

**EIA/RIMA**  
**MINA DE JANGADA**



Vista parcial do dique de Concreto, 2022.

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)**

---

**INTERVENÇÃO AMBIENTAL COM SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO PARA ATENDIMENTO ÀS OBRAS  
DE DESCARACTERIZAÇÃO DO DIQUE DE CONCRETO  
BRUMADINHO - MG**

**VOLUME II**



**VOLUME II**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)**

---

**INTERVENÇÃO AMBIENTAL COM SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO PARA ATENDIMENTO ÀS OBRAS  
DE DESCARACTERIZAÇÃO DO DIQUE DE CONCRETO  
BRUMADINHO - MG**

**MINA DE JANGADA**

**Nova Lima, MG  
Março de 2023**

---

## APRESENTAÇÃO

---

O Estudo de Impacto Ambiental da descaracterização do Dique de Concreto é composto por 6 (seis) volumes, sendo este documento o **VOLUME II**, que consiste no Diagnóstico do Meio Físico.

<b>VOLUME I</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Introdução</li><li>• Identificação do empreendedor e da empresa de consultoria</li><li>• Estudo de alternativas locacionais e tecnológicas</li><li>• Caracterização da intervenção</li><li>• Área do Estudo</li></ul>
<b>VOLUME II</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagnóstico Ambiental do Meio Físico</li><li>• Área de Estudo do Meio Físico</li><li>• Clima e Meteorologia</li><li>• Qualidade do Ar</li><li>• Ruído Ambiental</li><li>• Geologia</li><li>• Geomorfologia</li><li>• Hidrogeologia</li><li>• Espeleologia</li><li>• Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Superficiais</li><li>• Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Subterrâneas</li></ul>
<b>VOLUME III</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico</li><li>• Área de Estudo do Meio Biótico</li><li>• Flora regional</li><li>• Flora local</li><li>• Fauna Terrestre e Biota Aquática</li></ul>
<b>VOLUME IV</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagnóstico Ambiental do Meio Socioeconômico</li><li>• Área de Estudo</li><li>• Contextualização Regional</li><li>• Contextualização Local</li><li>• Propriedades</li><li>• Caracterização das comunidades ao entorno</li><li>• Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental</li></ul>
<b>VOLUME V</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Serviços Ecossistêmicos Associados à Vegetação Nativa</li><li>• Passivos Ambientais</li><li>• Avaliação de Impactos</li><li>• Definição das Áreas de Influência</li><li>• Programas de Mitigação, Monitoramento, Compensação e Recuperação</li><li>• Prognóstico Ambiental</li><li>• Conclusão</li><li>• Equipe Técnica</li></ul>
<b>VOLUME VI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anexos</li></ul>

## SUMÁRIO

5 ÁREA DE ESTUDO .....	8
5.1 Áreas de Influência do Meio Físico .....	8
6 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.....	10
6.1 MEIO FÍSICO .....	10
6.1.1 Clima e Meteorologia .....	10
6.1.1.1 Caracterização Climática.....	10
6.1.1.2 Caracterização Meteorológica .....	10
6.1.1.3 Rosa dos ventos .....	14
6.1.2 Qualidade do ar.....	14
6.1.2.1 Rede de monitoramento.....	15
6.1.2.2 Análise de Resultados .....	15
6.1.3 Ruído Ambiental .....	18
6.1.3.1 Rede de monitoramento de ruído.....	18
6.1.3.2 Requisitos legais .....	18
6.1.3.3 Resultados .....	20
6.1.3.3.1 Análise dos Resultados.....	23
6.1.4 Geologia .....	23
6.1.4.1 Geologia Regional .....	23
6.1.4.2 Geologia Local .....	24
6.1.5 Geomorfologia e Pedologia.....	28
6.1.6 Espeleologia .....	35
6.1.6.1 Área de prospecção – contextualização e potencial espeleológico .....	35
6.1.6.2 Conclusão .....	38
6.1.7 Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Superficiais .....	38
6.1.7.1 Recursos Hídricos .....	38
6.1.7.2 Uso das Águas.....	39
6.1.7.3 Enquadramento das Águas Superficiais .....	41
6.1.7.4 Qualidade das Águas Superficiais .....	41
6.1.7.5 Metodologia .....	41
6.1.7.6 Resultados e interpretações de dados .....	44
6.1.7.7 Acidez e PH in situ .....	44
6.1.7.8 Condutividade elétrica in situ .....	44
6.1.7.9 Cor verdadeira.....	45



6.1.7.10 Odor in situ .....	46
6.1.7.11 Temperatura ambiente in situ e temperatura amostra in situ .....	46
6.1.7.12 Turbidez in situ .....	47
6.1.7.13 Série de sólidos .....	48
6.1.7.14 Alcalinidade total .....	48
6.1.7.15 Chumbo total.....	48
6.1.7.16 Cloreto total .....	48
6.1.7.17 Série de cromo .....	49
6.1.7.18 Demanda bioquímica de oxigênio .....	49
6.1.7.19 Demanda química de oxigênio .....	49
6.1.7.20 Série de ferro .....	49
6.1.7.21 Fósforo total.....	50
6.1.7.22 Série manganês .....	50
6.1.7.23 Mercúrio total .....	51
6.1.7.24 Série de nitrogênio.....	51
6.1.7.25 Óleos e graxas visíveis in situ .....	51
6.1.7.26 Série de oxigênio .....	51
6.1.7.27 Surfactantes .....	52
6.1.7.28 Série de coliformes .....	52
6.1.7.29 Escherichia coli e Streptococcus .....	52
6.1.8 Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Subterrâneas .....	53
6.1.8.1 Recursos Hídricos .....	53
6.1.8.2 Uso das Águas.....	53
6.1.8.3 Contexto Local.....	55
6.1.8.4 Sistema Aquífero Granito-Gnáissico.....	56
6.1.9 Qualidade das Águas Subterrâneas .....	58
6.1.9.1 Resultados e interpretação de dados.....	58
6.1.9.1.1 Série dos metais .....	58
6.1.9.1.2 Série do nitrogênio .....	60
6.1.9.1.3 Microorganismos .....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
EQUIPE TÉCNICA.....	65
ANEXO I – FICHAS DE CAMPO COM REGISTRO FOTOGRÁFICO (GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA)	
66	
ANEXO II - ESPELEOLOGIA.....	83
ANEXO III - PRANCHA FOTOGRÁFICA SEGUNDO DESCRIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DA TABELA DO	
ANEXO I.....	84

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Comportamento climatológico de precipitação e umidade relativa do ar da estação Belo Horizonte (1991-2020). Fonte: INMET, 2022.....	11
<b>Figura 2:</b> Comportamento climatológico de precipitação e umidade relativa do ar da estação Ibirité (Rola Moça) (2012-2022). Fonte: INMET, 2022.....	12
<b>Figura 3:</b> Rosa dos Ventos - Estação de Ibirité (Rola Moça), 2022. ....	14
<b>Figura 4:</b> Dados de monitoramento de PTS na estação Clube Feijão/Brumadinho (2021 e 2022) .....	16
<b>Figura 5:</b> Dados de monitoramento de MP10 na estação Clube Feijão/Brumadinho (2021 e 2022).....	16
<b>Figura 6:</b> Monitoramento de ruído no período diurno em Casa Branca no ano de 2021 e 2022 .....	20
<b>Figura 7:</b> Monitoramento de ruído no período noturno em Casa Branca no ano de 2021 e 2022. ....	20
<b>Figura 8:</b> Monitoramento de ruído no período diurno no Bairro Jangada no ano de 2021 e 2022. ....	21
<b>Figura 9:</b> Monitoramento de ruído no período noturno no Bairro Jangada no ano de 2021 e 2022 .....	21
<b>Figura 10:</b> Monitoramento de ruído no período diurno no Córrego do Feijão no ano de 2021 e 2022 .....	22
<b>Figura 11:</b> Monitoramento de ruído no período noturno no Córrego do Feijão no ano de 2021 e 2022.....	22
<b>Figura 12:</b> Localização da bacia hidrográfica do rio Paraopeba sob o contexto da bacia do rio São Francisco. Fonte: PDRH RIO PARAPEBA, 2020.....	39
<b>Figura 13:</b> Vazão específica da bacia hidrográfica do rio Paraopeba. Fonte: PDRH RIO PARAPEBA, 2020	40
<b>Figura 14:</b> Vazão de referência da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (Fonte: PDRH RIO PARAPEBA, 2020) .....	40
<b>Figura 15:</b> Resultados amostrais de Condutividade Elétrica <i>in situ</i> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (Fonte: VALE, 2021-2022).....	45
<b>Figura 16:</b> Resultados amostrais de Condutividade Elétrica <i>in situ</i> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (Fonte: BIOMA, 2022).....	45
<b>Figura 17:</b> Resultados amostrais de Temperatura <i>in situ</i> ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Fonte: BIOMA, 2022). ....	47
<b>Figura 18:</b> Resultados amostrais de Turbidez <i>in situ</i> (UNT) (Fonte: BIOMA, 2022).....	47
<b>Figura 19:</b> Resultados amostrais .....	50
<b>Figura 20:</b> Resultados amostrais de Manganês Total ( $\text{mg}/\text{L Mn}$ ) (Fonte: VALE, 2021-2022), 2022. ....	50
<b>Figura 21:</b> Resultados amostrais de Oxigênio Dissolvido <i>in situ</i> ( $\text{mg}/\text{L O}_2$ ) (Fonte: VALE, 2021-2022) .....	51
<b>Figura 22:</b> Resultados amostrais de Oxigênio Dissolvido <i>in situ</i> ( $\% \text{O}_2$ ) (Fonte: BIOMA, 2022) .....	52
<b>Figura 23:</b> Estimativas do RPD e RPE dos Sistemas Aquíferos. Fonte: PDRH, 2020. ....	54
<b>Figura 24:</b> Uso das águas subterrâneas. Fonte: PDRH, 2020. ....	54
<b>Figura 25:</b> Balanço hídrico subterrâneo quantitativo da bacia rio Paraopeba. Fonte: PDRH, 2020. ....	55
<b>Figura 26:</b> Resultados amostrais de alumínio (Fonte: VALE, 2021-2022).....	59
<b>Figura 27:</b> Resultados amostrais de ferro (Fonte: VALE, 2021-2022). ....	59
<b>Figura 28:</b> Resultados amostrais de zinco (Fonte: VALE, 2021-2022).....	60
<b>Figura 29:</b> Resultados amostrais de nitrato (Fonte: VALE, 2021-2022).....	60

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1:</b> Área de Estudo do Meio Físico, EIA/RIMA das obras para descaracterização do dique de concreto, 2022. ....	9
<b>Mapa 2:</b> Mapa climatológico e localização das estações meteorológicas EIA/RIMA das obras do dique de concreto, Brumadinho, 2022. ....	13
<b>Mapa 3:</b> EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar, 2022. ....	17
<b>Mapa 4:</b> EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, localização dos pontos de monitoramento de ruído ambiental, 2022. ....	19

<b>Mapa 5:</b> EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, geologia da área de estudo, 2022. ....	27
<b>Mapa 6:</b> EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, geomorfologia na Área de Estudo, 2022. ....	29
<b>Mapa 7:</b> EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, hipsometria e topografia da Área de Estudo, 2022. ....	30
<b>Mapa 8:</b> EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, declividade da Área de Estudo, 2022. ....	31
<b>Mapa 9:</b> EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, pedologia na Área de Estudo, 2022. ....	34
<b>Mapa 10:</b> EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, espeleologia na Área de Estudo, 2022. ....	37
<b>Mapa 11:</b> EIA/RIMA das obras de Descaracterização do Dique de Concreto, pontos de monitoramento Dique de Concreto, 2022. ....	43
<b>Mapa 12:</b> Hidrogeologia da Área de Intervenção do EIA RIMA das obras de descaracterização do Dique de Concreto, Brumadinho, 2022. ....	57

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Detalhamento da estação climatológica analisada. ....	10
<b>Tabela 2:</b> Frequência das Classes de Velocidade dos Ventos, 2022. ....	14
<b>Tabela 3:</b> Dados dos pontos de monitoramento da Qualidade de Ar, 2022. ....	15
<b>Tabela 4:</b> Localização dos pontos de monitoramento de ruído e vibração ....	18
<b>Tabela 5:</b> Limites dos níveis de ruídos de pressão sonora contínuos equivalentes, ponderada em A, LAeq,T estabelecidos na ABNT NBR 10.151:2019, 2022. ....	18
<b>Tabela 6:</b> Informações acerca da Geomorfologia, Declividade e Variação da altitude das Áreas Diretamente Afetadas. ....	28
<b>Tabela 7:</b> Cavidades na região próximas à AII do 'dique de concreto' do site da mina de Jangada da VALE em Brumadinho/MG, 2022. ....	36
<b>Tabela 8:</b> Densidade de caminhamento por potencial espeleológico da prospecção do dique de concreto, 2022. ....	36
<b>Tabela 9:</b> Descrição do monitoramento da qualidade da água superficial (Fonte: VALE, 2021-2022), 2022. ....	41
<b>Tabela 10:</b> Rede de Monitoramento pontual: Background (Fonte: BIOMA, 2022). ....	42
<b>Tabela 11:</b> Pontos de análise da matriz água superficial ....	44
<b>Tabela 12:</b> Resultados amostrais de Cor Verdadeira (mg Pt/L) (Fonte: VALE, 2021-2022). ....	46
<b>Tabela 13:</b> Estimativas da Recarga Potencial Direta (RPD) e Reserva Potencial Explotável (RPE) dos Sistemas Aquíferos. ....	53
<b>Tabela 14:</b> Descrição do monitoramento da qualidade da água subterrânea (Fonte: VALE, 2021-2022). ....	58
<b>Tabela 15:</b> Pontos amostrais da prospecção espeleológica do site de mina de Jangada, EIA/RIMA, obras de descaracterização do Dique de Concreto, 2022 ....	83

