par em momentos de ausência.

4.4.2.3 Sistema extravasor

Durante a ruptura parte do volume do reservatório será ocupado pelo rejeito. Caso a ruptura ocorra em dia seco, haverá volume livre de 1,5Mm³ para amortecimento de cheias até que se atinja a cota do extravasor. A vazão prevista de percolação é compatível com a vazão média do córrego, de modo que a previsão é de que ocorrerá vertimento em situações em que a vazão média seja excedida, como em eventos chuvosos e períodos chuvosos.



Caso a ruptura ocorra em dia chuvoso, de acordo com os estudos de *Dam Break*, para o evento chuvoso adotado no mesmo (PMP de duração de 6 horas), haveria vertimento apenas após a quinta hora do evento, de modo que a ruptura já teria ocorrido e o sedimento já haveria chegado à estrutura e sido parcialmente depositado.

Portanto, não há previsão de vertimento durante o evento de ruptura, e nem logo em seguida, havendo a previsão de ocorrer algumas horas após o evento de ruptura caso ocorram chuvas intensas ou apenas nos próximos eventos chuvosos posteriores, que podem demorar dias. Sendo assim, não há procedimentos relativos ao extravasor para o cenário que contempla os momentos imediatamente seguintes à ruptura.

4.4.3 Cenário 3

Este cenário compreende o período posterior ao enchimento do reservatório da contenção com a lama proveniente da ruptura da B3/B4. Neste cenário as comportas permanecerão fechadas e o trânsito de cheias se dará pelo extravasor, tendo o reservatório a função de contenção de sedimento. Diferentemente do cenário normal de operação o extravasor passará a ser uma estrutura operacional e não mais de emergência.

4.4.3.1 Reservatório

Para o cenário pós-ruptura, as comportas se manterão fechadas e a parcela de material mobilizado que chegar até o reservatório ficará contido no mesmo. Nesta condição operacional, o volume de sedimentos e o volume útil do reservatório devem ser monitorados para a preservação dos volumes mínimos de amortecimento de cheias e clarificação desejada da água, da borda livre recomendada em projeto, bem como para o acompanhamento da variação das taxas de sedimentos ao longo dos anos.

Neste cenário, como as comportas estarão fechadas, não haverá fluxo de águas pelo dreno de fundo e a água percolará pelo núcleo de areia havendo fluxo constante para jusante. Para vazões afluentes superiores à vazão percolada pelo núcleo de areia (eventos chuvosos e estação chuvosa) haverá vertimento pelo extravasor.

Procedimentos e recomendações

- Realizar inspeção visual quinzenal da conformação dos sedimentos e das condições do vale a jusante da barragem;
- Monitorar as variações de nível d'água e lâmina d'água no extravasor para verificar se atendem às bordas livres especificadas em projeto;
- Coletar amostras e avaliar a qualidade das águas a jusante, a fim de verificar a eficiência da ECJ na contenção de sedimentos;
- Proceder ao desmonte da ECJ e remoção de todo o rejeito de forma programada,



conforme previsto no projeto de desmonte.

4.4.3.2 Sistema de Dreno de Fundo

O Cenário pós-ruptura acontece após um incidente de ruptura das Barragem B3/B4, sendo que, para este caso, as comportas serão mantidas fechadas e a estrutura passará a acumular as vazões afluentes no reservatório podendo verter em eventos pluviométricos.

Neste cenário a tomada d'água e comportas estarão fechados e inacessíveis por estarem cobertos de sedimentos e água.

Procedimentos e recomendações

- Manter as comportas fechadas até que todo o rejeito e sedimentos acumulados sejam removidos conforme planejamento do projeto de desmonte;
- Fazer inspeções visuais semanais na região do pé da contenção para verificar se há indícios de aumento da turbidez da água de saída no pé da ECJ que possa indicar alguma eventual falha no sistema de impermeabilização formado pela geomembrana e tomada d'água que possa significar a passagem de parte da lama para o dreno de fundo. A água que percola pelo núcleo de areia será filtrada pela areia fina presente no mesmo, e deverá ter coloração mantida, de modo que caso haja alteração da turbidez, pode significar alguma falha no sistema de envelopamento do dreno de fundo.

4.4.3.3 Sistemas Extravasor

O extravasor foi dimensionado para vazões com tempo de recorrência de 500 anos e verificado para 1.000 anos. As bordas livres (em relação ao topo do núcleo de areia) calculadas para estas recorrências são de respectivamente 1,02m e 0,74m.

Para preservar o bom funcionamento do extravasor, uma vez que a segurança hidráulica da contenção depende dele nestes cenários, a superfície de concreto não deve apresentar danos (trincas, desgaste, exposição de ferragem, patologias em geral), deformações aparentes na laje de fundo, erosões e deslizamentos de sólidos dos taludes adjacentes escavados, obstrução do canal por sedimentos, surgências.

Procedimentos e recomendações

Realizar inspeção visual quinzenal verificando a presença de danos à estrutura do extravasor, erosões nos taludes adjacentes que possam comprometer a estrutura, recalques diferenciais, vazamentos/surgências, vegetações, assoreamentos e eventuais obstruções.

Proceder limpeza anual de sedimentos no extravasor, caso seja detectado acúmulo nas inspeções.



4.4.3.4 Maciço e Ombreira

Conforme citado anteriormente no item 4.3.1.4, as análises de estabilidade foram realizadas para o cenário em condições de total enchimento do reservatório no cenário de pós-ruptura e demonstram que o núcleo de areia ficará praticamente todo saturado, e para esta condição a estabilidade atende aos parâmetros mínimos solicitados pelas normas técnicas nacionais vigentes.

Sendo assim a avaliação de recalques e deslocamentos na estrutura é importante para checar se a segurança hidráulica das bordas livres de projeto está mantidas e também verificar se ocorrerá movimentações não esperadas nos cenários normal e pós ruptura.

Procedimentos e recomendações

- Realizar inspeção visual quinzenal verificando as condições de estabilidade do maciço, como a presença de danos à estrutura (ex: pequenos deslizamentos superficiais no talude montante), abatimentos, recalques diferenciais, surgências, turbidez da água que percola pelo núcleo, indícios de vandalismo na crista (danos aos marcos superficiais).
- Monitoramento das deformações e avaliação das mesmas comparando com os limites estabelecidos.
- Inspeção dos taludes nas ombreiras para avaliação da condição de conservação dos mesmos.

4.4.4 Regularização ambiental em cenário de ruptura

Para o cenário hipotético de ruptura de barragem deverão ser aplicadas as determinações e procedimentos contidos no Decreto Estadual nº 48.078/2020, o qual prevê, em seu art. 4º, que o PAE deverá conter “a previsão de instalação de sistema de alerta sonoro ou outra solução tecnológica de maior eficiência capaz de alertar e viabilizar o resgate das populações passíveis de serem diretamente atingidas pela mancha de inundação, bem como as medidas específicas para resgatar atingidos, pessoas e animais, mitigar impactos ambientais, assegurar o abastecimento de água potável às comunidades afetadas e resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural”.

O Plano de Ação de Emergência para Barragem de Mineração – PAEBM da barragem B3/B4 (C07-BSS0073-SI-PL-V31) anexo (ANEXO 2) a este EIA, informa que a estrutura de contenção a jusante (ECJ) tem o objetivo de mitigar os impactos causados pelo rompimento da barragem. A Figura 4-37 mostra que no fluxo para acionamento das sirenes de alerta à população na Zona de Autossalvamento (ZAS) já está contemplado o acionamento das comportas da ECJ, dependendo da situação identificada.

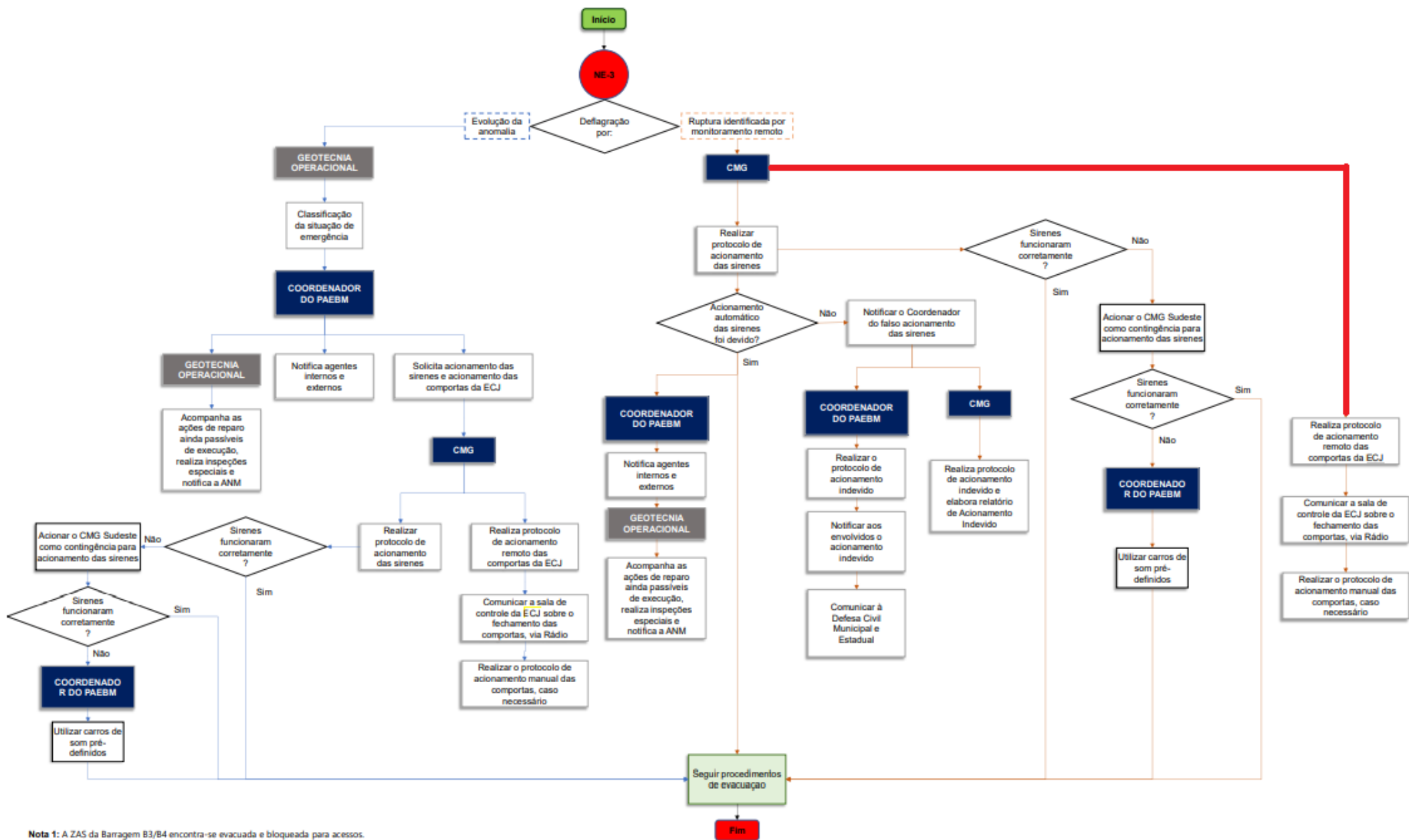


Figura 4-37 - Fluxograma para acionamento das sirenes na ZAS da barragem B3/B4.
Fonte: Vale, 2021.

A Figura 4-38 contém a mancha de inundação em caso de ruptura (mancha de Dam Break) apresentada no PAEBM da barragem Sul Superior. O PAEBM considera a ECJ Gongo Soco e sua capacidade de retenção dos rejeitos como medida para garantir a segurança da comunidade e meio ambiente. É importante salientar, no entanto, que após um período de contenção total de rejeitos poderá ocorrer o vertimento de parte do material para jusante da ECJ. Diversos estudos estão sendo desenvolvidos pela companhia com objetivo de mensurar e encontrar alternativas para redução dos possíveis impactos causados pelo material fino vertido.

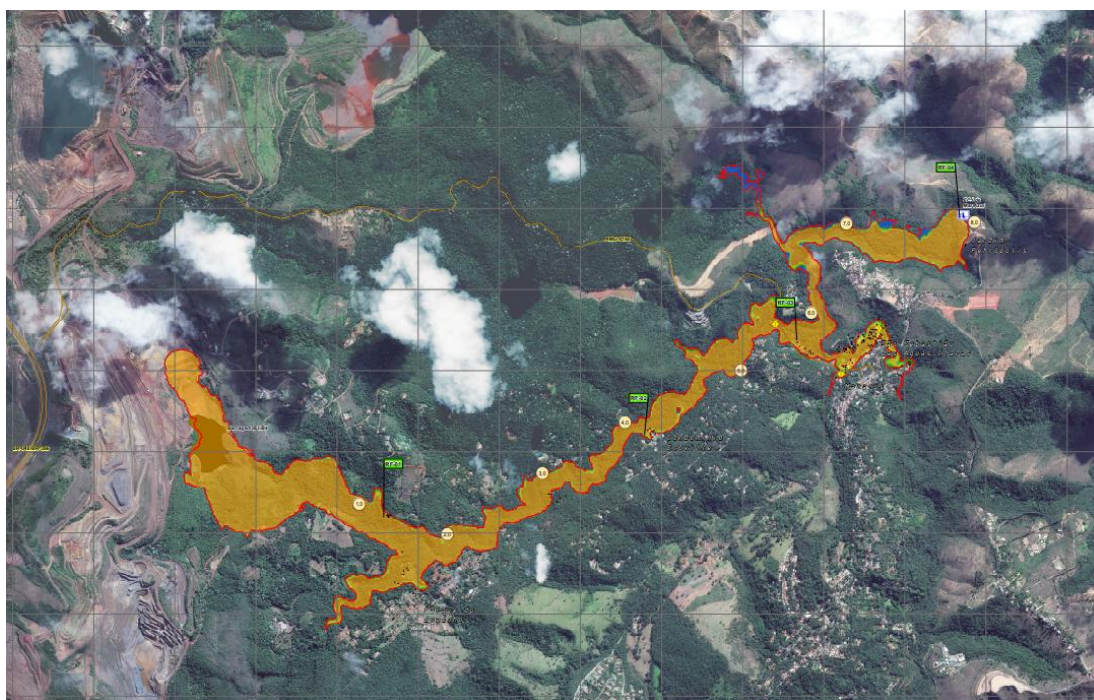


Figura 4-38 - Mapa da mancha de inundação da barragem B3/B4 considerando a ECJ.

Fonte: PAEBM Barragem B3/B4, Vale (2021).

No âmbito do Sisema, acionado os níveis de emergência o empreendedor deverá proceder à apresentação de uma série de informações e estudos previstos na Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3.049/2021.

De acordo com os Capítulos IV e V da Resolução nº 3.049/2021, a legislação contempla os procedimentos que devem ser adotados para cada um dos três níveis de emergência previstos no PAE, considerando:

- Caracterização da situação de emergência;
- Qualidade do Solo;
- Fauna;
- Flora;
- Recursos Hídricos; e
- Carreamento de rejeitos, resíduos e sedimentos (Níveis II e III).



Em um cenário de ruptura de barragem, de acordo com o artigo 35 da mesma norma, deverão ser seguidas as seguintes ações:

I – intensificar de imediato a frequência de monitoramento para, no mínimo, diária para água superficial, semanal para sedimentos e mensal para água subterrânea;
II – enviar diariamente informes consolidados das ações ambientais executadas pelo empreendedor e da evolução dos impactos qualiquantitativos aos recursos hídricos;
III – enviar semanalmente dados brutos do monitoramento em planilhas de excel e relatórios diagnósticos da evolução dos impactos qualiquantitativos aos recursos hídricos;
IV – executar imediatamente o plano de garantia de disponibilidade de água bruta para o fornecimento de água bruta para os usos e intervenções em recursos hídricos existentes na área da mancha de inundação afetados pela ruptura, com envio mensal de relatório consolidado das ações promovidas.

Desta forma, neste EIA será avaliada a viabilidade ambiental da ECJ B3/B4 considerando os aspectos e impactos relacionados às fases de instalação (obras) e de operação normal da estrutura (manutenções e inspeções periódicas). A partir destas informações serão elaborados planos e programas para mitigação dos impactos provenientes destas atividades.

Conforme mencionado, os cenários 02 (ruptura) e 03 (pós ruptura) são tratados no âmbito do PAEBM seguindo a legislação supracitada. No documento são previstos monitoramentos e medidas mitigadoras relacionadas ao aspecto socioambiental.

4.4.4.1 Medidas Preventivas

A Vale S.A. pactuou junto ao Ministério Público do Estado de Minas Gerais, por meio de termos de compromisso (TCs), uma série de medidas estruturais para garantir o abastecimento público de água em detrimento do possível cenário de ruptura de barragem que estão localizadas nas bacias hidrográficas, principalmente, do rio das Velhas, do rio Paraopeba e do rio Doce.

A seguir é apresentado um histórico destas principais ações acordadas no TC Águas, Termo de Compromisso firmado entre Ministério Público de Minas Gerais e Vale em 08 de julho de 2019:

- Construção da nova captação de água do Rio Paraopeba a montante da captação da COPASA até a ETA rio Manso;
- Obras de instalação de comportas ensecadeiras para proteção da captação e subestação da COPASA no Rio das Velhas;
- Obras de interligação do sistema de abastecimento público hídrico entre a “Bacia do rio Paraopeba (SBP)” e da “Bacia do rio das Velhas (SVR)” por meio de derivação em ventosa com transferência de caixa alimentadora na Vila Kennedy (Contagem/MG); Instalação de válvula em adutora existente no bairro Xangri-Lá



(Belo Horizonte/MG); Implantação de 2km de adutora no bairro Glória (Belo Horizonte/MG);

- Implantação de poços profundos e ou reservação de água para atendimento de 40 clientes essenciais da COPASA localizados nas bacias do rio das Velhas (SVR) e do rio Paraopeba (SBP) com estimativa de atendimento de 80m³/dia de água;
- Reativação dos poços para os municípios de Lagoa Santa, São José da Lapa e de Vespasiano, incluindo adequações necessárias, testes de qualidade da água e regularização ambiental;
- Construção do novo sistema de captação a fio d'água na barragem de Cambimbe com capacidade de 315 L/s, incluindo adutora e demais unidades operacionais (entre o ponto de captação e a ETA Bela Fama) para abastecimento emergencial do município de Raposos e parte de Nova Lima;
- Implantação do sistema de poços tubulares para abastecimento emergencial de parte do município de Sabará, que atendam vazão total média de 200 L/s;

4.4.5 Estruturas para complementar a capacidade de descarga da ECJ

Entre os dias 06 e 11 de janeiro de 2022, Belo Horizonte e sua região metropolitana, da qual inclui Nova Lima, foi atingida por eventos chuvosos de alta magnitude. Esses eventos provocaram a sobre-elevação do nível de água (NA) na Estrutura de Contenção de Jusante (ECJ), chegando até a cota El.883,30m.

A Vale solicitou a Geoestável Consultoria e Projetos a elaboração de uma nota técnica para avaliar a possibilidade de complementar a capacidade de descarga da ECJ da B3/B4, de forma a reduzir a sobre-elevação do nível d'água a montante desta estrutura em eventos pluviométricos intensos. Este documento tem como objetivo avaliar alternativas de estruturas para complementar a capacidade de descarga da ECJ e seus respectivos impactos na sobre-elevação do nível d'água a montante da Estrutura de Contenção de Jusante, em situações de cheias decorrentes intensas, e não para um possível cenário de ruptura da Barragem B3/B4.

Para diminuir os riscos de novos eventos de sobre-elevação do nível de água, a Vale contratou o estudo de uma estrutura extravasora auxiliar que possa aumentar a descarga em casos de chuvas intensas e diminuir a sobre-elevação do nível de água a montante da estrutura.

4.4.5.1 Análise de sensibilidade entre as curvas de descarga do dreno de fundo

Conforme citado anteriormente, em decorrência do evento de chuvas ocorrido entre os dias 06 e 11 de janeiro de 2022, foi elaborada a Nota Técnica, RL-1850MZ-X-87796, Geoestável, na qual foi realizada a calibração da curva de descarga do dreno de fundo, a partir da retroanálise do evento. Além disso, posteriormente foi feita uma nova curva teórica, elaborada a partir do



método de Wilkins.

Na Tabela 4-10 e Tabela 4-11 estão apresentados os trânsitos de cheias na ECJ sem as intervenções propostas no item 4.0, para diferentes períodos de retorno, levando em conta as curvas calibrada e teórica, respectivamente, para efeito comparativo. Também foram comparados os tempos em que o nível de água (NA) a montante da ECJ ficaria acima da cota El.877,0m, para cada um dos TRs, em relação as duas curvas distintas.

Tabela 4-10 - Resumo dos resultados ECJ - Calibrada.

Variáveis de Projeto	Curva de Descarga - Calibrada - Retroanálise evento chuvoso de janeiro 2022						
Período de Retorno (anos)	2	5	10	25	50	100	200
Duração da Chuva de Projeto	7 dias	5 dias	5 dias	5 dias	5 dias	5 dias	3 dias
Altura da Chuva de Projeto (mm)	256,25	277,16	317,02	367,39	404,76	441,85	372,66
Q máxima Afluente (m³/s)	39,27	62,09	75,60	92,88	105,81	118,67	155,69
Q máxima efluente (m³/s)	34,92	49,89	57,86	71,64	87,80	98,92	122,52
NA Máximo Maximorum (m)	871,58	875,54	877,95	880,77	882,10	883,03	883,71
Elevação do Dreno (m)	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00
Elevação da Soleira (m)	883,00	883,00	883,00	883,00	883,00	883,00	883,00
Elevação da Crista (m)	887,50	887,50	887,50	887,50	887,50	887,50	887,50
Borda Livre Remanescente (m)	15,92	11,96	9,55	6,73	5,40	4,47	3,79

Tabela 4-11 - Resumo dos resultados ECJ - Wilkins

Variáveis de Projeto	Curva de Descarga – Curva Teórica – Método de Wilkins						
Período de Retorno (anos)	2	5	10	25	50	100	200
Duração da Chuva de Projeto	15 dias	10 dias	7 dias	5 dias	5 dias	3 dias	3 dias
Altura da Chuva de Projeto (mm)	373,55	388,53	373,61	367,39	404,76	343,86	372,66
Q máxima Afluente (m³/s)	31,81	50,20	67,76	92,88	105,21	139,44	155,69
Q máxima efluente (m³/s)	20,99	43,74	59,86	86,24	102,68	121,85	144,47
NA Máximo Maximorum (m)	880,23	883,53	883,93	884,32	884,54	884,80	885,08
Elevação do Dreno (m)	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00
Elevação da Soleira (m)	883,00	883,00	883,00	883,00	883,00	883,00	883,00
Elevação da Crista (m)	887,50	887,50	887,50	887,50	887,50	887,50	887,50
Borda Livre Remanescente (m)	7,27	3,97	3,57	3,18	2,96	2,70	2,42

Ressalta-se que a duração da chuva de projeto corresponde aquela que resultou no maior nível de água para cada período de retorno.

A seguir é apresentado uma tabela comparativa entre os tempos médios de permanência do reservatório acima da elevação El. 877,0m quando da ocorrência das cheias de projeto para as



duas condições/cenários distintos, curva calibrada e Wilkins (Tabela 4-12). Ressalta-se que o modelo não leva em consideração as contribuições da vazão de base e a calibração da bacia.

Tabela 4-12 - Tempos médios de permanência acima da El. 877,0m.

Tempo Acima da Elevação 877,0m (Horas)	Período de Retorno (anos) - Sem Intervenções						
	2	5	10	25	50	100	200
Curva Calibrada	-	-	17h	34,5h	41,5h	46h	36h
Curva de Wilkins	88h	117h	105h	88h	92,5h	69h	71h

Os diferentes TRs indicam os riscos associados ao longo da vida útil da estrutura. Dessa forma, períodos de retorno mais baixos correspondem a maior risco de ocorrência, como indicado na Tabela 4-13. O risco hidrológico (R) significa a probabilidade de ocorrer pelo menos um evento superior à cheia de projeto no período de N anos. Como mostrado, o risco de o NA atingir a El.877,0m associado a curva de descarga teórica é superior ao da curva calibrada, uma vez que na primeira a El.877,0m já seria atingida para o TR 2 anos.