## 5 ÁREA DE ESTUDO

---

### 5.1 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO

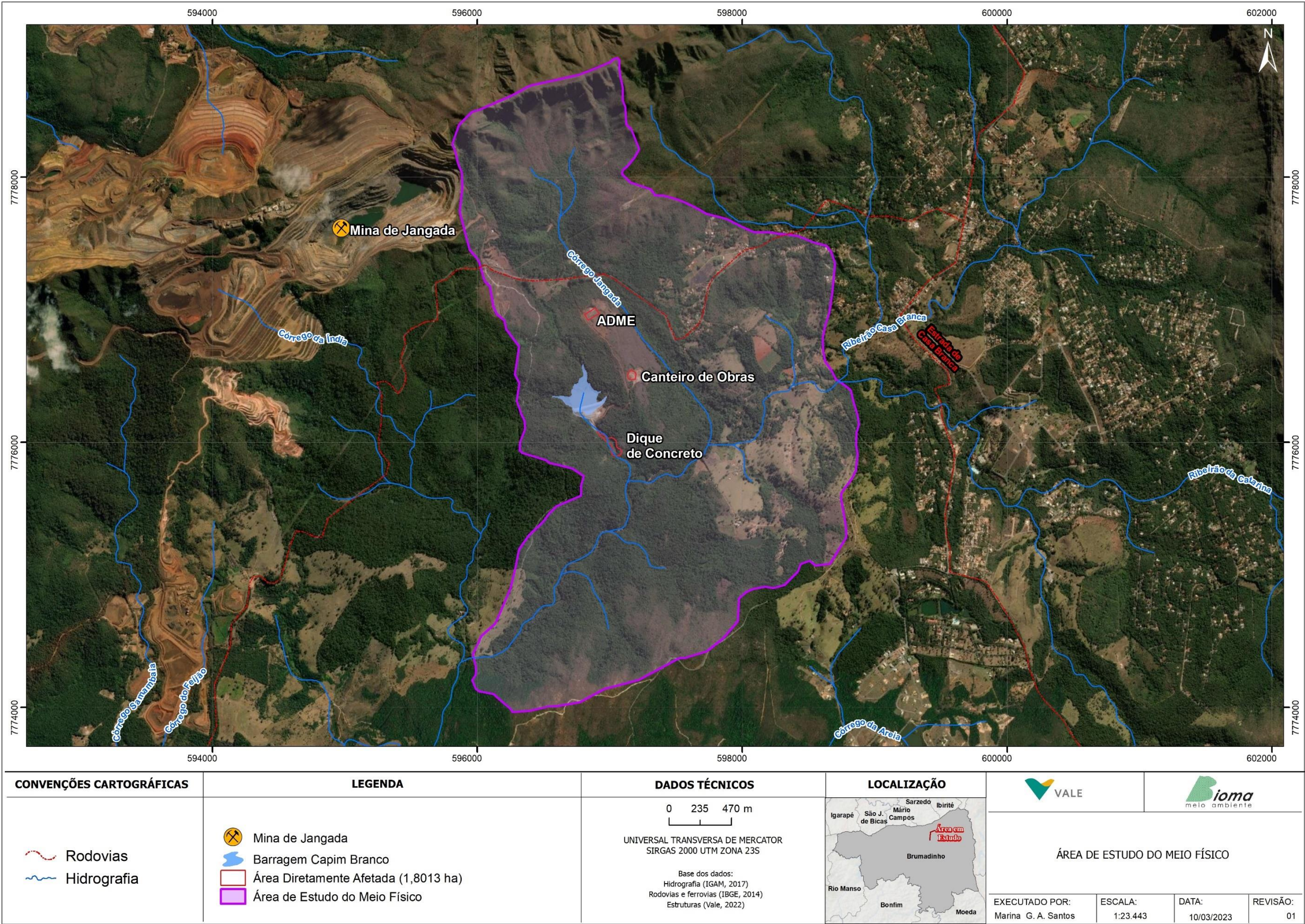
A definição das Áreas de Influência do Meio Físico (**Mapa 1**) teve como base o projeto de engenharia, a delimitação das bacias de drenagem de inserção das obras e aspectos fisiográficos da região, como os arranjos topográficos e o contexto geológico regional do Quadrilátero Ferrífero.

As obras de engenharia supracitadas consistem em: área para disposição de estéril da obra, área de canteiro de obras e o dique que será descaracterizado, bem como seu reservatório.

Utilizou-se os dados da hidrografia disponíveis no banco de Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), consultas a carta topográfica Brumadinho - Folha SF-23-X-A-II-2 (IBGE, 1976) com escala de 1:50.000 e ferramentas de geoprocessamento para confeccionar a delimitação da área.

As Áreas de Intervenção das obras abarcam a microbacia hidrográfica contribuinte da sub-bacia do ribeirão Casa Branca, pertencente à bacia do rio Paraopeba. As cotas mais elevadas estão na vertente da serra Três Irmãos, integrante da Serra do Curral, com o sentido do fluxo da rede de drenagem direcionada de norte a sul, até o ribeirão Casa Branca.





Mapa 1: Área de Estudo do Meio Físico, EIA/RIMA das obras para descaracterização do dique de concreto, 2022.



## 6 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

### 6.1 MEIO FÍSICO

#### 6.1.1 Clima e Meteorologia

##### 6.1.1.1 Caracterização Climática

O estado de Minas Gerais, segundo a classificação de Köppen-Geiger (MARTINS *et al.*, 2018), apresenta cinco tipos climáticos, sendo dois temperados (Cwb e Cwa), um tropical (Aw) e dois áridos (BSh e BWh). Dos respectivos tipos climáticos, predomina na área de estudo o clima Cwb (temperado úmido com inverno seco e verão fresco).

##### 6.1.1.2 Caracterização Meteorológica

A Área de Estudo, que abrange as três áreas de influência, está localizada no município de Brumadinho, onde não existe estação climatológica com dados disponíveis, para a série histórica de 30 anos. Portanto, para análise das normais climatológicas da região (1991-2020), foram utilizadas as informações da estação mais próxima, detentora de tais dados, que é a estação Belo Horizonte (INMET). Essa estação está a aproximadamente 24 km de distância da área de estudo. Também, de forma complementar, foram utilizados os dados da estação Ibitité (Rola Moça), localizada no município de Ibitité, do período entre 2012 e 2022. A estação dista 11 km da Área de Estudo. A **Tabela 1** apresenta as principais informações das estações consultadas e o Mapa 2 apresenta suas localizações.

**Tabela 1:** Detalhamento da estação climatológica analisada.

Nome	Código	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 23K)		Responsável / Operadora	Período dos dados
			E	N		
Belo Horizonte	83587	Belo Horizonte / MG	609653	7795431	INMET	1991-2020
Ibitité	A555	Ibitité (Rola Moça) MG	603543	7784892	INMET	2012-2022

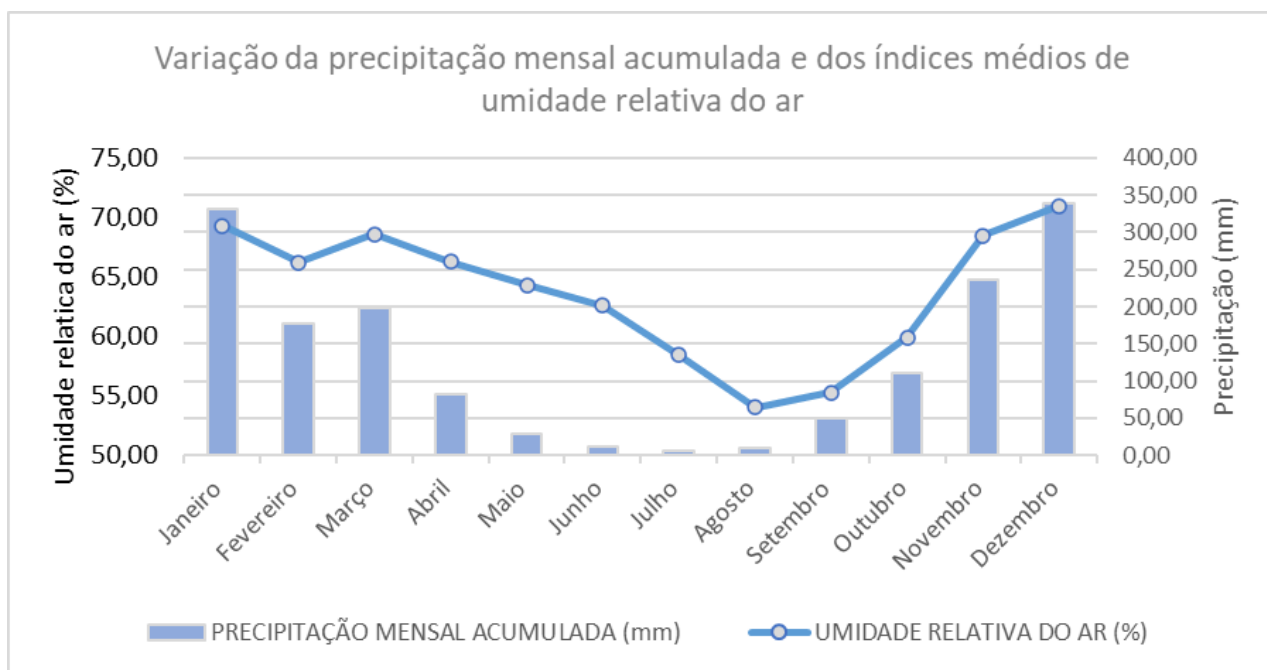
Fonte: INMET, 2022.

De acordo com os dados do INMET, as normais climatológicas da estação Belo Horizonte apresentaram temperatura média compensada anual de 22,1 °C. Foram registradas médias de temperatura mínima de 18,0 °C e máxima de 27,3 °C, no mesmo período.

A estação Ibitité (Rola Moça) apresentou temperatura média compensada anual de 20,02 °C. Foram registradas médias de temperatura mínima de 16,34 °C e máxima de 25,63 °C. Apesar da diferença entre os períodos analisados, quando comparados os valores e variações de temperatura das duas estações, notam-se temperaturas ligeiramente amenas, registradas na estação de Ibitité (Rola Moça). Essa ligeira variação da temperatura pode estar relacionada a diversos fatores, tais como adensamento urbano, presença de áreas verdes e altitude.

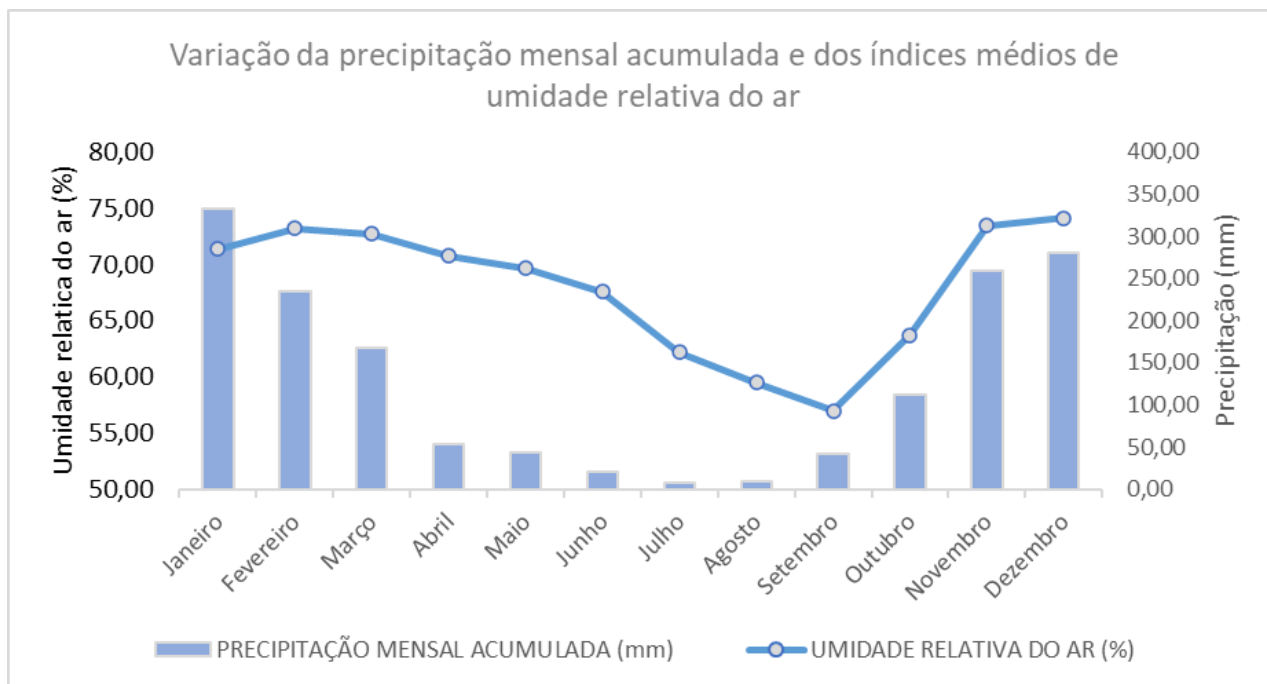


A **Figura 1** apresenta os valores de precipitação mensal acumulada em relação à variação da umidade relativa do ar ao longo do ano da estação Belo Horizonte. Pode-se observar dois períodos distintos ao longo do ano, sendo um chuvoso e um de estiagem. Como pode ser observado, há um decréscimo da precipitação mensal acumulada e da umidade relativa do ar no período entre julho e agosto, com a retomada a partir do mês de setembro.