Tabela 4-13 - Risco Hidrológico ao longo dos anos de operação

Período de Retorno (anos)	Anos (Tempo de Operação/Necessidade da Estrutura)				
	1	2	3	4	5
2	50,0%	75,0%	87,5%	93,8%	96,9%
5	20,0%	36,0%	48,8%	59,0%	67,2%
10	10,0%	19,0%	27,1%	34,4%	41,0%
25	4,0%	7,8%	11,5%	15,1%	18,5%
50	2,0%	4,0%	5,9%	7,8%	9,6%
100	1,0%	2,0%	3,0%	3,9%	4,9%
200	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%

4.4.5.2 Estudo de Alternativas de Estruturas Complementares

Foram avaliadas algumas alternativas para aumento da descarga da ECJ para eventos de cheia, dentre elas:

- Sifões;
- Sistema de bombeamento;
- Rebaixamento da soleira;
- Túneis não-destrutivos.

Dentre as alternativas acima foi realizada uma análise qualitativa de suas capacidades de descarga e especificidades técnicas de implantação e operação para definição de quais alternativas seriam viáveis no contexto do projeto.

O sistema atual da ECJ consiste em um dreno de fundo, com emboque na El. 855,0m, e um extravasor de emergência de soleira espessa, com emboque na El. 883,0m, e a crista encontra-se na El.887,5m. Com isso, o projeto contemplado nesse relatório visa a complementação desse sistema com uma, ou mais, estruturas que diminuam a probabilidade, na passagem de uma cheia severa, do NA a montante da ECJ atingir as elevações El. 875,00m e El.877,00m, respectivamente cheias de TR 500 anos e TR 1.000 anos.

4.4.5.2.1 Sifões

Os sifões são constituídos por tubulações que têm a finalidade de conduzir o escoamento de uma certa elevação para outra localizada em cota mais baixa, passando por uma elevação intermediária mais alta, conforme esquema da Figura 4-39.

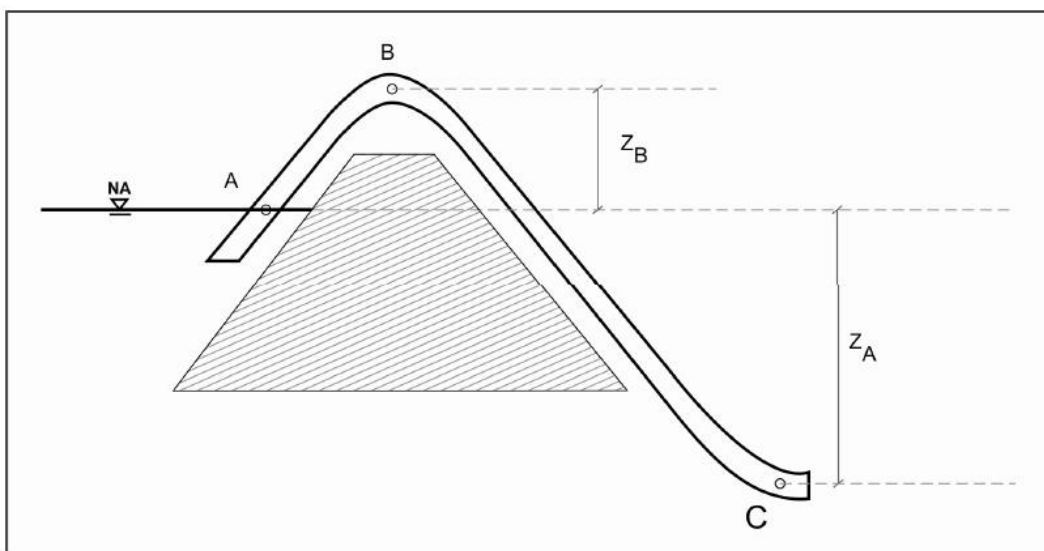


Figura 4-39 - Croquis de dimensionamento de sifões. (Pinheiro, 2011)



De acordo com Pinheiro (2011), o dimensionamento de um sifão deve observar a condicionante básica da pressão no ponto B (Figura 4-39) ser inferior à pressão de vapor, para evitar a formação de ar e consequentemente a interrupção do fluxo, basicamente dependendo da dimensão zB. Na prática, Lencastre (1979) ressalta que o desnível zB não deve ultrapassar 6 metros, para evitar a pressão negativa no vértice B.

Em relação a ECJ o ponto B deveria estar localizado na soleira do extravasor de emergência, que se encontra na El. 883,0m, e o ponto A, no ponto máximo, na elevação El. 877,00m, já considerando um valor limite. Por isso essa alternativa não foi considerada adequada para o atendimento da demanda.

4.4.5.2.2 Sistema de bombeamento

Os sistemas de bombeamento possuem limitações de capacidade, mesmo com a adoção de um sistema robusto. Visto que a bacia da ECJ possui uma área de drenagem de 65km² e devido a isso as vazões afluentes são muito altas em relação as vazões praticadas em sistemas de bombeamentos, inviabilizando tal alternativa.

4.4.5.2.3 Rebaixamento da soleira

A adequação da soleira para cotas inferiores a elevação El. 877,00m implica em um rebaixamento superior a 6,0m. Esta intervenção implicaria em alterações significativas no conceito estrutural do extravasor, além de não atender ao TAC Dam Break, celebrado entre a Vale e Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG).

Atualmente entre a cota da soleira (El.883,0m) e a fundação do extravasor (El. 877,0m), há um maciço de concreto no emboque que enrijece o bloco e reduz a altura de flexão do muro do extravasor que vai da El. 888,0m até a soleira, totalizando 5,0m de altura de muro. Para a hipótese de rebaixamento do extravasor este muro teria um acréscimo de mais de 6,0 m o que aumentaria exponencialmente as cargas de empuxo, havendo a necessidade de execução de reforços significativos e/ou até mesmo execução de uma estrutura nova de emboque. Além disto, haveria um aumento significativo de subpressões somado à redução de peso do extravasor (rebaixamento do maciço de concreto atual), que poderia levar a instabilidade por flutuação.

As considerações estruturais supracitadas, poderiam inviabilizar esta alternativa a depender de verificações mais aprofundadas. Porém, o maior problema relacionado ao rebaixamento do extravasor até cotas inferiores à El. 877,0m seria o atendimento ao TAC Dam Break. De acordo com este TAC, celebrado entre Vale e Ministério público, a ECJ deve absorver todo volume mobilizado da B3B4 e uma chuva associada à PMP na B3B4. Ao rebaixar hipoteticamente o extravasor até a cota El. 877,0m o volume obtido até a futura hipotética soleira (El. 877,0m) seria de apenas 2,55Mm³, que não seria suficiente para absorver os

sedimentos mobilizados somados à chuva definida no TAC. Sendo assim se na cota El. 877,0m o volume já não seria suficiente, para cotas inferiores este volume seria ainda menor.

4.4.5.2.4 Túneis não-destrutivos

Os túneis não-destrutivos são estruturas que não requerem interferência na superfície, permitindo uma implantação de execução relativamente rápida e sem danos a estrutura sobre ela. Os túneis possuem diferentes tipos de modelos, com dimensões e revestimentos distintos.

4.4.5.3 Avaliação das alternativas de túneis

Ao longo dos estudos foram realizados três cenários de implantação de túneis tubulares, esquema apresentado na Figura 4.2, de forma a maximizar as vazões efluentes a ECJ e consequentemente causar uma menor sobre-elevação do NA, em caso de passagem de trânsito de cheias. Os cenários avaliados foram:

- Cenário 1 - Dimensionamento para a passagem de uma cheia decorrente de uma chuva com tempo de retorno (TR) de 500 anos, o NA da ECJ não ultrapassasse a El.875,0m, e para um TR de 1.000 anos fosse inferior a El. 877,0m;
- Cenário 2 – Neste cenário se avaliou para qual TR o nível de água permaneceria abaixo da El. 877,0m, com a instalação de seis linhas de túneis tubulares (revestido em concreto) de 2,0m de diâmetro;
- Cenário 3 – Neste cenário se avaliou para o caso da instalação de três túneis tubulares (revestido em concreto) de 2,0m de diâmetro, qual seria o comportamento do NA associado a cheias de diferentes tempos de retorno.

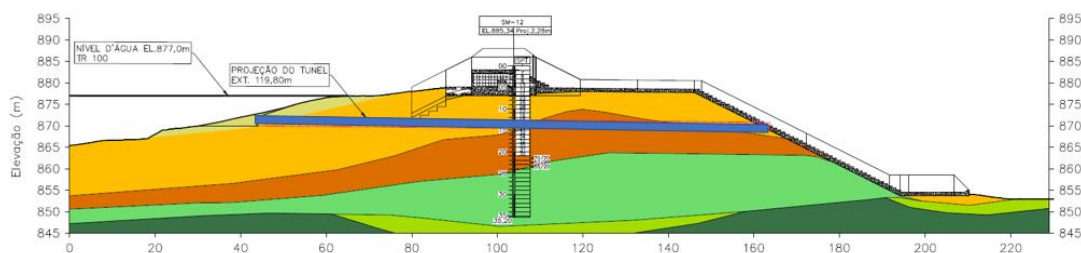


Figura 4-40 - Solução em túnel tubular

Após o evento de chuvas ocorrido em janeiro de 2022, foi feita uma calibração da curva de descarga do dreno de fundo existente na barragem, a qual está detalhada no documento RL-1850MZ-X-87796, essa nova curva foi utilizada para a avaliação dos três cenários apresentados nesse relatório.

De forma complementar, foi realizada uma avaliação para o cenário 3 com a curva de descarga do dreno de fundo teórica de acordo com o método de Wilkins permitindo a comparação entre

os dois modelos.

Como premissa, todos os túneis foram dimensionados com declividade de 2% e revestimento interno em concreto, Manning de 0,015. As curvas de descargas foram elaboradas com o auxílio do software HY-8.

Para análise da sobre-elevação do lago a montante da ECJ fez-se o uso do software HEC-HMS considerando a caracterização da bacia adotada na etapa do projeto executivo da ECJ. O diagrama topológico é apresentado na Figura 4-41.

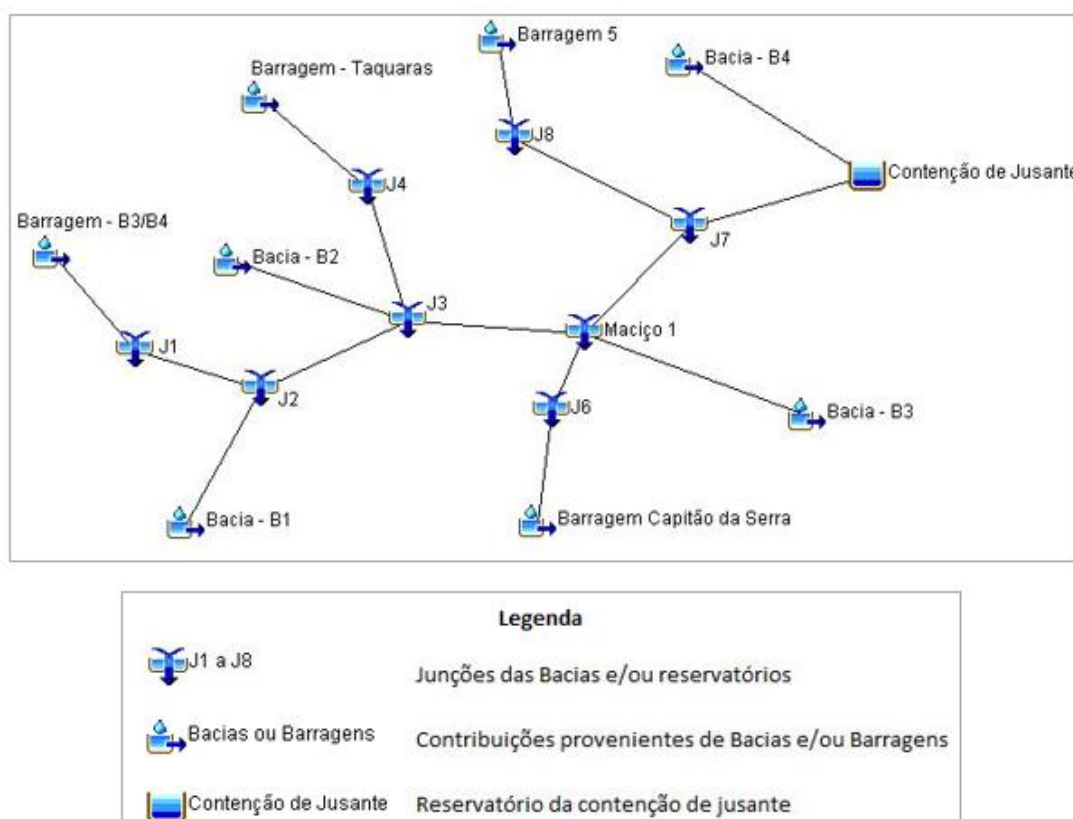


Figura 4-41 - Diagrama topológico do sistema hidrológico analisado (HEC-HMS 4.2.1)

4.4.5.3.1 Cenário 1

O cenário 1 foi projetado para atender duas premissas iniciais, o nível de água não ultrapassar a cota El. 875,0m frente a passagem de uma cheia de referente a uma chuva de TR 500 anos e, para um evento de TR 1.000 anos, o NA não deveria superar a El. 877,0m. Além disso, limitou-se o diâmetro dos túneis em 4,0m, com restrição de 3 linhas, pois os túneis deverão ter seu desemboque no rápido do extravasor de emergência existente, o qual possui 23,50m de largura.

A condição inicial adotada foi com o emboque dos túneis na El. 870,0m, entretanto, para essa condição o NA, frente a passagem da cheia de TR 500, atingiu a El.875,75m, não atendendo



a premissa inicial. Por isso, foi feito o rebaixamento do emboque até que a premissa inicial fosse atendida. O resultado pode ser visto na Tabela 4-14.

Tabela 4-14 - Resumo dos Resultados - Cenário 1

Variáveis de Projeto	Túnel Triplo de \varnothing 4,0m	
Período de Retorno (anos)	500	1.000
Duração da Chuva de Projeto	12 horas	12 horas
Altura da Chuva de Projeto (mm)	224,94	240,26
Q máxima Afluente (m^3/s)	302,68	337,68
Q máxima efluente (m^3/s)	254,45	277,53
NA Máximo Maximorum (m)	874,62	875,42
Elevação do Dreno (m)	855,00	855,00
Elevação do emboque Túnel (m)	868,00	868,00
Elevação da Soleira de Emergência (m)	883,00	883,00
Elevação da Crista (m)	887,50	887,50
Borda Livre Remanescente (m)	12,88	12,08

Contudo, assim como o dreno de fundo, os túneis deverão ser dotados de comportas para o seu fechamento em caso da ruptura da Barragem B3/B4. As comportas de maiores dimensões tem um tempo grande para sua fabricação e, por isso, não seriam possíveis de serem executadas a tempo do próximo período chuvoso. Por isso, tal cenário foi considerado como inviável.

4.4.5.3.2 Cenário 2

Levando em consideração a questão citada anteriormente sobre a limitação das comportas, a Vale informou que 2,0m seria o diâmetro limite para se obter as comportas dentro do período necessário para sua instalação. Além disso, fixou-se a cota de emboque na El. 870,0m, e as linhas de túneis foram limitadas a seis (6), em função da largura do extravasor de emergência, por onde elas passarão.

Definidas as premissas do projeto, avaliou-se para quais TRs o nível de água a montante da estrutura seria mantido abaixo da cota El. 877,0m. Foi elaborada a curva de descarga dos túneis, e a mesma conjugada com as curvas de descarga das demais estruturas vertentes existentes na ECJ, como mostrado na Tabela 4-15. O resultado pode ser visto na



Tabela 4-16.

Tabela 4-15 - Curva Cota x Descarga com Seis Linhas de Túneis de ϕ 2m

	DRENO DE FUNDO	TÚNEL	EXTRAVASOR	TOTAL
Cota (m)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)
855,00	0,00	0,00	0,00	0,00
856,00	0,49	0,00	0,00	0,49
857,00	0,66	0,00	0,00	0,66
858,00	0,82	0,00	0,00	0,82
859,00	0,98	0,00	0,00	0,98
860,00	1,15	0,00	0,00	1,15
861,00	1,31	0,00	0,00	1,31
862,00	4,68	0,00	0,00	4,68
863,00	8,05	0,00	0,00	8,05
864,00	11,42	0,00	0,00	11,42
865,00	14,96	0,00	0,00	14,96
866,00	18,27	0,00	0,00	18,27
867,00	21,59	0,00	0,00	21,59
868,00	24,90	0,00	0,00	24,90
869,00	28,22	0,00	0,00	28,22
870,00	31,53	0,00	0,00	31,53
871,00	34,84	14,74	0,00	49,59
872,00	38,16	42,59	0,00	80,75
873,00	41,47	67,51	0,00	108,98
874,00	44,79	85,39	0,00	130,18
875,00	48,10	100,00	0,00	148,10
876,00	51,41	112,48	0,00	163,90
877,00	54,73	123,60	0,00	178,33
878,00	58,04	133,60	0,00	191,64
879,00	61,36	142,71	0,00	204,06
880,00	64,67	151,50	0,00	216,17
881,00	73,67	159,63	0,00	233,30
882,00	82,67	166,67	0,00	249,34
883,00	98,59	173,72	0,00	272,31
884,00	98,59	180,25	40,19	319,03
885,00	98,59	186,76	113,66	399,02
886,00	98,59	193,01	208,81	500,41



	DRENO DE FUNDO	TÚNEL	EXTRAVASOR	TOTAL
Cota (m)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)
887,00	98,59	199,07	321,48	619,14
887,50	98,59	202,09	383,60	684,29



Tabela 4-16 - Resumo dos Resultados - Cenário 2

Variáveis de Projeto	6 Linhas de Túnel de \varnothing 2,0m	
Período de Retorno (anos)	100	200
Duração da Chuva de Projeto	18 horas	18 horas
Altura da Chuva de Projeto (mm)	205,69	222,63
Q máxima Afluente (m³/s)	204,02	233,47
Q máxima efluente (m³/s)	151,71	167,36
NA Máximo Maximorum (m)	875,23	876,24
Elevação do Dreno (m)	855,00	855,00
Elevação do emboque Túnel (m)	870,00	870,00
Elevação da Soleira de Emergência (m)	883,00	883,00
Elevação da Crista (m)	887,50	887,50
Borda Livre Remanescente (m)	12,27	11,26

Entretanto, mesmo atendendo o diâmetro limite para a obtenção da comportas, existe também a limitação da capacidade de avanço das escavações dos túneis. De acordo com o cronograma de escavação dos túneis, não seriam possíveis de serem executadas as seis linhas a tempo do próximo período chuvoso. Por isso, tal cenário foi considerado como inadequado.

4.4.5.3.3 Cenário

Por fim, foi realizada a avaliação do terceiro cenário, que leva em conta todas as limitações de cronograma de implantação, tempo de escavação, instalação das comportas e etc. Para esse cenário foi avaliado três linhas de túneis de 2,0m de diâmetro e emboque na El. 870,0m. Esse cenário foi avaliado levando em consideração as duas curvas de descarga do dreno de fundo, a curva calibrada, e com a curva teórica elaborada a partir da metodologia de Wilkins.

A partir disso, avaliou-se para quais TRs o NA a montante da ECJ ficaria abaixo da cota El. 877,0m, e também o comportamento do NA para TRs superiores. Foi elaborada a curva de descarga dos túneis, de maneira similar a apresentada no item 4.2.2, como mostrado na Tabela 4-17 e Tabela 4-20.

Curva de Descarga do Dreno de Fundo Calibrada

Os resultados simulados podem ser visualizados da Figura 4-42 a Figura 4-43 e na Tabela 4-18, considerando a curva de descarga do dreno de fundo calibrada, baseada no evento de janeiro de 2022.



Tabela 4-17 - Curva Cota x Descarga com Três Linhas de Túneis de ø2m

	DRENO DE FUNDO (CALBRADO)	TÚNEL	EXTRAVASOR	TOTAL
Cota (m)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)
855,00	0,00	0,00	0,00	0,00
856,00	0,49	0,00	0,00	0,49
857,00	0,66	0,00	0,00	0,66
858,00	0,82	0,00	0,00	0,82
859,00	0,98	0,00	0,00	0,98
860,00	1,15	0,00	0,00	1,15
861,00	1,31	0,00	0,00	1,31
862,00	4,68	0,00	0,00	4,68
863,00	8,05	0,00	0,00	8,05
864,00	11,42	0,00	0,00	11,42
865,00	14,96	0,00	0,00	14,96
866,00	18,27	0,00	0,00	18,27
867,00	21,59	0,00	0,00	21,59
868,00	24,90	0,00	0,00	24,90
869,00	28,22	0,00	0,00	28,22
870,00	31,53	0,00	0,00	31,53
871,00	34,84	7,25	0,00	42,09
872,00	38,16	21,33	0,00	59,48
873,00	41,47	33,84	0,00	75,31
874,00	44,79	42,78	0,00	87,56
875,00	48,10	50,14	0,00	98,24
876,00	51,41	56,44	0,00	107,85
877,00	54,73	61,81	0,00	116,54
878,00	58,04	66,75	0,00	124,79
879,00	61,36	71,37	0,00	132,73
880,00	64,67	75,67	0,00	140,34
881,00	73,67	79,79	0,00	153,46
882,00	82,67	83,60	0,00	166,27
883,00	98,59	87,40	0,00	185,99
884,00	98,59	90,96	40,19	229,74
885,00	98,59	94,35	113,66	306,60
886,00	98,59	97,74	208,81	405,14
887,00	98,59	100,96	321,48	521,03



	DRENO DE FUNDO (CALIBRADO)	TÚNEL	EXTRAVASOR	TOTAL
Cota (m)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)
887,50	98,59	102,48	383,60	584,68