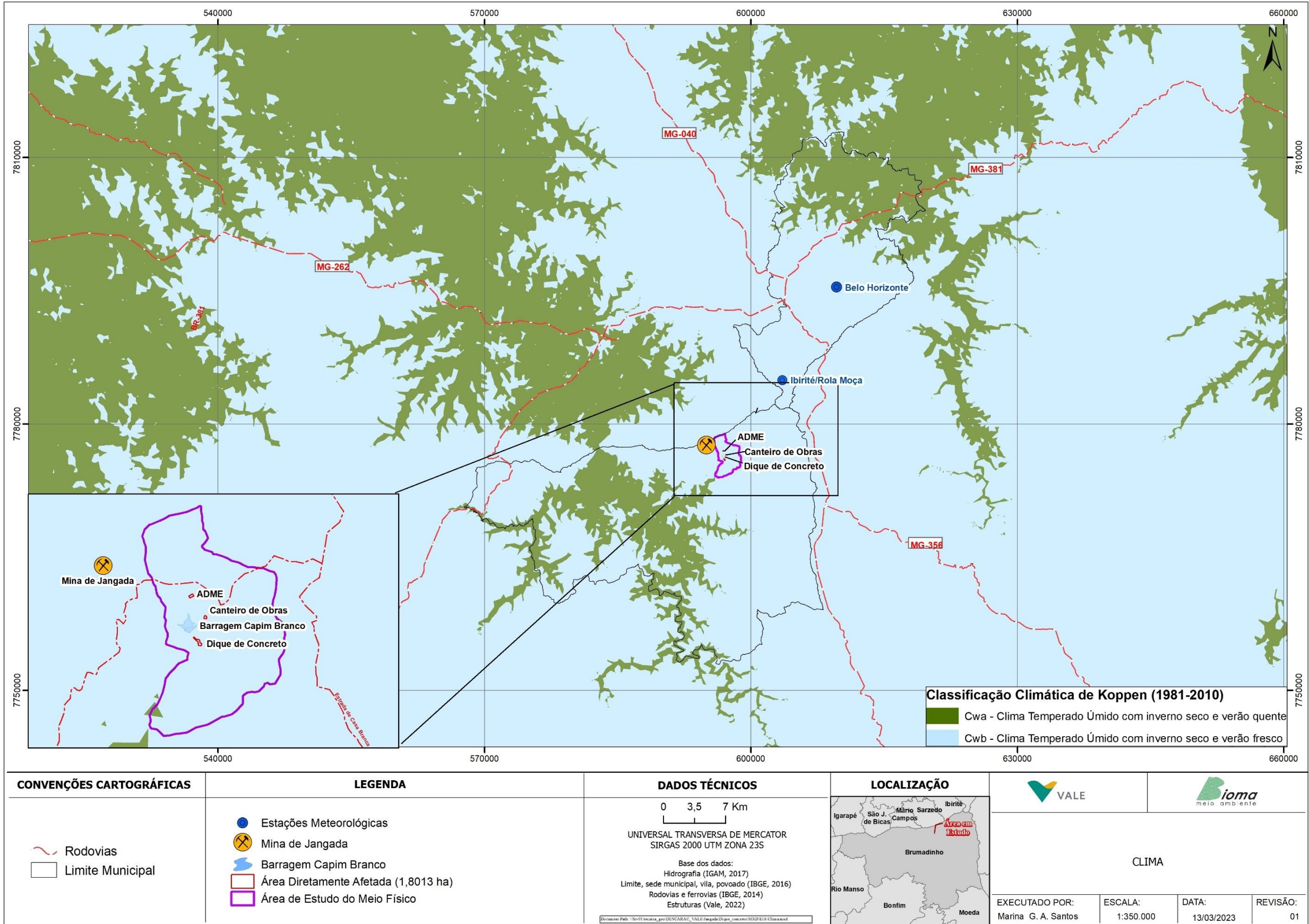


**Figura 1:** Comportamento climatológico de precipitação e umidade relativa do ar da estação Belo Horizonte (1991-2020).  
Fonte: INMET, 2022.

Já a estação Ibirité (Rola Moça) apresentou precipitação acumulada anual de 1.562,18 mm, durante o período analisado. Pode-se observar dois períodos distintos ao longo do ano, sendo um chuvoso e um de estiagem, apresentando comportamento similar ao da estação Belo Horizonte. A umidade do ar apresentou média compensada anual em torno de 67,95%, com valores abaixo da média entre os meses de julho e setembro. A **Figura 2** mostra o comportamento de precipitação e umidade do ar da estação.



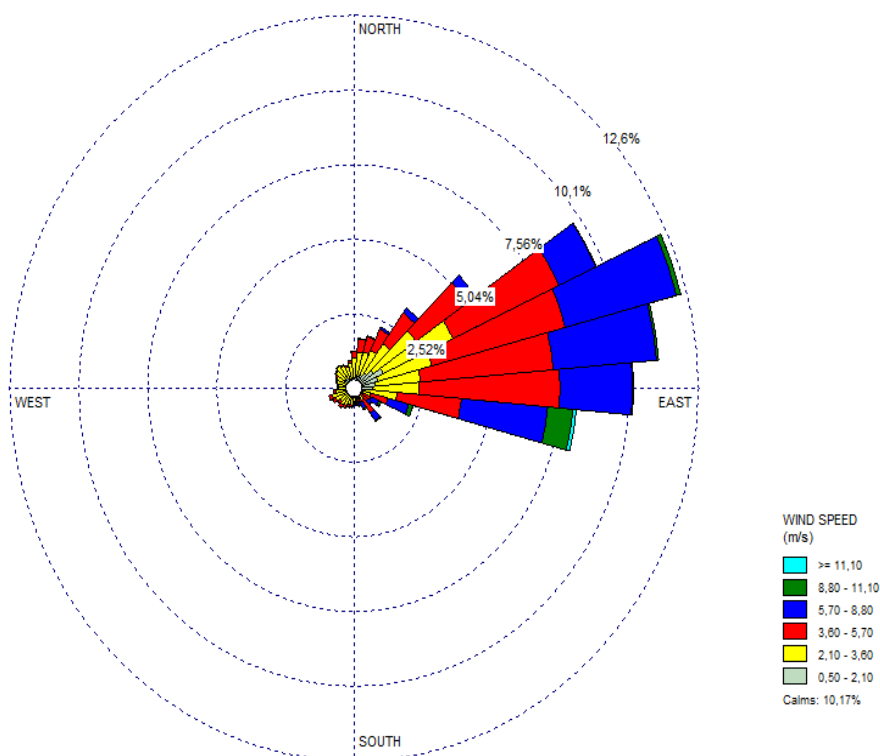
**Figura 2:** Comportamento climatológico de precipitação e umidade relativa do ar da estação Ibirité (Rola Moça) (2012-2022). Fonte: INMET, 2022.



Mapa 2: Mapa climatológico e localização das estações meteorológicas EIA/RIMA das obras do dique de concreto, Brumadinho, 2022.

### 6.1.1.3 Rosa dos ventos

Para análise da direção dos ventos, foram utilizados os dados da estação Ibirité (Rola Moça). A compilação desses dados indicou as direções dos ventos da região que, majoritariamente, são para leste-nordeste (ENE), nordeste (NE), leste (E) e leste-sudeste (ESE). Essa análise pode ser observada pela Rosa dos Ventos, conforme a **Figura 3**.



**Figura 3:** Rosa dos Ventos - Estação de Ibirité (Rola Moça), 2022.

A **Tabela 2** apresenta a Frequência (%) das velocidades (m/s) analisadas. É possível observar a prevalência dos ventos entre 3,60 e 5,70 m/s de velocidade.

**Tabela 2:** Frequência das Classes de Velocidade dos Ventos, 2022.

Velocidade dos Ventos (m/s) X Frequência de Ocorrência (%)							
Velocidade (m/s)	Calmaria	0,50 - 2,10	2,10 - 3,60	3,60 - 5,70	5,70 - 8,80	8,80 - 11,10	>= 11,10
Frequência (%)	10,17%	15,10%	24%	30,70%	18%	1,6%	0,2%

### 6.1.2 Qualidade do ar

Para este estudo foram utilizados os dados de monitoramento realizados pela Vale. Os índices monitorados foram de Material Particulado menor que 10µm - MP<sub>10</sub> e Partículas Totais em Suspensão – (PTS).

As Partículas Totais em Suspensão (PTS) possuem diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 50  $\mu\text{m}$ , sendo que parte delas são inaláveis e outras podem causar prejuízos à qualidade estética, visibilidade e às atividades cotidianas da população (CETESB, 2022).

As Partículas Inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ ) são as que possuem diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 10  $\mu\text{m}$ . Dependendo da distribuição de tamanho na faixa de 0 a 10  $\mu\text{m}$ , podem ficar retidas na parte superior do sistema respiratório ou penetrar mais profundamente, alcançando os alvéolos pulmonares onde podem causar danos à saúde (CETESB, 2022).

#### 6.1.2.1 Rede de monitoramento

O ponto da estação está descrito na Tabela 3 a seguir e o Mapa 3 apresenta a sua localização.

**Tabela 3:** Dados dos pontos de monitoramento da Qualidade de Ar, 2022.

Pontos	Coordenadas (UTM)		Parâmetros analisados	Frequência do monitoramento
	E	N		
Clube Feijão / Brumadinho	593123	7773226	PTS e $\text{MP}_{10}$	Horário

Fonte: Vale S.A., 2022.

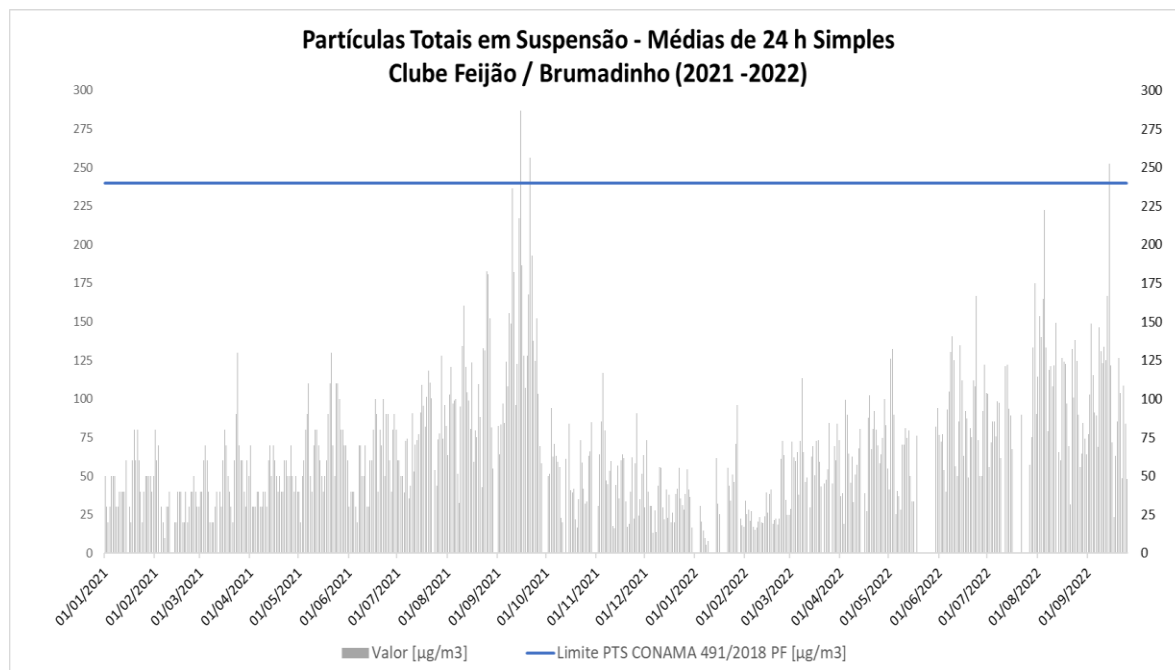
#### 6.1.2.2 Análise de Resultados

Durante o monitoramento de PTS no ponto Clube Feijão, no ano de 2021, houve a medição de 350 médias diárias. Nesse ano, 2 (duas) médias de 24 horas apresentaram picos maiores que o estabelecido na legislação, de 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A média geométrica dessas medições foi de 54,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , abaixo do limite estabelecido de 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Entre 04/01/2022 e 25/09/2022, houve a medição de 227 médias diárias. Nesse período, 1 (uma) média de 24 horas apresentou pico maior que o estabelecido na legislação, sendo a média geométrica dessas medições de 61,82  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Logo, os dados de monitoramento apresentados para esse período respeitaram os limites previstos pela legislação.

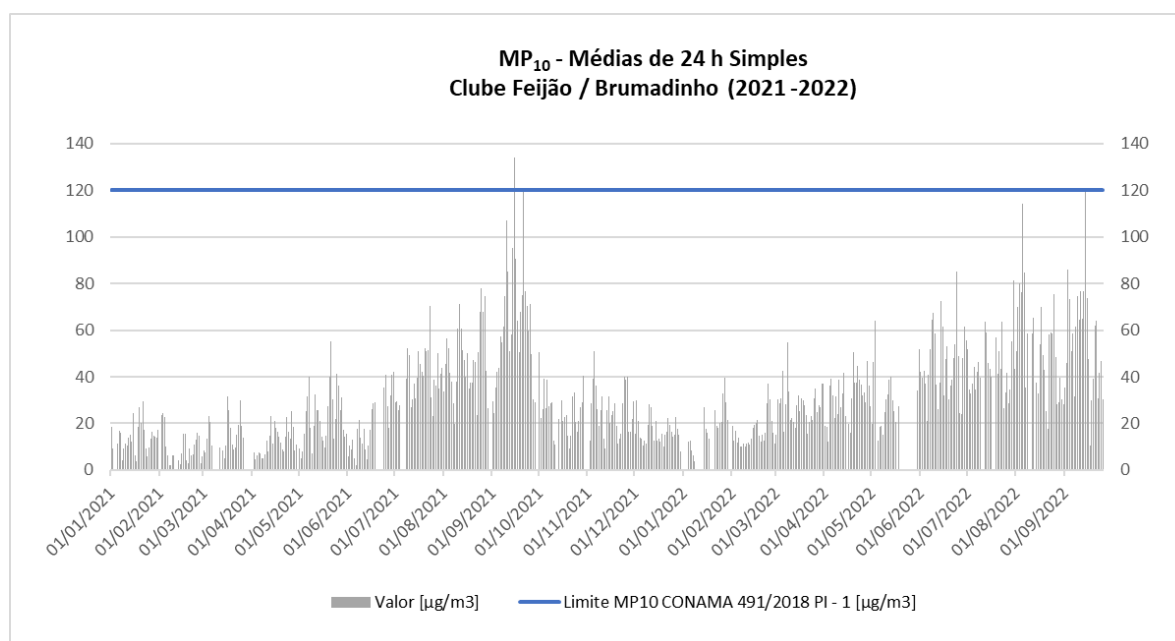
Para análise de  $\text{MP}_{10}$  durante o ano de 2021, houve a medição de 330 médias diárias. Nesse ano, 2 (duas) médias de 24 horas apresentaram picos maiores que o estabelecido na legislação, de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A média aritmética dessas medições foi de 26,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo o limite estabelecido na legislação de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Em 2022, no mesmo período usado para análise de PTS, houve a medição de 234 médias diárias. Até a data mencionada, nenhuma medição estava acima do estabelecido na legislação, sendo a média aritmética dessas medições de 36,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Logo, os dados de monitoramento apresentados nesse período respeitaram os limites previstos pela legislação.