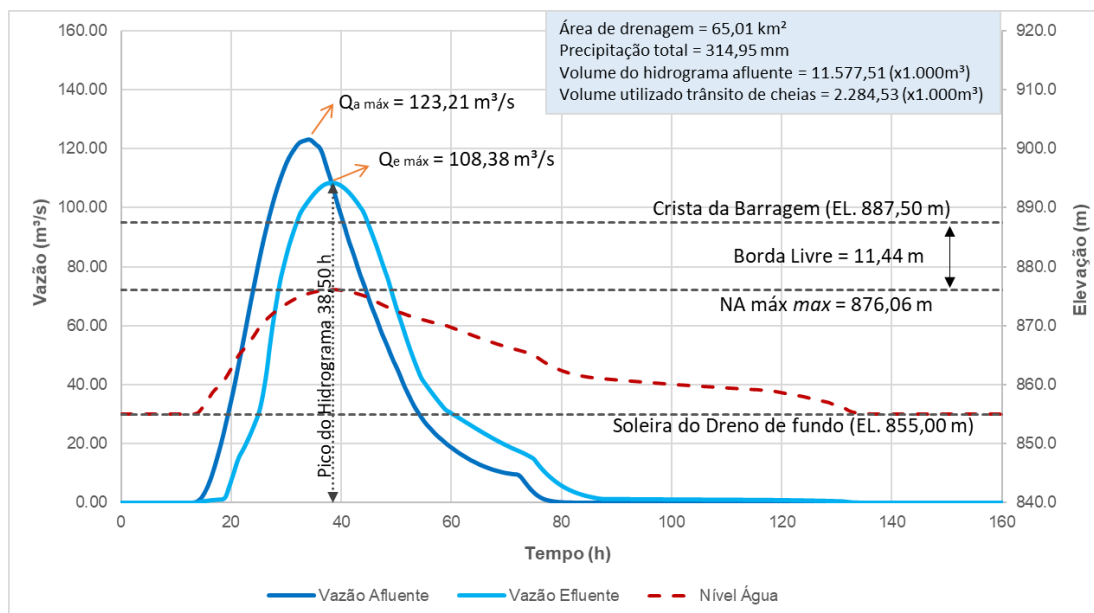


Figura 4-42 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 50 anos

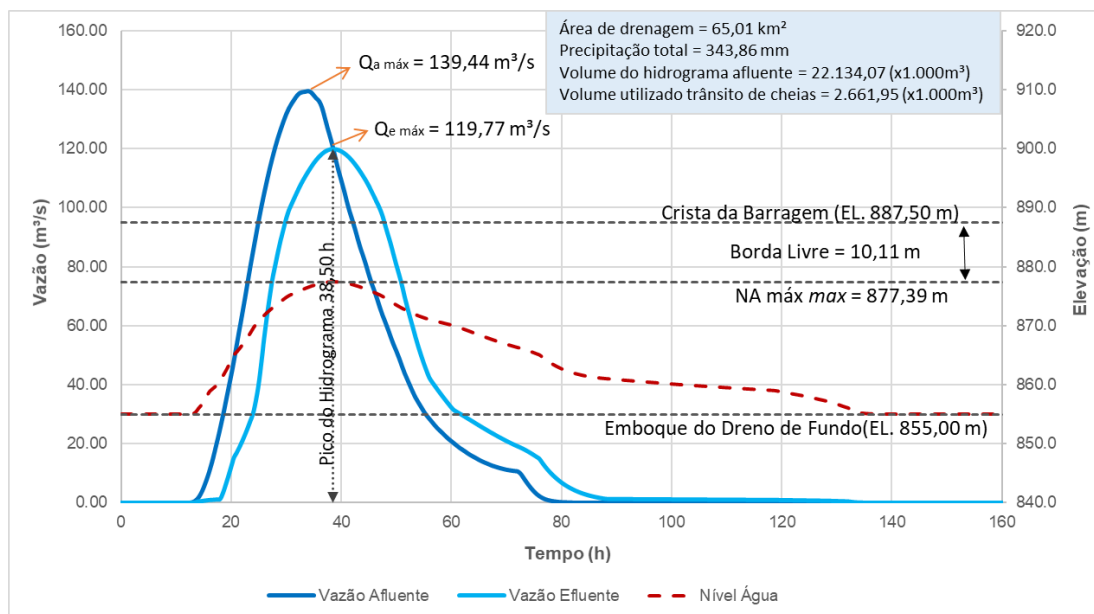


Figura 4-43 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ - TR 100 anos

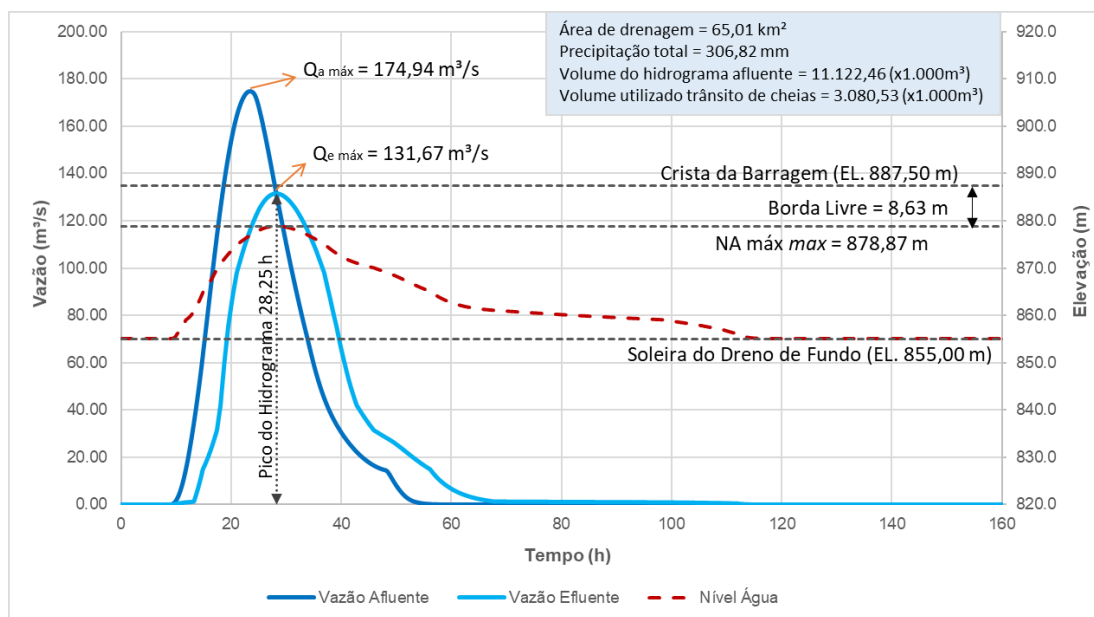


Figura 4-44 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 200 anos

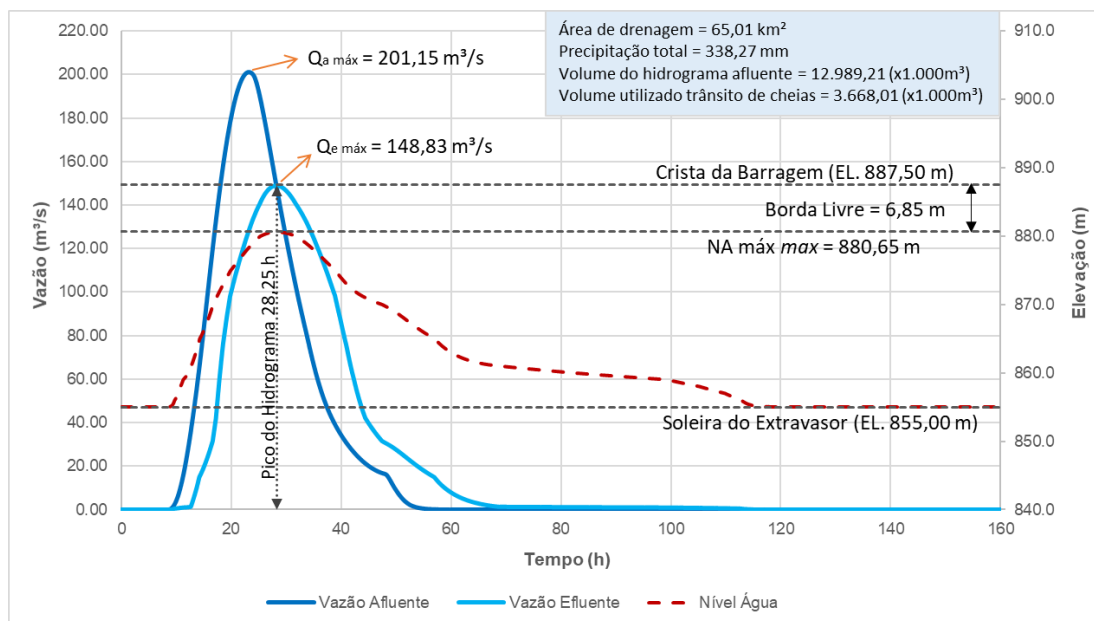


Figura 4-45 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 500 anos

Tabela 4-18 - Resumo dos Resultados - Cenário 3

Variáveis de Projeto	3 Linhas de Túnel de ø 2,0m				
	50	100	200	500	1.000
Período de Retorno (anos)	50	100	200	500	1.000
Duração da Chuva de Projeto	3 dias	3 dias	2 dias	2 dias	2 dias
Altura da Chuva de Projeto (mm)	314,95	343,86	306,82	338,27	362,05
Q máxima Afluente (m ³ /s)	123,21	139,44	174,94	201,15	221,16
Q máxima efluente (m ³ /s)	108,38	119,77	131,67	148,83	162,82
NA Máximo Maximorum (m)	876,06	877,39	878,87	880,65	881,73



Variáveis de Projeto	3 Linhas de Túnel de \varnothing 2,0m				
Elevação do Dreno (m)	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00
Elevação do emboque do Túnel (m)	870,00	870,00	870,00	870,00	870,00
Elevação da Soleira de Emergência (m)	883,00	883,00	883,00	883,00	883,00
Elevação da Crista (m)	887,50	887,50	887,50	887,50	887,50
Borda Livre Remanescente (m)	11,44	10,11	8,63	6,85	5,77

O cenário 3 com a instalação de três linhas de túneis de 2,0m de diâmetro é o mais viável de ser executado dentro do cronograma de obra ainda para 2022, de acordo com as previsões da Vale. Considerando a curva de descarga calibrada do dreno de fundo, esse cenário atende a premissa de manter o NA abaixo da El. 877,0m para um evento decorrente de uma chuva de TR 50 anos e para a TR de 100 anos ficaria acima desta cota por volta de 6,5h, chegando na elevação El. 877,39m.

Para as recorrências avaliadas em que as cotas máximas superaram a El. 877,00m segue os tempos médios, Tabela 4-19, que essa elevação ficaria debaixo d'água. É válido ressaltar que o modelo não leva em consideração as contribuições da vazão de base e a calibração da bacia.

Tabela 4-19 - Tempos médios acima da El. 877,0m.

Tempo Acima da Elevação 877,0m	Período de Retorno (anos) - 3 Linhas de Túnel de \varnothing 2,0m			
	100	200	500	1.000
Tempo (horas)	6,5	10,3	14,7	17,0

Curva de Descarga do Dreno de Fundo Metodologia de Wilkins

Os resultados simulados podem ser visualizados da Figura 4-46 a Figura 4-49 e na Tabela 4-21, considerando a curva de descarga do dreno de fundo teórica elaborada pela metodologia de Wilkins.

Tabela 4-20 - Curva Cota x Descarga com Três Linhas de Túneis de 2m \varnothing – Wilkins

	DRENO DE FUNDO (WILKINS)	TÚNEL	EXTRAVASOR	TOTAL
Cota (m)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)
855,00	0,00	0,00	0,00	0,00
856,00	0,58	0,00	0,00	0,49
857,00	1,90	0,00	0,00	0,66
858,00	4,01	0,00	0,00	0,82
859,00	7,99	0,00	0,00	0,98
860,00	8,96	0,00	0,00	1,15
861,00	9,84	0,00	0,00	1,31
862,00	10,65	0,00	0,00	4,68



	DRENO DE FUNDO (WILKINS)	TÚNEL	EXTRAVASOR	TOTAL
Cota (m)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)	Descarga (m³/s)
863,00	11,41	0,00	0,00	8,05
864,00	12,15	0,00	0,00	11,42
865,00	12,85	0,00	0,00	14,96
866,00	13,50	0,00	0,00	18,27
867,00	14,14	0,00	0,00	21,59
868,00	14,75	0,00	0,00	24,90
869,00	15,34	0,00	0,00	28,22
870,00	15,91	0,00	0,00	31,53
871,00	16,44	7,25	0,00	42,09
872,00	16,97	21,33	0,00	59,48
873,00	17,49	33,84	0,00	75,31
874,00	18,02	42,78	0,00	87,56
875,00	18,55	50,14	0,00	98,24
876,00	19,02	56,44	0,00	107,85
877,00	19,48	61,81	0,00	116,54
878,00	18,55	66,75	0,00	124,79
879,00	20,42	71,37	0,00	132,73
880,00	20,89	75,67	0,00	140,34
881,00	21,33	79,79	0,00	153,46
882,00	21,77	83,60	0,00	166,27
883,00	22,20	87,40	0,00	185,99
884,00	22,66	90,96	40,19	229,74
885,00	23,00	94,35	113,66	306,60
886,00	23,42	97,74	208,81	405,14
887,00	23,82	100,96	321,48	521,03
887,50	24,02	102,48	383,60	584,68