A **Figura 4** e a **Figura 5** apresentam os históricos das médias de 24 horas das concentrações em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dos parâmetros  $\text{MP}_{10}$  e PTS para a estação localizada no Clube Feijão / Brumadinho.



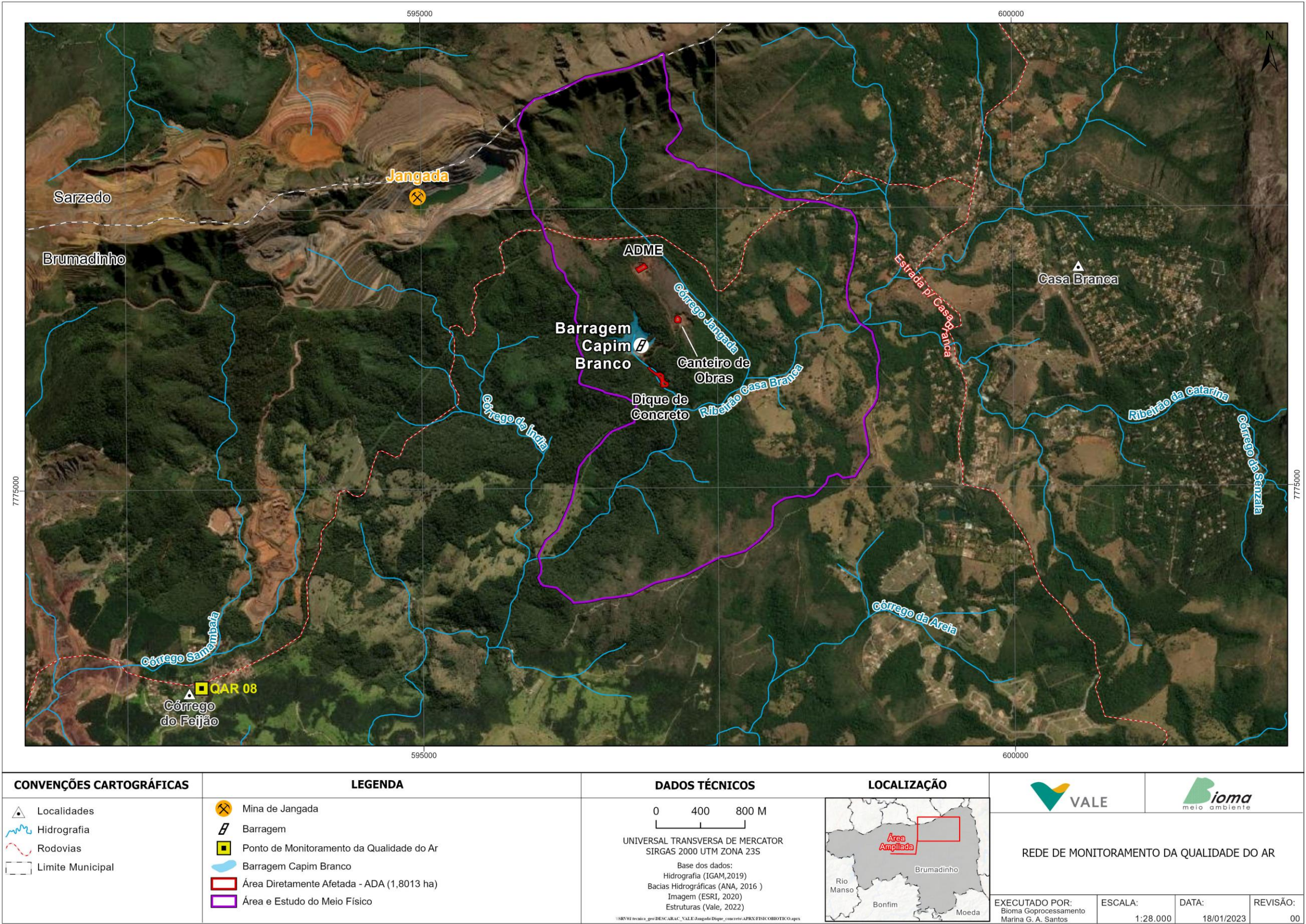


**Figura 4:** Dados de monitoramento de PTS na estação Clube Feijão/Brumadinho (2021 e 2022)



**Figura 5:** Dados de monitoramento de MP10 na estação Clube Feijão/Brumadinho (2021 e 2022).





Mapa 3: EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar, 2022.



### 6.1.3 Ruído Ambiental

Para entendimento do empreendimento em questão, deve-se destacar que não haverá uso de explosivos ou atividades que possam causar sismos de alta magnitude. Por esse motivo, a análise de possíveis vibrações será dispensada nesse estudo, sendo apresentado somente os dados dos monitoramentos de ruído ambiental.

#### 6.1.3.1 Rede de monitoramento de ruído

Periodicamente é realizado pela Vale o monitoramento das emissões de ruído na área externa da mina de Jangada. Os pontos estão localizados nos bairros Casa Branca, Jangada e Comunidade Córrego do Feijão. A caracterização dos pontos monitorados está exposta na **Tabela 4** e sua localização no **Mapa 4**. O acompanhamento das emissões sonoras foi executado nos anos de 2021 a 2022.

**Tabela 4:** Localização dos pontos de monitoramento de ruído e vibração

ID Vale	Localidade	Coordenadas UTM Sirgas 2000		Tipo de monitoramento	Caracterização segundo a NBR 10.151:2019	Frequência
		E	N			
RDO 035	Casa Branca	599.413	7.777.756	Ruído	Área mista, predominantemente residencial	Mensal
RDO 036	Bairro Jangada	597.744	7.777.004	Ruído	Área mista, predominantemente residencial	Mensal
RDO 037	Córrego do Feijão	593.374	7.773.323	Ruído	Área mista, predominantemente residencial	Mensal

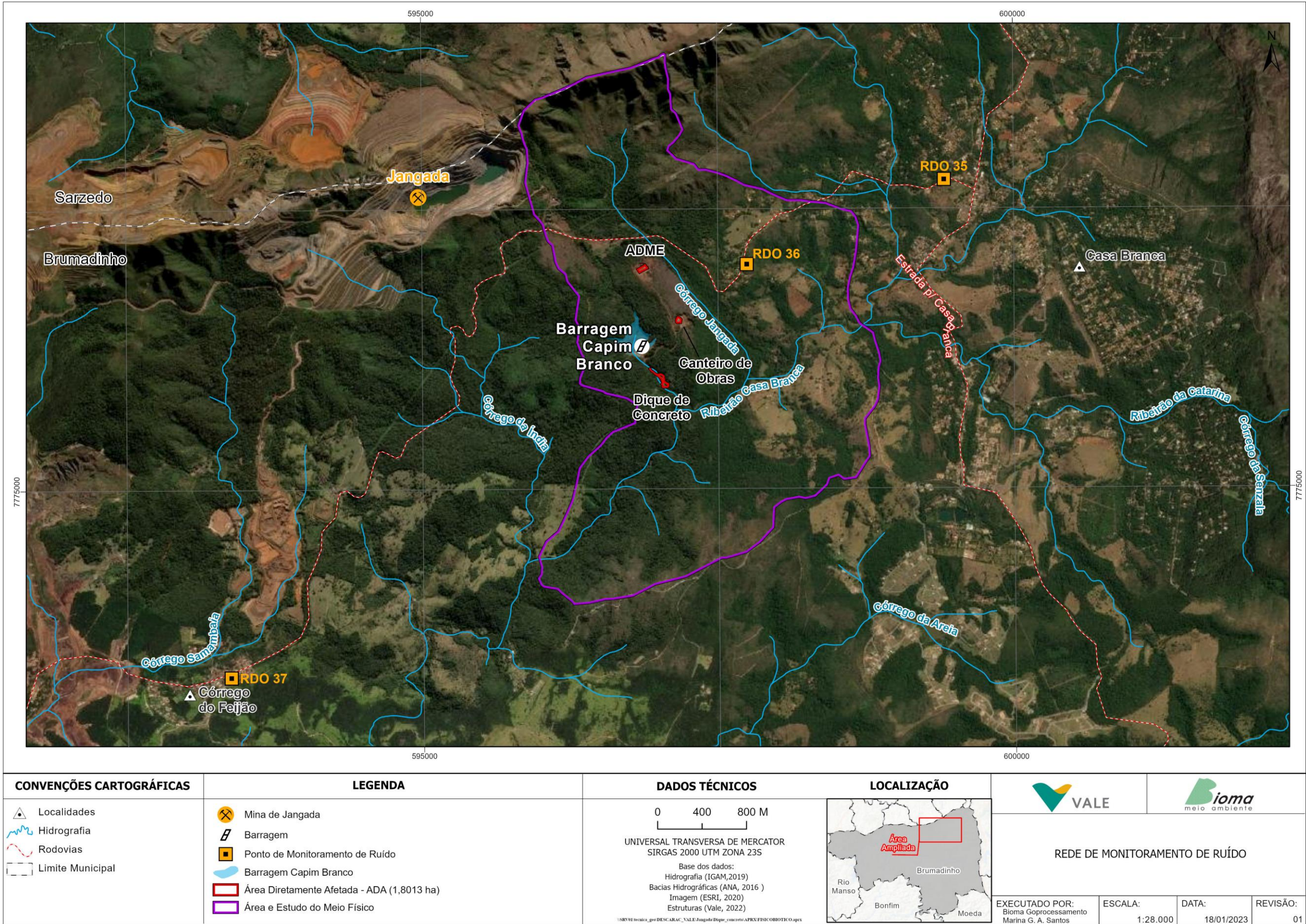
#### 6.1.3.2 Requisitos legais

A **Tabela 5** apresenta os limites de nível de pressão sonora preconizados pela norma ABNT NBR 10.151:2019.

**Tabela 5:** Limites dos níveis de ruídos de pressão sonora contínuos equivalentes, ponderada em A, LAeq,T estabelecidos na ABNT NBR 10.151:2019, 2022.

Tipos de áreas habitadas	RLAeq (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60



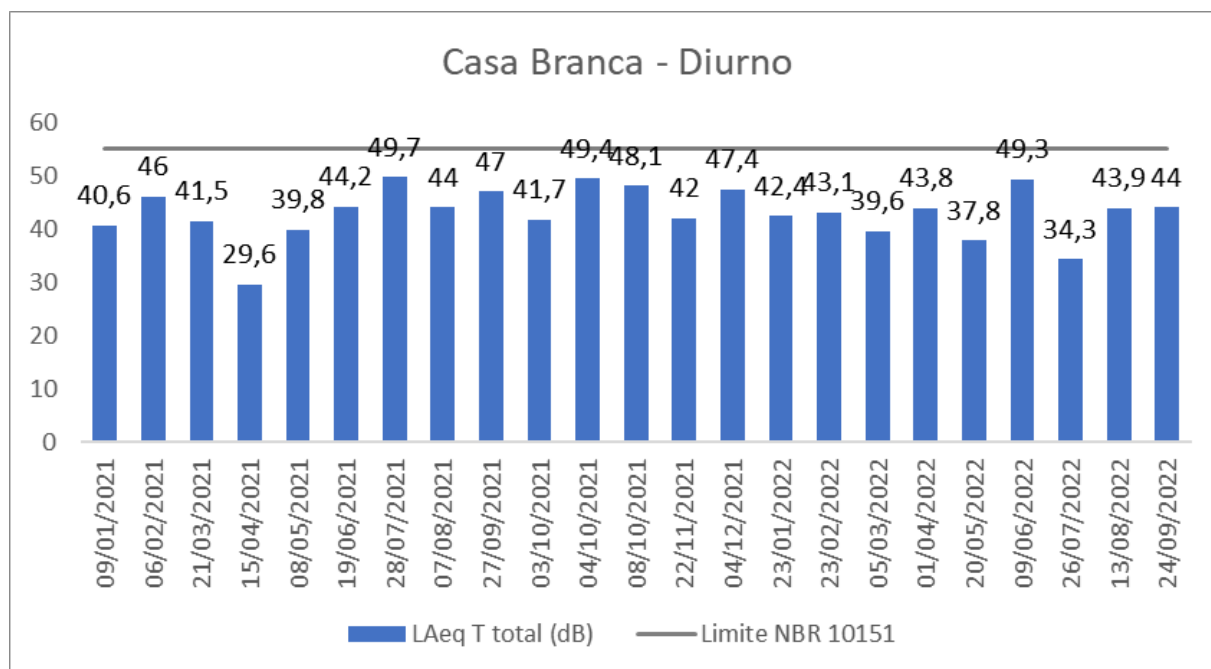


Mapa 4: EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, localização dos pontos de monitoramento de ruído ambiental, 2022.