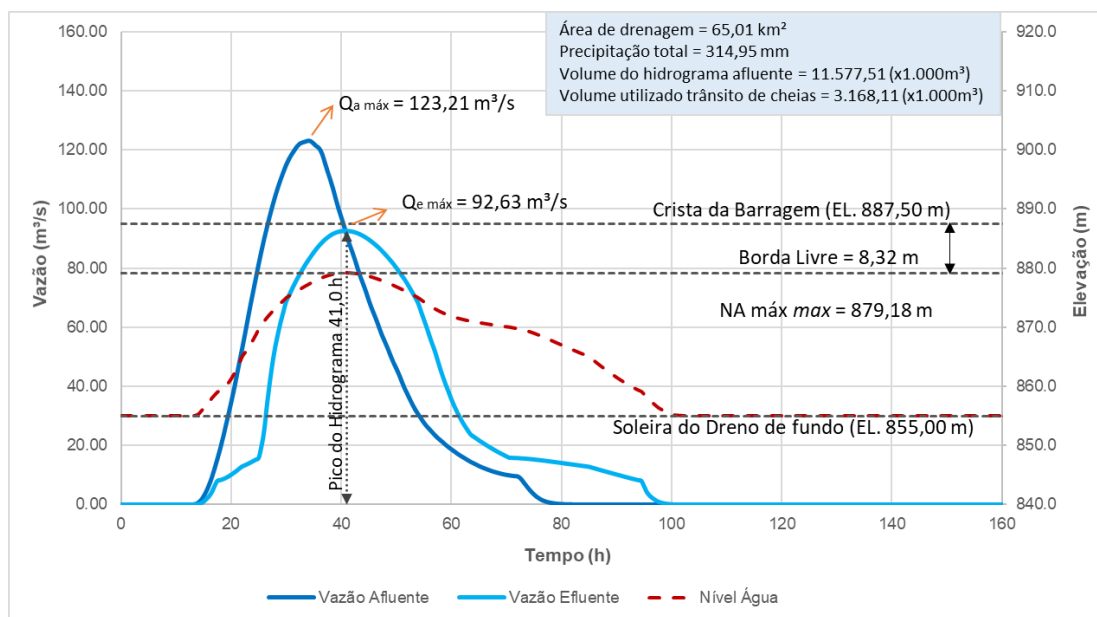


Figura 4-46 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 50 anos – Wilkins

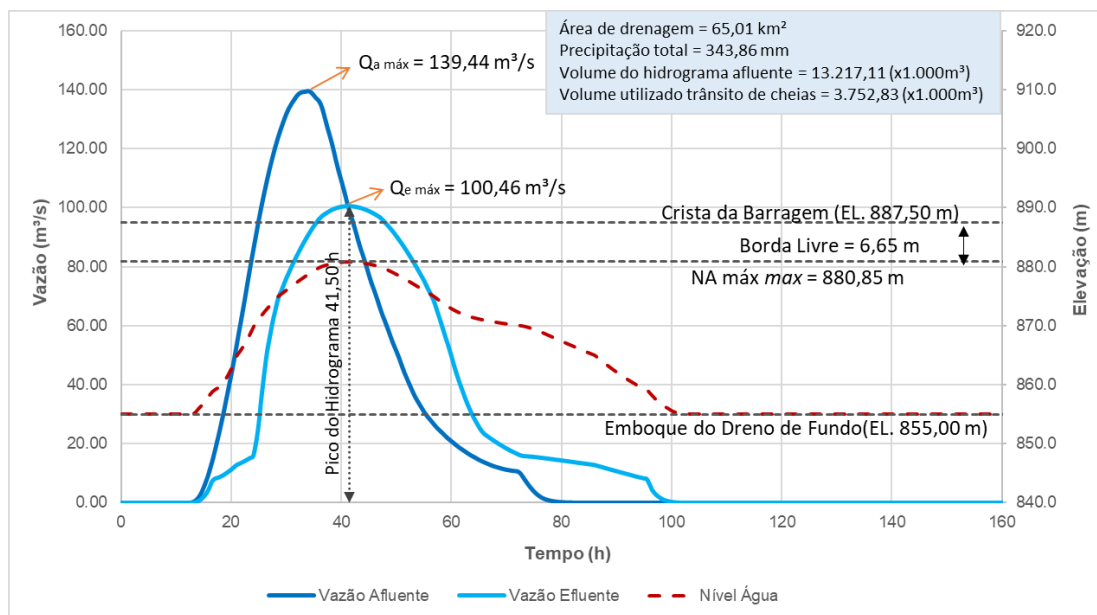


Figura 4-47 - Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 100 anos – Wilkins

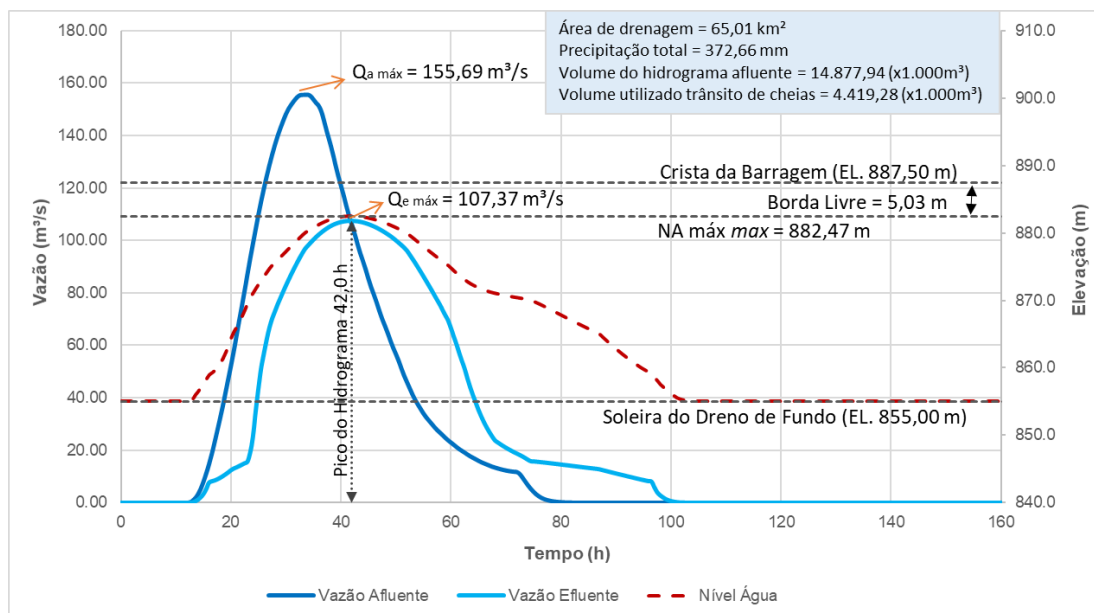


Figura 4-48 – Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 200 anos – Wilkins

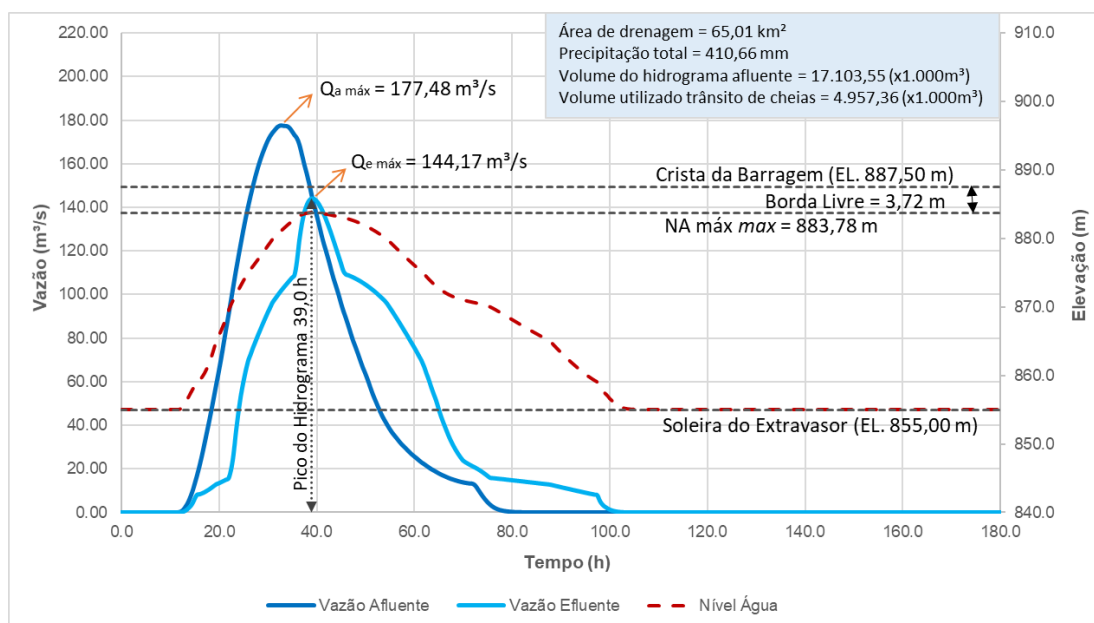


Figura 4-49 – Resultado do Trânsito de Cheias na ECJ – TR 500 anos – Wilkins

Tabela 4-21 Resumo dos Resultados - Cenário 3 – Wilkins

Variáveis de Projeto	3 Linhas de Túnel de 2,0m						
Período de Retorno (anos)	10	25	50	100	200	500	1.000
Duração da Chuva de Projeto	3 dias	3 dias	3 dias	3 dias	3 dias	3 dias	3 dias
Altura da Chuva de Projeto (mm)	246,56	285,82	314,95	343,86	372,66	410,66	439,39
Q máxima Afluente (m ³ /s)	85,52	106,97	123,21	139,44	155,69	177,48	194,17
Q máxima efluente (m ³ /s)	70,45	83,17	92,63	100,46	107,37	144,17	174,76



NA Máximo Maximorum (m)	875,26	877,35	879,18	880,85	882,47	883,78	884,27
Elevação do Dreno (m)	855,0	855,0	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00
Elevação do emboque do Túnel (m)	870,0	870,0	870,00	870,00	870,00	870,00	870,00
Elevação da Soleira de Emergência (m)	883,0	883,0	883,00	883,00	883,00	883,00	883,00
Elevação da Crista (m)	887,5	887,5	887,50	887,50	887,50	887,50	887,50
Borda Livre Remanescente (m)	12,24	10,15	8,32	6,65	5,03	3,72	3,23

O cenário 3, considerando a curva de descarga teórica do dreno de fundo, atende a premissa de manter o NA abaixo da El. 877,0m para um evento decorrente de uma chuva de TR 10 anos e para a TR de 25 anos ficaria acima desta cota por volta de 7h, chegando na elevação El. 877,35m.

Para as recorrências avaliadas em que as cotas máximas superaram a El. 877,00m segue os tempos médios, Tabela 4-22, que essa elevação seria superada. É válido ressaltar que o modelo não leva em consideração as contribuições da vazão de base e a calibração da bacia.

Tabela 4-22 - Tempos médios acima da El. 877,0m.

Tempo Acima da Elevação 877,0m	Período de Retorno (anos) - 3 Linhas de Túnel de 2,0m					
	25	50	100	200	500	1.000
Tempo (horas)	7,0	16,5	22,5	27,0	31,0	33,5

Considerações finais

Com o intuito de diminuir as sobre-elevações de nível d'água a montante da ECJ em eventos de passagem de cheias, foram avaliadas alternativas para a implantação de novas estruturas complementares, com a finalidade de definir qual e/ou quais alternativas se aplicariam ao projeto. Após essa primeira análise qualitativa, foi definido que os túneis não-destrutivos seriam a opção mais adequada. E, posteriormente, foram realizados dimensionamentos hidráulicos para os túneis, a partir de diferentes cenários, limitados ou não pela viabilidade temporal de execução das obras.

Para atender ao próximo período chuvoso, a alternativa que se mostrou viável seria a implantação de três túneis de diâmetro de 2,0m, com emboque na El. 870,0m e desemboque no rápido do extravasor de emergência. Com essa conformação, a expectativa é que, para um evento de TR de 50 anos, o NA fique limitado a El. 876,10m e para um TR 100 anos o pico chegue a El. 877,39m, levando em consideração a curva de descarga calibrada do dreno de fundo.

O projeto executivo da alternativa escolhida é apresentado no ANEXO 03.



4.4.6 Procedimento de inspeção e monitoramento

A estrutura de contenção de jusante deverá ser monitorada e inspecionada conforme determinação do Portaria DNPM nº 70.389/2017. A frequência do monitoramento bem como as inspeções rotineiras deverão ser quinzenais durante o período de operação.

No caso da inspeção rotineira ou monitoramento resultarem em situações anômalas, recomendações deverão ser apresentadas, as quais serão parte integrante do Plano de Manutenção Operacional da estrutura. A implantação do Plano de Manutenção, e consequente correção das anomalias, devem ser acompanhadas para verificação das ações tomadas e consequente registros das anomalias e ações executadas no sistema.

4.4.6.1 Monitoramento Geotécnico

O monitoramento geotécnico é aplicável às estruturas definidas como maciço da contenção (crista, taludes), taludes de cortes nas ombreiras, acessos e taludes do reservatório.