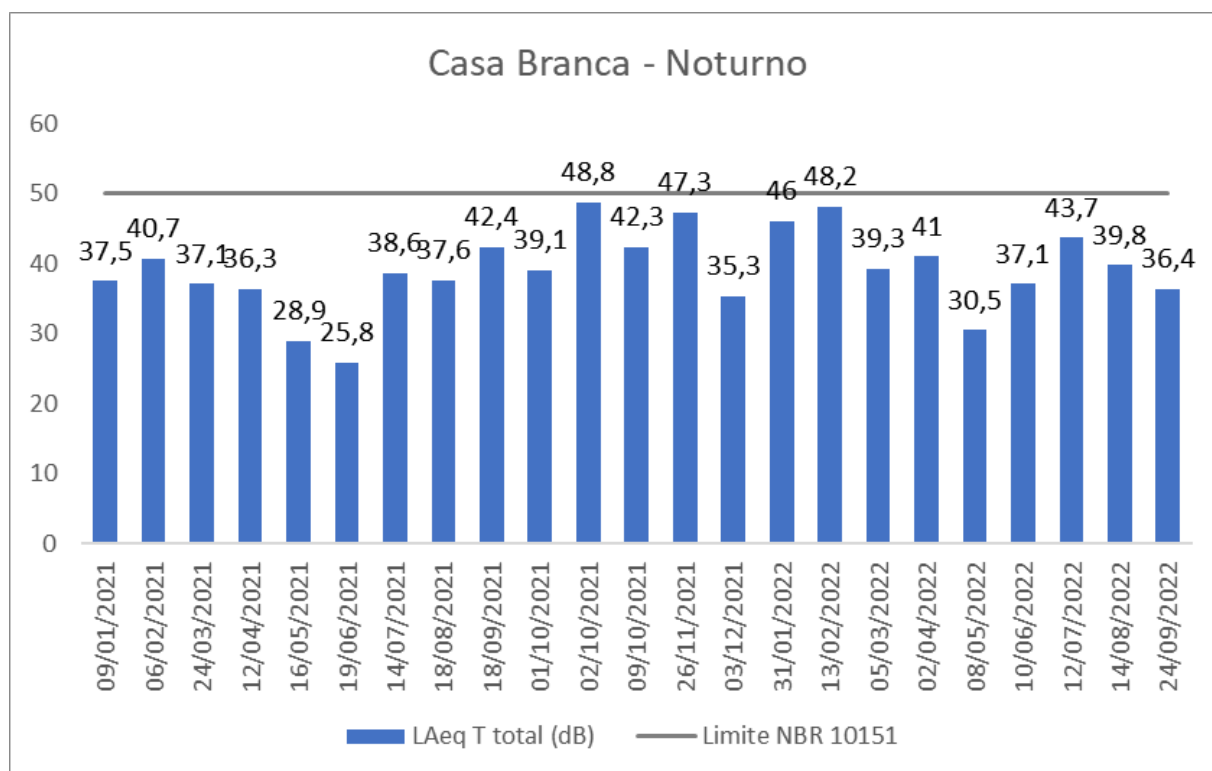


### 6.1.3.3 Resultados

Os resultados das medições de ruído na região de Casa Branca estão apresentados a seguir na **Figura 6** para o período diurno e na **Figura 7** para o período noturno.