O monitoramento deverá ser feito por inspeções visuais e por meio de leituras da instrumentação. Deverá ser verificada a consistência dos dados e lançamento dos mesmos em planilhas.

A planilha para análise dos dados deverá ser elaborada pela equipe responsável pelo monitoramento.

Após a realização das leituras, os dados levantados em campo deverão ser lançados em planilhas de análise e/ou programas para interpretação dos dados de acordo com os níveis de controle. Após lançamento dos dados, as cadernetas de campo deverão ser arquivadas na unidade operacional (em impresso e/ou digitalizadas) para futura conferência, caso necessário.

Para a gestão mais adequada indica-se:

- Manter a apresentação de leituras cronológicas dos instrumentos presentes na estrutura;
- Manter a alimentação dos gráficos temporais e gráficos relacionais adequados (de linha ou de dispersão). O fato permitirá a avaliação mais apurada do comportamento das grandezas medidas e, consequentemente, do comportamento estrutural da ECJ. Devem ser usados Níveis no Reservatório, níveis na saída do dreno e Chuvas Diárias. Com os gráficos, efetuar avaliação comparativa com os níveis de controle para subsidiar a estimativa do comportamento.

O monitoramento geotécnico deve ser realizado a partir de inspeções visuais, leituras e análises de instrumentos.

De acordo com a portaria 70.389/2017 do DNPM, as inspeções são divididas em três tipos: em inspeções rotineiras, regulares e especiais. O monitoramento da barragem deverá seguir o procedimento do PRO-001273 (Programa de Gestão de Estruturas Geotécnicas da Vale S.A).



4.4.6.2 Monitoramento da instrumentação

A função da instrumentação é fornecer aos responsáveis pela estrutura parâmetros de comparação e mecanismos para avaliar o desempenho da estrutura face ao comportamento previsto em projeto, bem como possibilitar o acompanhamento e diagnóstico de eventuais mecanismos de falha. Os desvios no desempenho devem ser avaliados e tratados.

A instrumentação é composta pelos elementos cujas funções e posições estão apresentadas a seguir:

- **Marco Superficial (MS):** permite o acompanhamento da variação vertical da posição do núcleo de areia e crista da estrutura. Eles serão instalados na superfície superior da crista;
- **Marco Superficial de Ombreira (MO):** marco de referência para medição dos marcos de recalque.
- **Régua de monitoramento de nível de água:** responsável pelo acompanhamento da elevação do nível de água no reservatório e na saída do dreno de fundo.

A instrumentação é composta pelos quantitativos apresentados na Tabela 4-23

Tabela 4-23 - Instrumentação prevista para a ECJ

Instrumentação	
Tipo de Instrumento	Quantidade
Marcos Recalque (MS)	5
Marcos de Ombreira (MO)	2
Régua Liminimétrica	23

Fonte: Manual de Operação, Geoestável (2021)

Na Figura 4-50 a seguir é possível observar os marcos distribuídos ao longo da crista da ECJ bem como a posição das régua linimétrica.

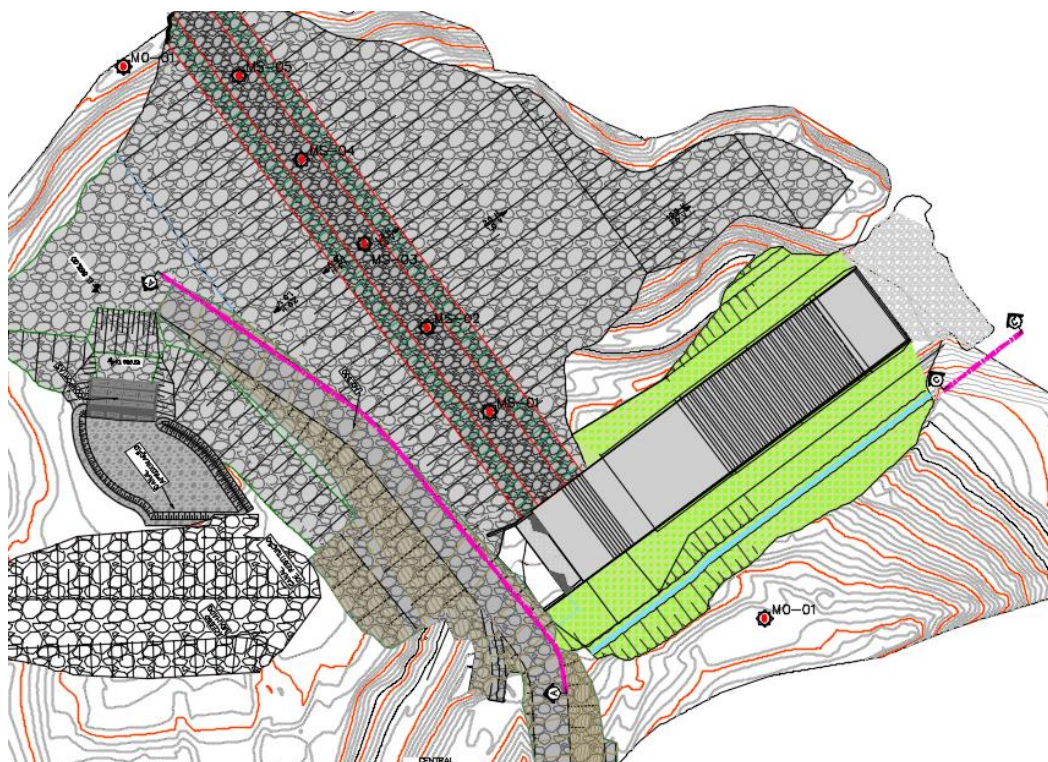


Figura 4-50 - Localização dos marcos superficiais (5 na crista e 2 nas ombreiras) e dos alinhamentos com régua linimétrica (alinhamentos na cor magenta). (Geoestável, 2021)

4.4.6.3 Frequência e procedimentos de leitura

A frequência das leituras está indicada na Tabela 4-24.

Tabela 4-24 – Frequência de Monitoramento

Tipo de Instrumento	Nomenclatura	Cenário Normal	Cenário pós Ruptura		
		Valores de controle	Valores Normais	Valores de Atenção	Valores de Alerta
Marco Superficial	MS	Mensal	Quinzenal	Semanal	Diário
Réguas	RL	Quinzenal e Eventos de Chuva	Quinzenal e Eventos de Chuva	Semanal e Eventos de Chuva	Diário

Fonte: Manual de Operação, Geoestável (2021)

Para cenário normal, o monitoramento dos marcos deve ser mensal nos primeiros 6 meses. Caso se mantenham estáveis a periodicidade pode ser aumentada para bimestral (período chuvoso) ou trimestral (estiagem).

Na Tabela 4-25 são apresentados itens com breve descrição da atividade a realizar, bem como os desvios e ações necessárias caso sejam identificadas anomalias.



Tabela 4-25 - Tarefas a serem realizadas quando do monitoramento

ITEM	DESCRIÇÃO	DESVIOS	AÇÕES NECESSÁRIAS
01	Avaliar as condições de funcionamento e conservação dos instrumentos existentes quando da realização das leituras.	Instrumentos obstruídos, destruídos, cobertos por vegetação, sem identificação, sem tampa protetora, etc.	Registrar as anomalias (fotografias) e providenciar reparos (Plano de Manutenção).
02	Fazer a leitura das réguas do reservatório e da saída do dreno, registrando na caderneta de campo e comparando com as leituras anteriores. Encaminhar caderneta com medições para lançamento nas planilhas e/ou programa de avaliação.	Alteração significativa no valor da leitura.	Checar leitura realizada para confirmar se houve equívoco. Comparar a variação da leitura com as anteriores. Comparar as leituras com as dos outros instrumentos de mesma finalidade. Comunicar aos superiores imediatos para tomada de outras ações que se fizerem necessárias, caso as alterações persistam.
03	Fazer a leitura dos marcos topográficos superficiais, registrando na caderneta de campo e comparando com as leituras anteriores.	Instrumentos danificados Deformações excessivas	Registrar as anomalias e providenciar reparos. Vistoriar o entorno para detectar a origem do problema. Comunicar aos superiores imediatos para tomada de outras ações que se fizerem necessárias, caso as alterações persistam. Consultar equipe projetista e aumentar periodicidade de monitoramento. Verificar necessidade de correções. Verificar necessidade de acionar PAEBM.
04	Registrar todas as leituras no banco de dados.		
05	Arquivar as cadernetas com as leituras na unidade operacional.		

Fonte: Manual de Operação, Geoestável (2021)

4.4.6.4 Inspeções

As inspeções objetivam identificar possíveis deficiências em relação ao desempenho considerado normal e satisfatório das estruturas. As inspeções e avaliações técnicas devem ser feitas para verificar e analisar as características hidráulicas, estabilidade física/estrutural e adequabilidade operacional dos diversos componentes das estruturas.

Com o intuito de acompanhar o comportamento da estrutura devem ser realizadas inspeções como:

Inspeções de Rotina: As inspeções de rotina são atividades essenciais para avaliação do estado de segurança e conservação da estrutura, uma vez que permitem detectar visualmente sinais prévios de processos de instabilização e anomalias. Essas inspeções deverão ser realizadas quinzenalmente pela equipe de Segurança de Barragens.

Deverá ser preenchida a “Ficha de Inspeção”, cujo modelo encontra-se no manual de operação. Neste documento deverá ser registrada qualquer anomalia encontrada acompanhada de um registro fotográfico com data sobreposta, e também ao “Plano de Manutenção”, cujo modelo encontra-se no manual de operação. As inspeções deverão abranger todas as estruturas que compõe o sistema da ECJ, especialmente os elementos listados no *check-list* para inspeções rotineiras de segurança apresentado no manual de operação.



Inspecções Regulares: As inspecções regulares têm por objetivo avaliar as condições físicas das partes integrantes da barragem visando identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente a sua segurança. De acordo com a Portaria N° 70.389/2017 – DNPM, essas inspecções deverão ser realizadas semestralmente (primeira no mês de março e segunda no mês de setembro). A inspeção de março pode ser realizada pela equipe de Segurança de Barragens (desde que a mesma atenda aos requisitos de qualificação exigidos pela lei) e/ou empresa terceirizada contratada para tal (setembro de cada ano). Porém a inspeção de setembro deve ser obrigatoriamente elaborada por equipe externa contratada.

As inspecções regulares deverão ser registradas através dos seguintes documentos:

- Ficha de Inspeção Regular devidamente preenchida, cujo modelo encontra-se no manual de operação;
- Relatório de Inspeção Regular contendo a identificação do empreendedor, identificação do responsável técnico pela segurança da barragem, juntamente com a ART (anotação de responsabilidade técnica), avaliação e classificação e/ou reclassificação (caso necessário) quanto ao Estado de Conservação referente à Categoria de Risco da Barragem. Além disso, o relatório deverá conter o registro das inspecções de rotina compiladas nos relatórios trimestrais (elaborado com base nas fichas de inspeção e de monitoramento), as ações mitigadoras e/ou corretivas adotadas para tratar as anomalias identificadas. Além disso, o relatório deverá listar as anomalias identificadas na inspeção regular, registro fotográfico dessas anomalias com data sobreposta, comparação entre as inspecções regulares realizadas anteriormente, ações mitigadoras e/ou corretivas a serem tomadas;
- Extrato da Inspeção de Segurança de Barragem;
- Declaração da Condição de Estabilidade da Barragem;
- Ciente do Representante Legal do Empreendedor.

Salienta-se que o relatório da inspeção regular poderá subsidiar a elaboração de um “Plano de Manutenção” que estabelecerá os prazos e responsáveis para a implantação de ações mitigadoras e/ou corretivas.

O relatório de inspeção regular deverá ser anexado ao Plano de Segurança de Barragens em até 60 dias após a data da inspeção (Art. 21 – Parágrafo Único – Portaria N° 70.389/2017 – DNPM).

Inspecções Especiais: As inspecções especiais devem ser realizadas, em caráter excepcional, para avaliar as condições físicas das partes integrantes da barragem sempre que a inspeção regular identificar, ao menos uma anomalia que resulte em pontuação máxima (pontuação = 10) em qualquer coluna no quadro de estado de conservação referente à Categoria de Risco da Barragem inserido no *check-list* para inspecções rotineiras de segurança apresentado no manual de operação.