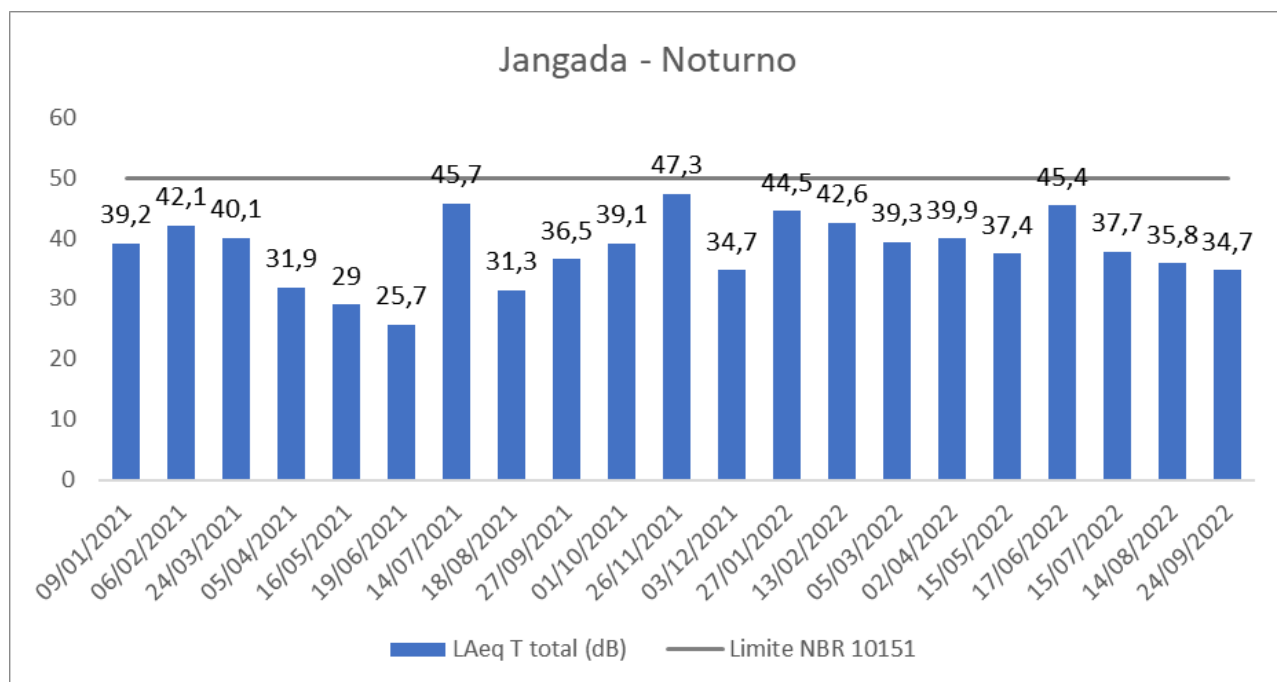


**Figura 6:** Monitoramento de ruído no período diurno em Casa Branca no ano de 2021 e 2022

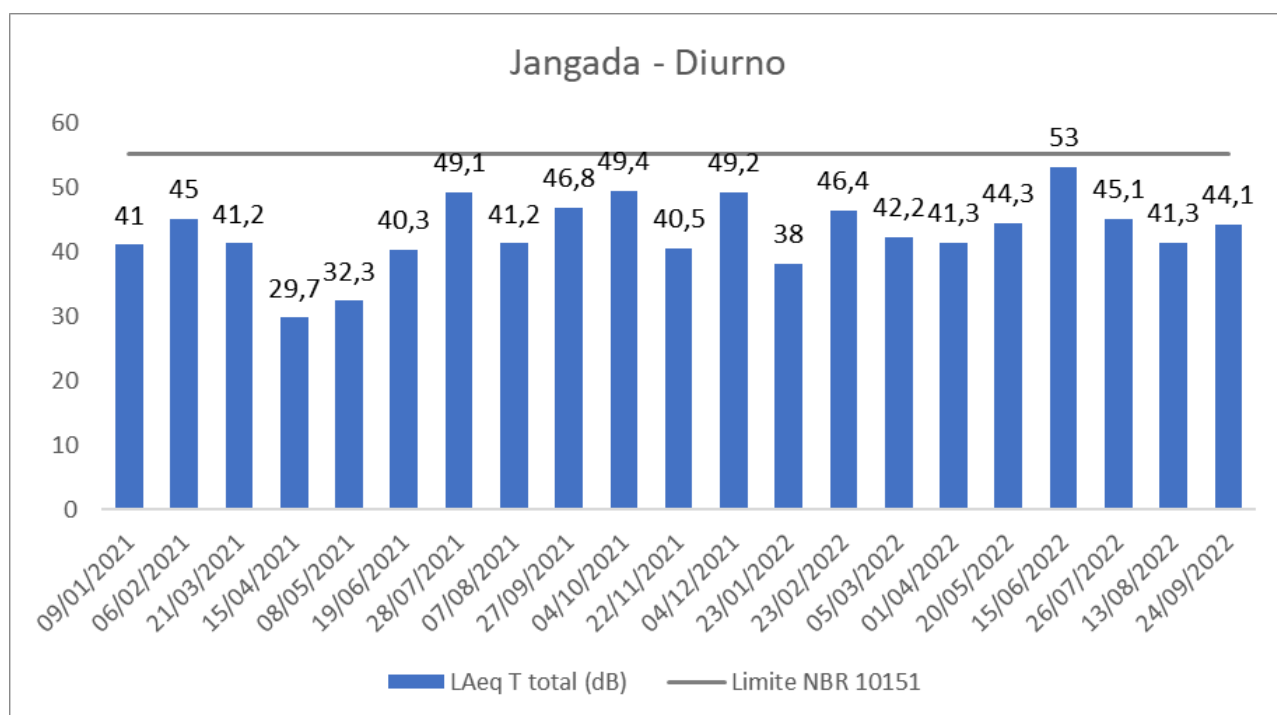


**Figura 7:** Monitoramento de ruído no período noturno em Casa Branca no ano de 2021 e 2022.

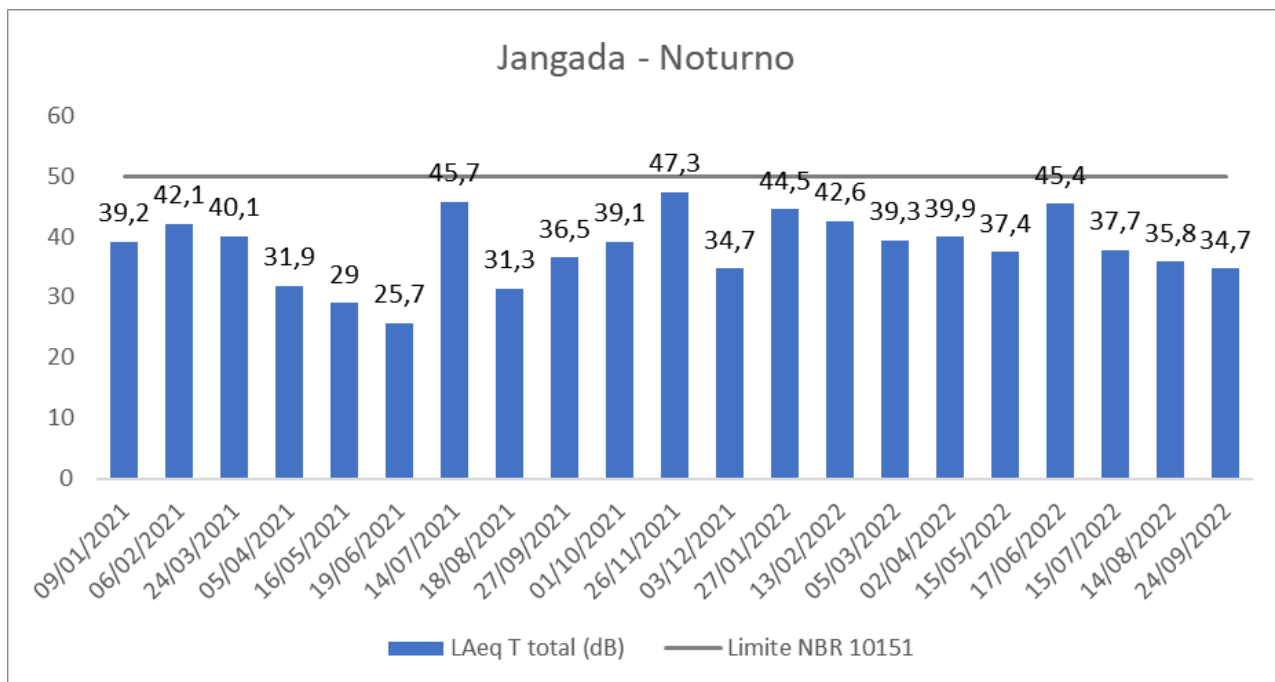
A **Figura** **8** e a



**Figura 9** apresentam os resultados de medição de ruído para o Bairro Jangada, no período de 2021 a 2022.

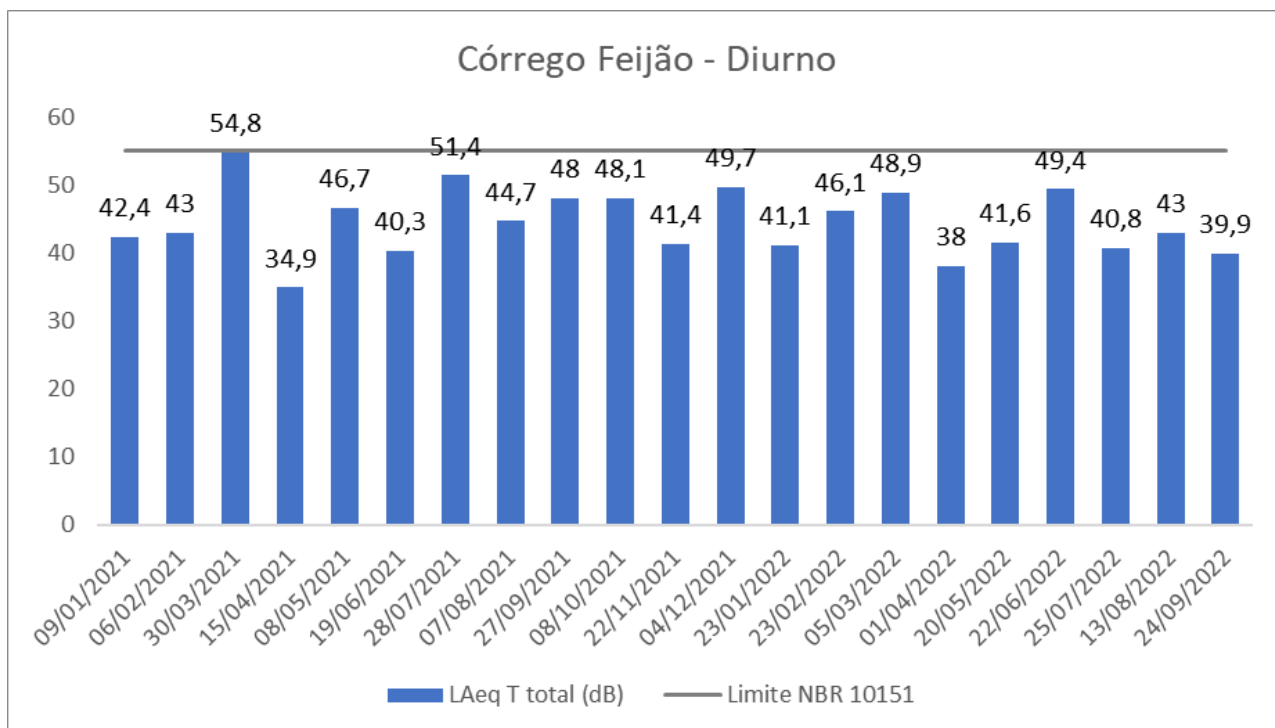


**Figura 8:** Monitoramento de ruído no período diurno no Bairro Jangada no ano de 2021 e 2022.



**Figura 9:** Monitoramento de ruído no período noturno no Bairro Jangada no ano de 2021 e 2022

A



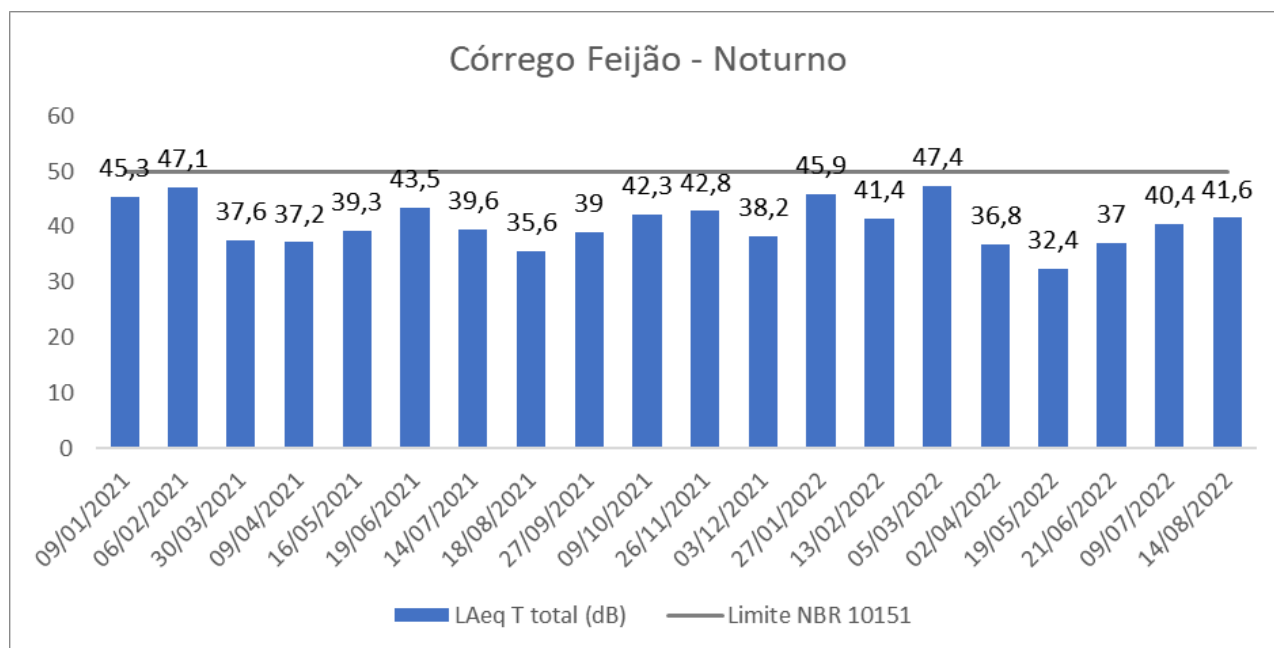


**Figura**

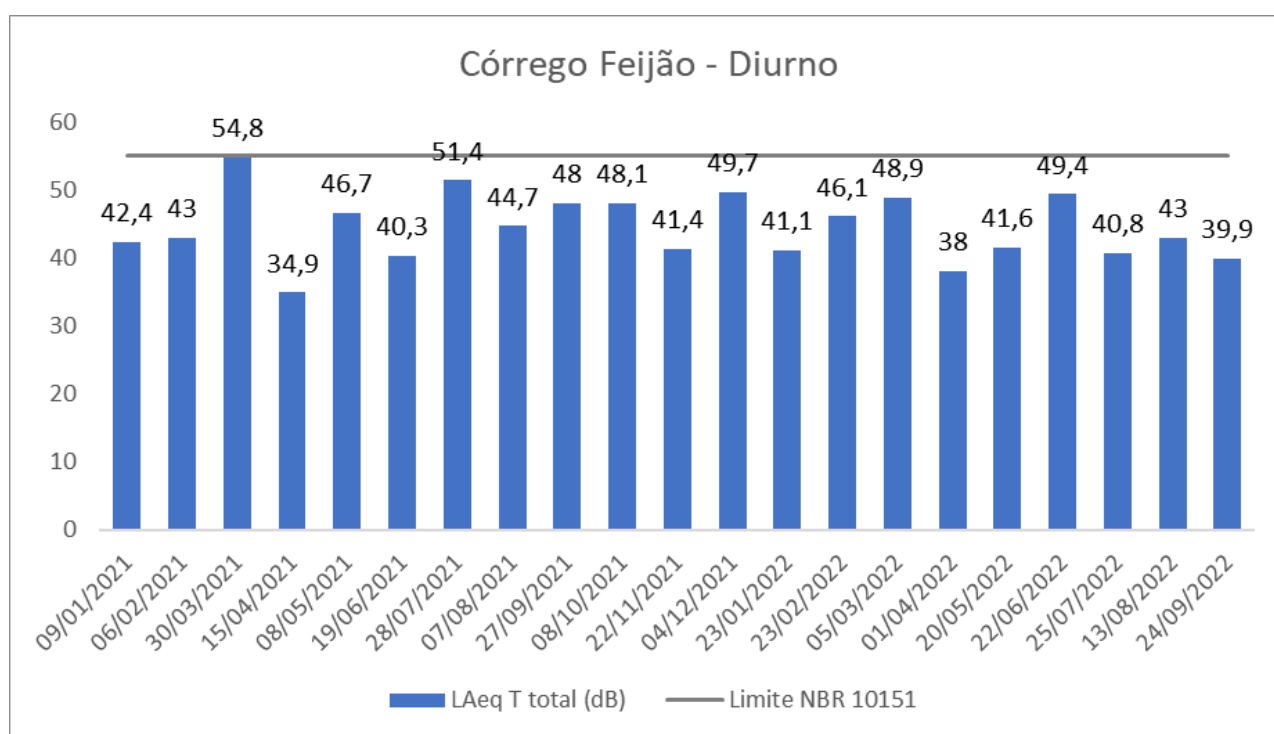
**10**

e

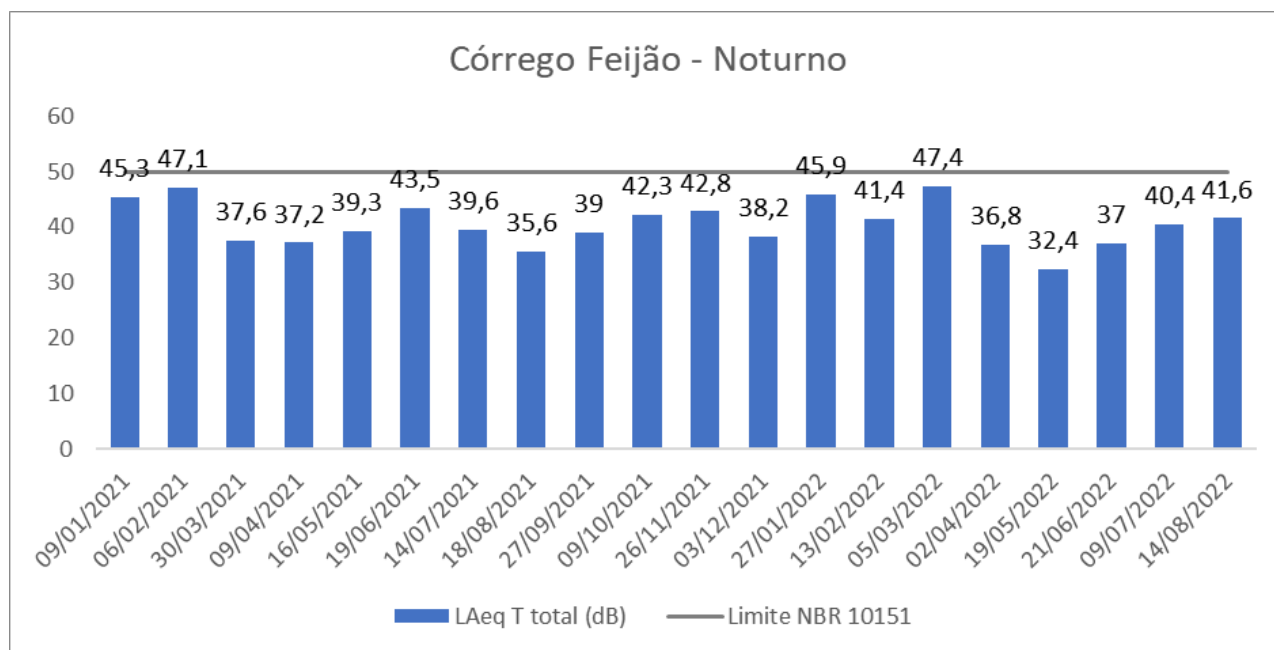
a



**Figura 11** apresentam os resultados de medição de ruído para a região do Córrego do Feijão, no período de 2021 a 2022.



**Figura 10:** Monitoramento de ruído no período diurno no Córrego do Feijão no ano de 2021 e 2022



**Figura 11:** Monitoramento de ruído no período noturno no Córrego do Feijão no ano de 2021 e 2022.

#### 6.1.3.3.1 Análise dos Resultados

Conforme dados representados nos gráficos acima, os monitoramentos realizados entre os anos 2021 e 2022 para os pontos informados estão dentro dos limites estabelecidos pela norma ABNT NBR 10.151:2019, em ambos os períodos avaliados (diurno e noturno).

### 6.1.4 Geologia

#### 6.1.4.1 Geologia Regional

O Quadrilátero Ferrífero (QFe) é constituído por sete unidades litodêmicas e litoestratigráficas pertencentes ao Arqueano, Paleo-Mesoproterozoico e do Cenozoico, segundo Castro; Endo; Gandini (2020), sendo eles: Complexos Metamórficos, Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas, Supergrupo Estrada Real, Grupo Barbacena, Supergrupo Espinhaço e as Unidades sedimentares.

Dentre a subdivisão dos complexos metamórficos, o Dique de Concreto e seu entorno, contempla o Complexo Metamórfico Bonfim, considerado como um segmento sílico presente na região entre a Serra da Moeda (a leste) e a Serra dos Três Irmãos (a norte) (Carneiro, 1992), conforme apresentado no **Mapa 5**.

Na porção setentrional deste complexo são observadas oito unidades litoestratigráficas, sendo elas, em ordem cronológica das unidades: Gnaisses Alberto Flores, Anfibolitos Paraopeba, Gnaisses Souza Noschese, Tonalitos Samambaia, Anfibolitos Candeias, Granitos Brumadinho, Metabasitos Conceição de Itaguá e Diabásios Santa Cruz. A unidade Gnaisses Souza Noschese, pertencente ao Complexo Metamórfico Bonfim, está presente na

região deste estudo, sendo essa caracterizada por conter rochas quartzo-feldspáticas cinzentas, ocasionalmente foliadas e/ou bandadas, faneríticas e de composição granítica essencialmente (Carneiro, 1992).

A norte das Áreas de Intervenção observa-se a presença do Supergrupo Minas que compreende, da base para o topo, os grupos Tamanduá, Caraça, Itabira e Piracicaba, constituído predominantemente por psamitos, pelitos e conglomerados aluviais a marinhos, registrando-se o faseamento da fase rifte e a transição para o desenvolvimento da margem passiva. Os grupos presentes regionalmente na porção norte, da área de estudo, são os Grupos Caraça, (representado, localmente, pelas Formações Moeda e Batatal), e o Grupo Itabira, (descrito, localmente, pela Formação Cauê).

O Grupo Caraça é constituído pela Formação Moeda (inferior), composto por quartzitos sericíticos, filitos e metaconglomerados, e a Formação Batatal, composto por filitos e, subordinadamente, por formações ferríferas bandadas, metacherts, filitos grafitosos e mármore dolomíticos (Castro; Endo; Gandini, 2020).

O Grupo Itabira é contemplado por duas formações, a Formação Cauê e Gandarela. A primeira formação é caracterizada por conter itabiritos, itabiritos dolomíticos, itabiritos anfíbolíticos e, subordinadamente, de filitos, quartzitos e mármore. A Formação Cauê é sobreposta pela Formação Gandarela, composta por mármore dolomíticos, filitos dolomíticos, dolomitos ferruginosos, filitos e itabiritos.

As Unidades Cenozoicas que ocorrem próximas à mina da Jangada e ao Dique de Concreto são compreendidas pelas cangas, depósitos aluvionares e depósitos coluvionares e eluvionares. As cangas são um aglomerado rochoso composto principalmente por fragmentos de formação ferrífera e, em menor composição, por filito e quartzo cimentados por óxido de ferro (Castro; Endo; Gandini, 2020).

Segundo Castro, Endo, Gandini (2020), o arcabouço estrutural do Quadrilátero Ferrífero é caracterizado por dobras de diversas gerações e estilos, com diferentes fases e eventos tectônicos, que atuaram na região, sendo elas: Nappe Curral com vergência para N-NE, Sistemas de Nappes Ouro Preto com vergência para S-SW e Dobras da terceira geração resultantes de amplificação e/ou redobramento. A Mina de Jangada e o Dique de Concreto inserem-se ao domínio da Nappe Curral (Mapa), sendo essa uma megadobra alóctone vergente para norte presente na porção ocidental do QFe.

Na serra do Curral, o Supergrupo Minas se dispõe em posição estratigráfica invertida e é representado pelo flanco inverso dessa estrutura, sendo que seu núcleo é disposto pelas unidades do Supergrupo Rio das Velhas. A serra da Moeda corresponde ao flanco normal da Nappe Curral, estando a charneira da mesma localizada na zona de inflexão entre as serras do Curral e Moeda. Entre os municípios de Brumadinho e Casa Branca, o núcleo da Nappe é composta pelos gnaisses Souza Noschese e Alberto Flores.

#### **6.1.4.2 Geologia Local**

Apresenta-se nesse item o compilado de informações acerca da geologia local da região contemplada pela mina Jangada utilizando-se como referência o “Relatório de Consolidação Anual, Minas Córrego do Feijão e Jangada” (Vale, 2012). Ressalta-se que o respectivo relatório retrata também a descrição do acervo geológico presente na mina do Córrego Feijão. As minas situam-se entre os municípios de Brumadinho e Casa Branca e estão localmente no contexto geológico da Serra Três Irmãos, também denominada como Serra do Curral.

Para a construção da geologia local da Área de Intervenção, referente ao Dique de Concreto, realizou-se trabalhos de campo nos dias 29 e 30 e novembro de 2022, com finalidade de caracterizar e analisar as características e locais dos contextos geológicos, pedológicos e geomorfológicos. Assim, foram realizados a descrição e o estudo de 10 pontos distribuídos em torno da área do Dique de Concreto e sua respectiva descrição, juntamente com os registros fotográficos e de localização. As informações dos pontos e as fotos de cada um são disponibilizadas nas suas respectivas fichas no **Anexo I**, a localização dos pontos está disposta no **Mapa 5**.

Na porção sul da Serra do Curral, entre Brumadinho e Casa Branca, ocorrem as rochas pertencentes a Suíte Gnáissica Souza Noschese que compõe o Complexo Metamórfico Bonfim, caracterizadas por apresentar coloração cinza clara, granulação média e laminação gnáissica pouco desenvolvida.

Os pontos P07 e P08 localizam-se sobre as rochas pertencentes à Suíte Souza Noschese (**Anexo I**), os afloramentos são caracterizados por uma rocha granítica quartzo-feldspática. O ponto P04 encontra-se nos limites das faixas graníticas e das cangas lateríticas, sendo que, não apresenta contatos geológicos bem definidos, além de poucas exposições de afloramentos graníticos e estes apresentarem-se alterados. Localmente essa unidade se manifesta com coloração acinzentada quando o grau de alteração da rocha é baixo (P08) e uma coloração roseada quando a ação do intemperismo é maior (P07 e P04).

Ainda dentro do contexto sul da Serra do Curral, a Formação Moeda (Grupo Caraça) é constituída por quartzitos, compondo basicamente duas fácies intergradacionais, da base para o topo: conglomerados basais com seixos angulares deformados por metamorfismo e uma espessa camada maciça de ortoquartzitos e protoquartzitos grosseiros, gradando para metassedimentos argilosos de xistos sericíticos quartzosos e no topo, por uma camada quartzítica de granulação fina, menos espessa, com transição às vezes abrupta, às vezes gradacional, para o Filito Batatal sobrejacente. O ponto P02 (**Anexo I**) insere-se na Formação Moeda e foi visualizado próximo da drenagem, apresentando-se em um grau moderado de alteração.

Entre as áreas de Brumadinho e Casa Branca, a Formação Batatal (Grupo Caraça) é composta por filitosséricíticos, ocorrendo também metacherts, formação ferífera e filitografitoso (Endo & Oliveira, 2005). O contato de topo dessa formação com a Formação Cauê é do tipo gradacional e marcada pela ocorrência de hematita. Os pontos P01 e P03 estão localizados na Formação Batatal (**Anexo I**), ambos pontos estão próximos da Lagoa Azul (área da Vale) e possuem afloramento do filito alterado, próximo à estrada de acesso.

A Formação Cauê é formada da base para o topo por: itabiritos impuros com contribuição carbonática e siliciclástica, com distribuição espacial restrita e variando em alguns metros; itabiritos silicosos, contendo lentes

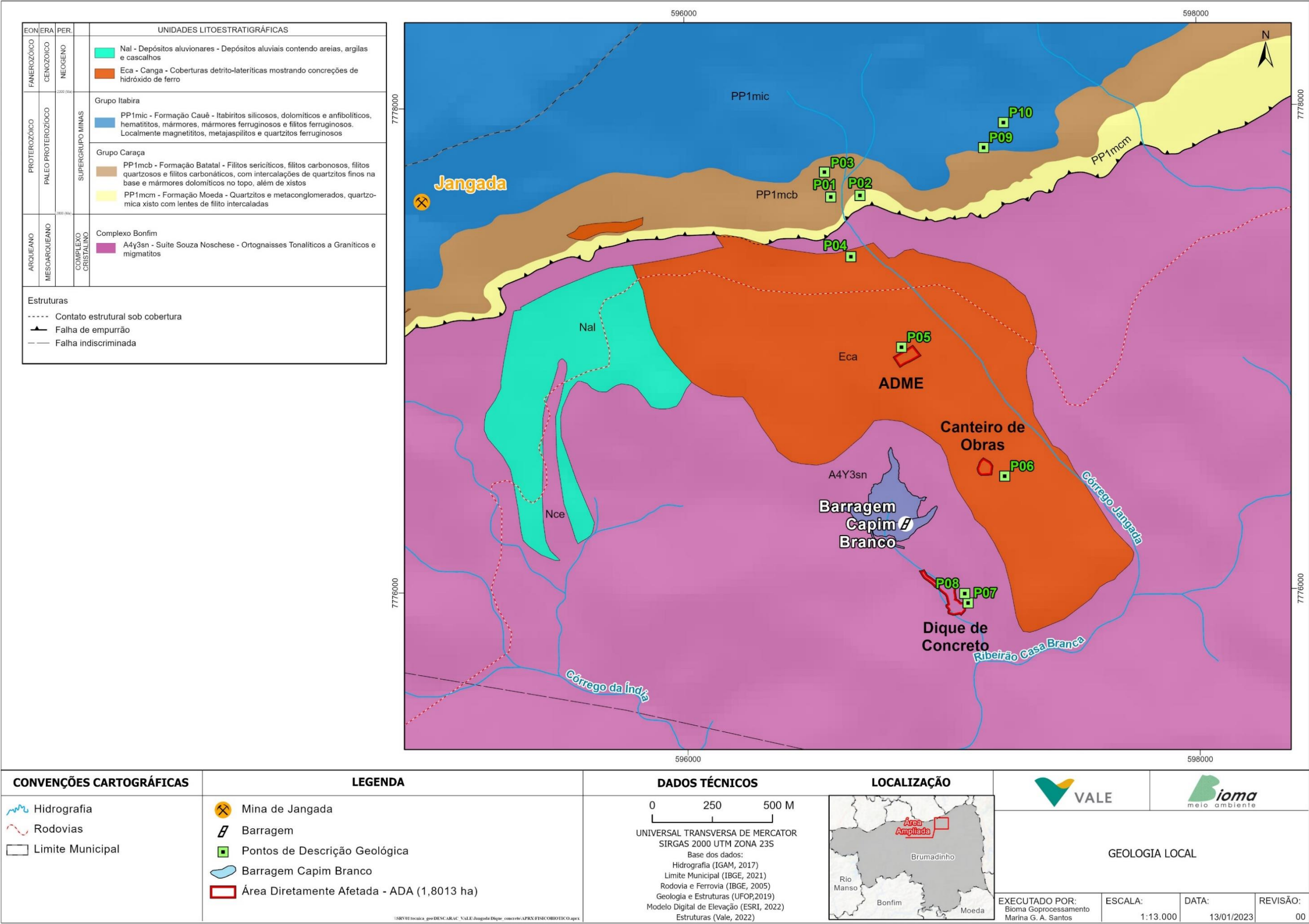
ou camadas de hematita compacta e/ou itabirito dolomítico; itabiritos dolomíticos; e, por fim, itabiritos anfibolíticos, formado por um arranjo complexo de camadas milimétricas a centimétricas de dolomito impuro, magnetita, quartzo/anfibólio/magnetita, hematita-magnetita, anfibólio-magnetita e hematita.

Os pontos P09 e P10 estão inseridos na Formação Cauê e ambos possuem rochas com um grau de intemperismo moderado e, assim, a maior parte dos afloramentos apresentam a canga ferruginosa associada e material inconsolidado. O P10 apresenta um afloramento do itabirito com um menor grau de alteração, podendo-se observar as estratificações e mineralogia associada à rocha (**Anexo I**).

Ocorre também na área os depósitos mais recentes, que recobrem as unidades anteriores de maneira variável e descontínua, comportando-se como corpos isolados de sedimentos argilosos avermelhados, contendo grãos angulosos a sub-arredondados e mal selecionados de quartzo e fragmentos líticos da encaixante. A seção basal é representada por uma camada de fluxo de detrito com matações e fragmentos de rochas decimétricas e matriz argilosa avermelhada. Localmente, no topo, tem-se camadas de argila mais puras, sendo que a espessura máxima do pacote de sedimentos pode ser superior a 50 m.

As cangas ferruginosas ocorrem distribuídas em grande parte da Área do Estudo, estando muito associadas à Formação Cauê e nos locais de menor declividade, como ocorre nos pontos P05 e P06. As cangas são caracterizadas por um aglomerado rochoso composto principalmente por fragmentos de formação ferrífera e, em menor composição, por filito e quartzo cimentados por óxido de ferro. Ambos os pontos, P05 e P06, estão inseridos nas Áreas de Intervenção deste estudo e apresentam um perfil de material transportado de áreas de maior relevo, podendo estar associada à Formação Cauê na Serra Três Irmãos (**Anexo I**).







### 6.1.5 Geomorfologia e Pedologia

A Área Diretamente Afetada e o entorno da estrutura do dique de Concreto estão situadas no Domínio das Unidades Denudacionais em rochas cristalinas ou sedimentares, sendo que o padrão de relevo presente é de Morros e Serras Baixas, conforme apresentado no **Mapa 6**. Esse padrão de relevo é caracterizado por apresentar morros convexo-côncavos dissecados com topos arredondados ou aguçados, morros de topo tabular (característico das chapadas intensamente dissecadas) e topos planos (CPRM, 2010).

O relevo Morros e Serras Baixas apresenta sistema de drenagem principal com planícies aluviais restritas. Em geral, a amplitude do relevo varia entre 80 e 200 m e a inclinação das vertentes varia entre 15-35°.

Há um predomínio dos processos de morfogênese com formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, além da frequente atuação dos processos de erosão laminar e linear acelerada (visualmente apresenta-se sulcos e ravinas), além da ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Nessas áreas podem ocorrer a geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.

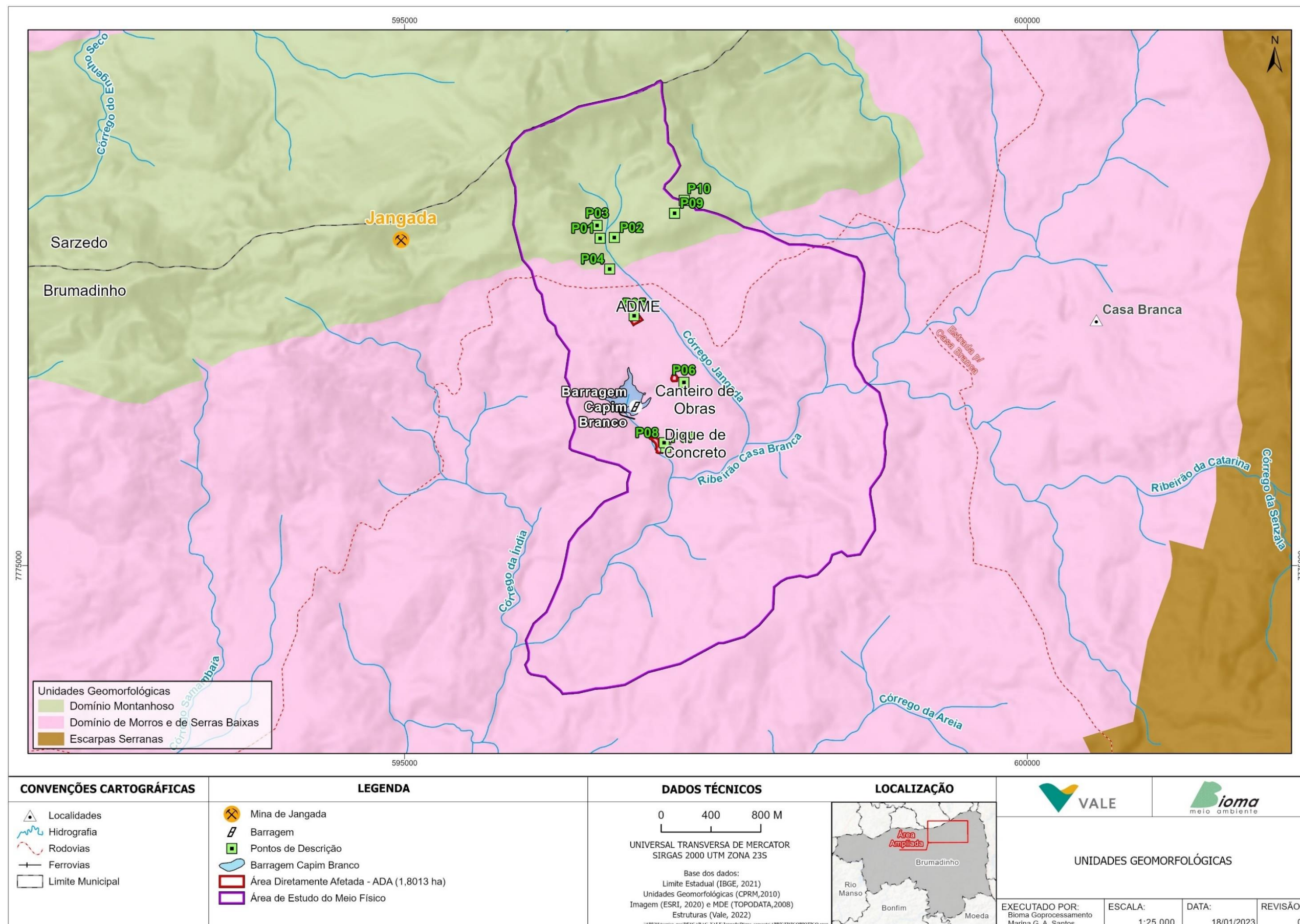
A norte da estrutura do Dique de Concreto, localizada a Serra Três Irmãos (denominada também Serra do Curral), ocorre o padrão de relevo denominado Domínio Montanhoso, correspondendo a alinhamentos serranos, maciços montanhosos, *front de cuestras* e *hogback*. Esse padrão é caracterizado por conter formas acidentadas, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus.