Essa inspeção poderá ser realizada pela equipe de Segurança de Barragens (desde que a mesma



atenda aos requisitos de qualificação exigidos pela lei) e/ou empresa terceirizada contratada para tal.

As inspeções especiais deverão ser registradas através dos seguintes documentos: **Ficha de Inspeção Especial** devidamente preenchida.

Relatório de Inspeção Especial contendo a identificação do representante legal da empresa, identificação do responsável técnico para a mitigação das anomalias que obtiveram máxima pontuação em qualquer coluna no quadro de estado de conservação referente à Categoria de Risco da Barragem. Além disso, o relatório deverá conter a avaliação das anomalias com pontuação máxima e registro fotográfico, reclassificação (caso necessário), avaliação das ações mitigadoras e/ou corretivas adotadas para tratar cada anomalia identificada que obteve pontuação máxima. Salienta-se que a inspeção especial que atestar a extinção de uma anomalia ou que a anomalia com máxima pontuação se encontra controlada deverá apresentar um relatório conclusivo assinado pelo responsável técnico, juntamente com a ART (anotação de responsabilidade técnica) atestando a liberação da barragem para a sua operação. Caso a anomalia com pontuação máxima seja classificada como “não extinta”, deverão ser listadas as ações mitigadas e/ou corretivas necessárias para eliminar a anomalia. Neste caso, a periodicidade da inspeção especial passa a ser quinzenal até que a anomalia seja classificada como controlada ou extinta.

- Extrato da Inspeção de Segurança de Barragem;
- Ciente do Representante Legal do Empreendedor.
- Para realização da inspeção são necessários os seguintes recursos:
- Ficha de inspeção da estrutura, caneta/lápis e prancheta de mão;
- Equipamentos de proteção individual (bota, capacete, luvas, óculos de proteção, colete refletor, filtro solar e perneira);
- Máquina fotográfica para registro de eventuais anomalias na estrutura com data sobreposta;
- Veículo para deslocamento até a área.

Quanto aos cuidados a serem tomados quando da realização das tarefas de inspeção estes são semelhantes ao apresentados para a tarefa de monitoramento.

4.4.6.5 Monitoramento Ambiental

O monitoramento ambiental é relevante, principalmente após ruptura da Barragem B3/B4, caso esta ocorra. A qualidade do efluente lançado a jusante da estrutura é uma exigência legal de grande relevância. Ao analisar o efluente pelo vertedouro lançado a jusante do mesmo é possível comprovar a eficiência na contenção de sedimentos e clarificação da água retida. Os resultados obtidos da qualidade do efluente funcionam como um ponto de alerta, indicando o desempenho do sistema.



A análise da qualidade do efluente deverá ser realizada conforme estabelecido pelo órgão ambiental durante toda a operação do empreendimento. Os parâmetros da qualidade do efluente lançado a jusante da Contenção de Jusante deverão ser analisados levando em consideração a Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de maio de 2008, e a CONAMA N.º 357, de 17 de março de 2005.

Caso a qualidade obtida não atenda aos requisitos listados acima, será necessário implantar um sistema de tratamento de águas a jusante da ECJ. É recomendável que um estudo sedimentológico seja realizado e simule as condições pós-ruptura da B3/B4 de modo a avaliar a real necessidade deste sistema de tratamento.

4.4.6.6 Manutenção

Os serviços de manutenção deverão ser definidos a partir de observações constatadas em inspeções (rotineiras, regulares e especiais), durante a operação ou em auditorias realizadas por empresas contratadas. As anomalias identificadas deverão ser registradas nas “Fichas de Inspeção e Monitoramento da Instrumentação” e poderão ser listadas em um “Plano de Manutenção” que indicará as ações mitigadoras/corretivas, os responsáveis e os prazos. A manutenção deverá ser realizada, se possível, quando da constatação do problema, evitando assim a sua progressão e/ou associação com outros, evitando ameaças à operação e segurança das estruturas. Dentre os serviços de manutenção geral da barragem, devem ser providenciados os seguintes reparos, quando se fizerem necessários:

- Limpeza de canaletas e caixas de drenagem superficial;
- Reparo de sulcos de erosão nos taludes, bermas, no terreno das ombreiras;
- Reparo da sinalização da identificação de instrumentos;
- Limpeza da ranhura das comportas;
- Regulagem dos componentes hidráulicos;
- Manutenção preventiva comporta;
- Tratamento de fissuras em tubos de aeração de comportas, para evitar infiltrações.
- Reparo ou substituição de instrumentos;
- Limpeza da área de saída do dreno de fundo (saída do tapete);
- Poda da cobertura vegetal, nos taludes das ombreiras e taludes do extravasor;
- Replante da cobertura vegetal nas áreas de falha, tais como nas ombreiras e taludes escavados do extravasor;
- Reaterro da crista, para correção de eventuais recalques e correção da ECJ;
- Remoção de cupinzeiros e formigueiros do talude de jusante da ECJ;
- Reparo das estradas de acesso ao maciço e pé da barragem;



- Reparo das cercas de proteção da barragem e do reservatório;
- Remoção de materiais flutuantes na estrutura extravasora;
- Reparo do concreto do sistema extravasor e tomada d'água.

Antes do período chuvoso as estruturas deverão passar por manutenção preventiva em que serão realizadas as ações corretivas apresentadas na Tabela 4-26, caso necessário.

Tabela 4-26 - Ações Preventivas antes do Período Chuvoso

REGIÃO	AÇÃO
Crista e Taludes	Regularização da superfície da crista e taludes, adequando-as às condições de projeto.
	Preenchimento de trechos erodido com material de maior resistência ao arraste e desvio de eventuais escoamentos.
	Poda da cobertura vegetal (grama e hidrossemeadura) dos taludes das ombreiras .
	Remoção de cupinzeiros e formigueiros do maciço da ECJ.
Bermas	Regularização da superfície das bermas, adequando-as às condições de projeto.
	Preenchimento de trechos erodidos com material de maior resistência ao arraste e desvio de eventuais escoamentos.
	Retirada do material depositado e restauração da geometria de projeto.
Sistema de Drenagem Superficial	Retirar material depositado ao longo das canaletas.
	Reforço estrutural, reposição de material quando necessário. Preenchimento do local erodido com material de maior resistência a abrasão.
Sistema Extravasor e respectivos taludes escavados	Reforço estrutural, reposição de material quando necessário. Preenchimento do local erodido com material de maior resistência a abrasão.
	Retirada do material depositado.
	Retirada de material depositado no emboque e desemboque e reconstituição da região erodida.
	Poda da cobertura vegetal (grama e hidrossemeadura) dos taludes escavados.
Instrumentação	Reparo da sinalização da identificação de instrumentos.
	Reparo ou substituição de instrumentos.
Bacia de dissipação	Conformação da geometria de projeto.
	Retirada do material depositado ao longo do sistema e desemboque.
Canal de restituição	Limpeza do canal de restituição de forma a possibilitar a descarga dos deflúvios de forma efetiva.
Acessos	Reparo das estradas de acesso a ECJ.
Estruturas de concreto	Reparo das possíveis patologias encontradas no concreto.
Comportas	Limpeza das ranhuras e limpeza das galerias e canal de enrocamento imediatamente a montante. Realizar todos os procedimentos de manutenção apresentado no Manual de Operação.

Fonte: Manual de Operação, Geoestável (2021)

A equipe de manutenção deverá ser treinada para executar os trabalhos de manutenção, bem como para dar início aos procedimentos de controle nas situações emergenciais conforme apresentado pelo PAEBM da estrutura.



4.4.6.7 Equipamentos

Os principais equipamentos utilizados para a operação do projeto são apresentados na Tabela 4-27.

Tabela 4-27 - Equipamentos utilizados para a operação do projeto

Equipamento	
Caminhão Articulado	Compressor XAS 420 900PC
Caminhão Basculante	Escavadeira (20 t a 50 t)
Caminhão Limpa Fossa	Geradores (100 kVA a 500kVA)
Caminhão Munck	Guindaste 60T
Caminhão Pipa	Motoniveladora
Carregadeira	Retroescavadeira
Carreta Prancha	Trator de Esteira

Fonte: Vale, 2022

4.4.6.8 Mão de Obra

Na operação da Estrutura de Contenção a Jusante B3/B4, é empregada mão de obra terceirizada e proveniente do quadro de funcionários interno da Vale S.A, aproximadamente 390 profissionais, sendo este número a representação do maior pico de colaboradores previstos.

4.4.7 Cronograma de Operação

A operação da obra se iniciou logo após o fim da implantação e finaliza quando as barragens a montante estiverem descaracterizadas.

4.5 FASE DE DESCOMISSIONAMENTO

Após o término das obras emergenciais para a descaracterização da barragem B3/B4 e, consequente, o término do risco associado à uma eventual ruptura desta estrutura, será viável a implantação de um plano de descomissionamento da ECJ.

O plano integrado de descomissionamento, em carácter executivo, destas estruturas está em elaboração pela Vale e deverá consistir nas seguintes etapas:

- 1) Remoção do maciço da ECJ;



- 2) Implantação de uma ensacadeira a montante da ECJ;
- 3) Desmonte, transporte e deposição do material inerte da estrutura ECJ;
- 4) Descomissionamento dos canteiros de obras;
- 5) Revegetação da área.

Até o presente momento, o desenvolvimento do plano integrado de descomissionamento da ECJ encontra-se em fase de conceitual, conforme o relatório apresentado no ANEXO 04.

Dada a complexidade do descomissionamento de uma estrutura do porte da ECJ e o ainda incipiente do desenvolvimento dos projetos de engenharia, as atividades que serão necessárias ao descomissionamento da ECJ e estruturas associadas serão objeto de um novo Estudo de Impacto Ambiental a ser apresentado futuramente aos órgãos ambientais e demais pessoas interessadas pertinentes.

Sob esta ótica, neste estudo ambiental será avaliada a viabilidade ambiental da implantação da ECJ B3/B4 considerando os aspectos e impactos relacionados às fases de instalação (obras) e operação normal da estrutura (manutenções e inspeções periódicas), sem contemplar a fase de descomissionamento.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS (2019) - Memorial Descritivo | Descomissionamento B3B4 Mina Mar Azul.

GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS (2019) – Projeto Detalhado | Contenção de Jusante (Emissão Inicial)

GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS (2019) – Projeto Detalhado barragem Mina Mar Azul, nº Projeto S-4178 | Seções Geológicas-Geotécnicas – Seções 1 a 3.

GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS (2019) – Projeto Detalhado barragem Mina Mar Azul, nº Projeto S-4178 | Seções Geológicas-Geotécnicas – Seções 4 a 6.

GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS (2021) – Projeto Detalhado | manual de Operação.

GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS (2022) – Projeto Detalhado barragem Mina Mar Azul, nº Projeto S4178-01 | Contenção de Jusante – Emboque Tuneis – Alternativa 3 – Plantas e seções.

GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS (2022) – Projeto Detalhado Barragem Mina Mar Azul – Contenção de Jusante | Relatório Técnico Estudo de Regulação de Cheias - ECJ.

PREFEITURA DE NOVA LIMA (2021) - Plano Diretor Anexo IV. Disponível em: <<https://novalima.mg.gov.br/portal-transparencia/plano-diretor/visualizar/3862>>. Acesso em: 26/04/2022.

TOTAL PLANEJAMENTO EM MEIO AMBIENTE (2020) – Plano de Utilização Pretendida (PUP) Obras Emergenciais da Mina Mar Azul barragem B3/B4.

VALE S.A (2021) - Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração - PAEBM - barragem B3/B4 Mina Mar Azul

VALE S.A (2022) - Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração - PAEBM - barragem B3/B4 Mina Mar Azul

VALE S.A (2022) - Relatório Técnico das Medidas Executadas para descaracterização, barragem B3/B4



RUA SERGIPE, 1333 | SAVASSI | BELO HORIZONTE - MG | CEP 30.130-174 | TEL: +55 31 3048-2000

RUA LEVINDO LOPES, 323 | SAVASSI | BELO HORIZONTE - MG | CEP 30.140-170 | TEL: +55 31 3048-2000

AVENIDA H | QUADRA 25 | LOTE 7 | CIDADE JARDIM | PARAUAPEBAS - PA | CEP 68.515-000 | TEL: +55 94 99219-6339