Complementando os estudos geomorfológicos para esta área e objetivando uma melhor compreensão acerca da morfologia da Área de Estudo, foram desenvolvidos mapas de hipsometria (**Mapa 7**) e de declividade (**Mapa 8**).

Em suma, a partir dos mapas de Declividade, Hipsometria e Geomorfologia, as informações para cada Área de Intervenção (ADA) estão descritas na **Tabela 6** seguir.

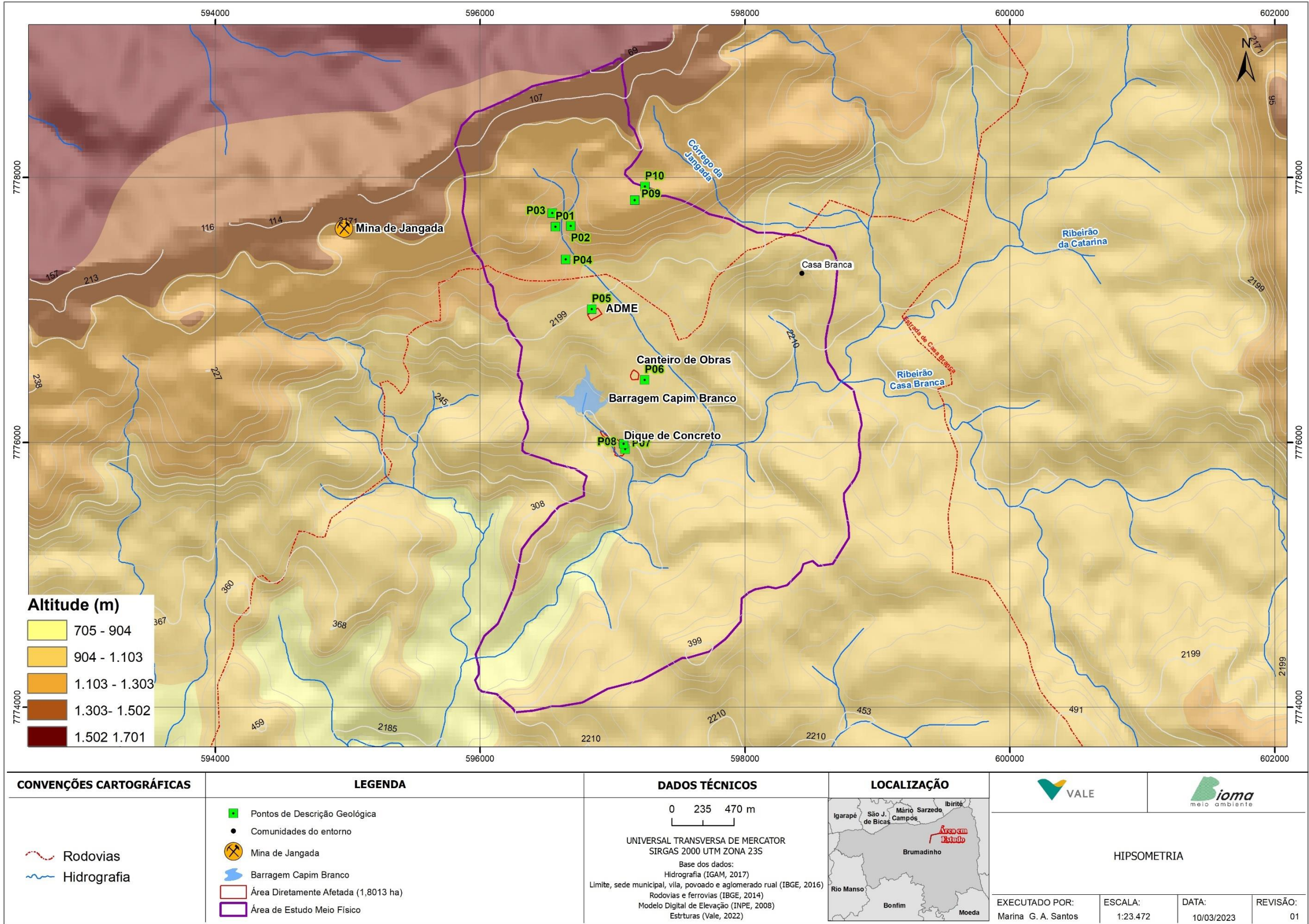
**Tabela 6:** Informações acerca da Geomorfologia, Declividade e Variação da altitude das Áreas Diretamente Afetadas.

Área de Intervenção (ADA)	Geomorfologia	Área total (ha)	Declividade	Variação da altitude (m)
ADME	Domínio de Morros e Serras Baixas	1,8014	3 a 8% - Relevo suave ondulado	904 - 1.103
Canteiro de obras			0 a 3% - Relevo plano	
Dique de concreto			0 - 20% - Relevo plano a ondulado	705 - 904



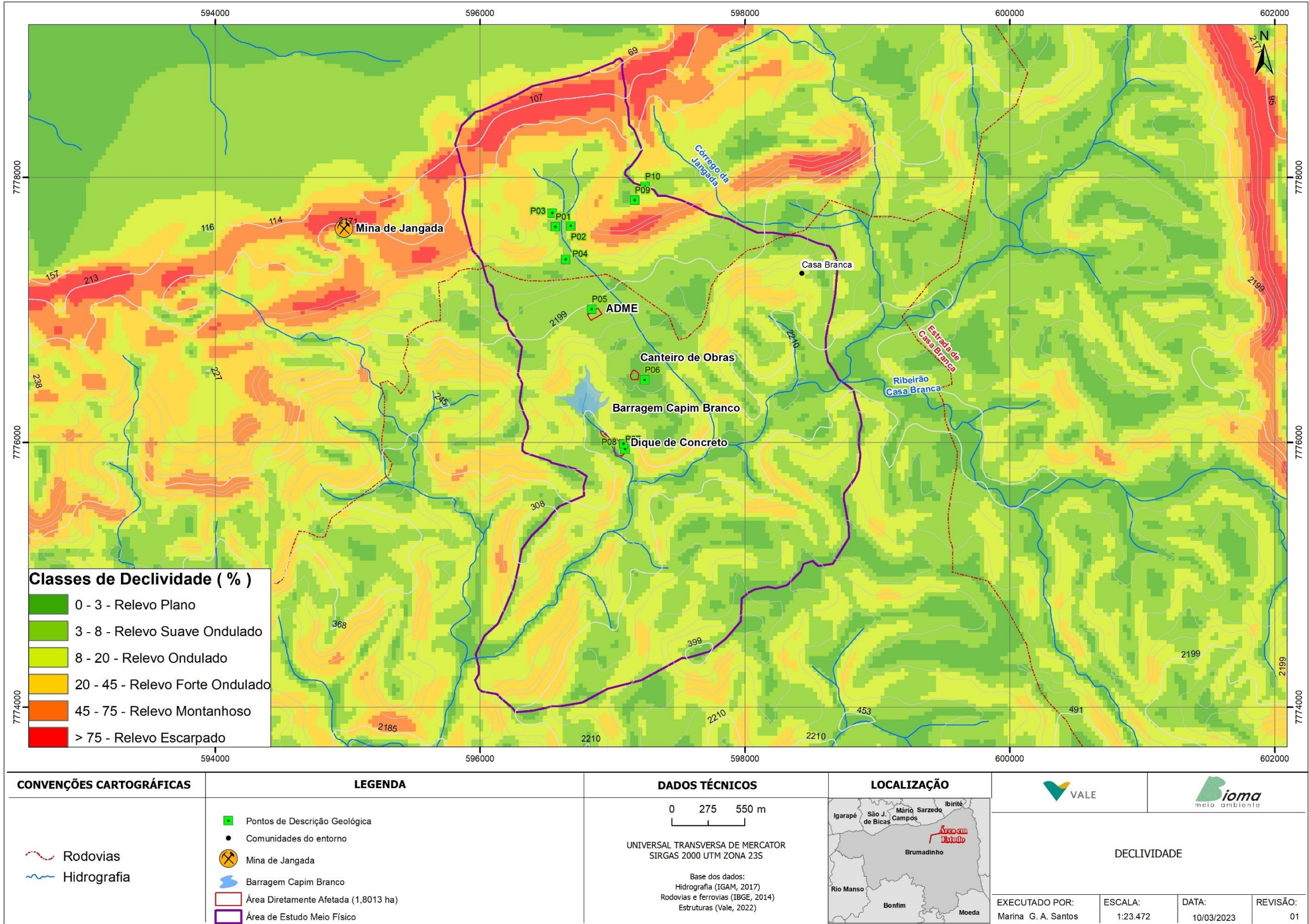
**Mapa 6:** EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, geomorfologia na Área de Estudo, 2022.





Mapa 7: EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, hipsometria e topografia da Área de Estudo, 2022.





Mapa 8: EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, declividade da Área de Estudo, 2022.



Em termos do mapeamento pedológico regional, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2018), ocorrem na área de estudo os solos do tipo: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico e o NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico, conforme apresentado no **Mapa 9**.

Os CAMBISSOLOS compreendem os solos que estão em transformação e formação, são constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, além de possuir uma sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos são variáveis. Sendo assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho-escura, de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração argila (Embrapa, 2018).

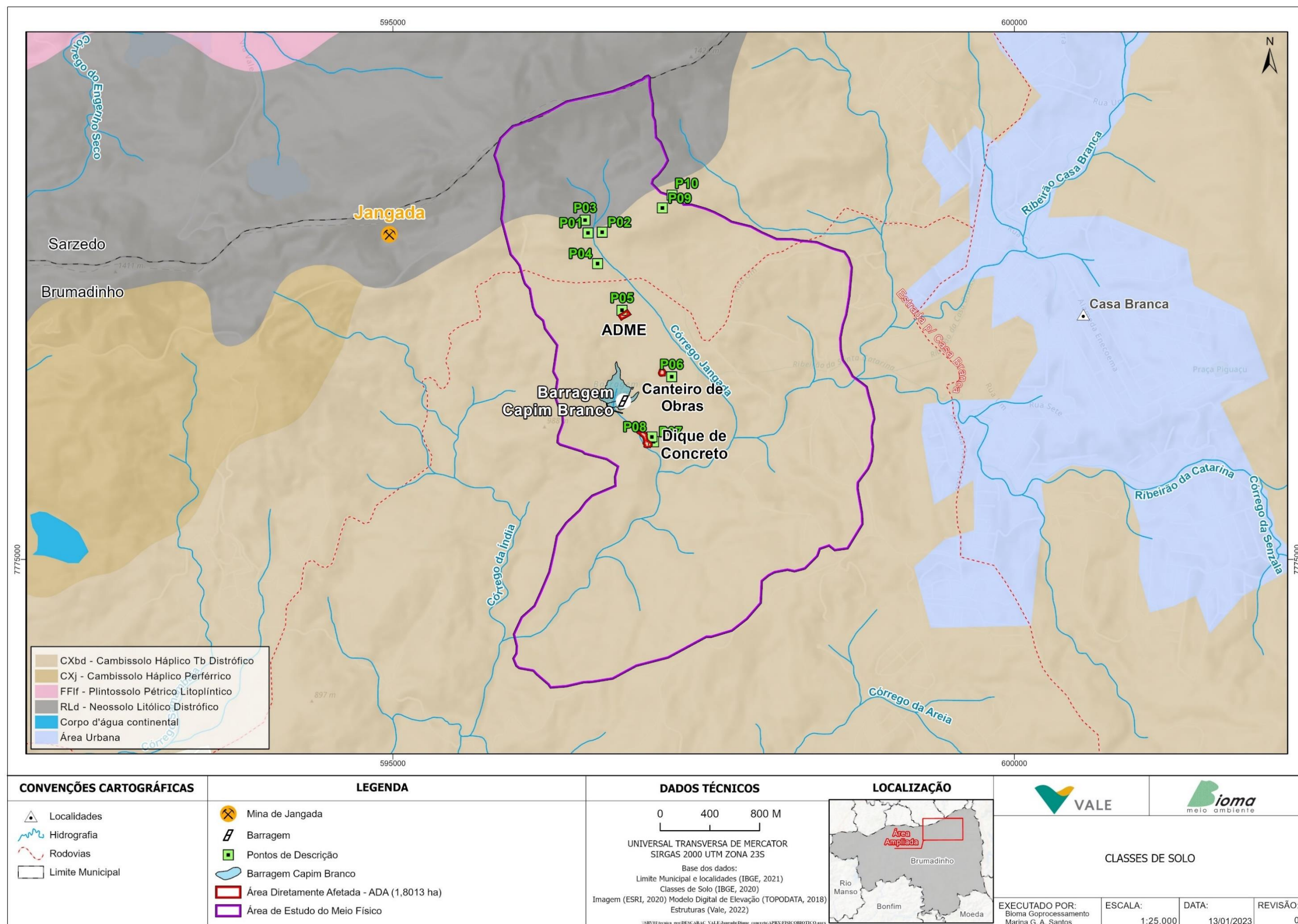
Os NEOSSOLOS compõem unidades com material mineral ou orgânico pouco espesso que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica), seja em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (Embrapa, 2018).

A ADA está sobre os solos classificados como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distróficos, caracterizados por serem solos com argila da atividade baixa e saturação por bases menores que 50%, ambas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

Como forma de ampliar o estudo acerca da geomorfologia e pedologia local, da Área de Estudo, realizou-se trabalhos de campo nos dias 29 e 30 e novembro de 2022, com finalidade de caracterizar e analisar as características do entono do Área de Intervenção. Para isso foram realizados o estudo de 10 pontos ao longo da região, os quais foram registradas as informações intrínsecas de cada ponto, juntamente com os registros fotográficos e de localização. As informações dos pontos e as fotos de cada um são disponibilizadas nas suas respectivas fichas no **Anexo I**, a localização dos pontos está disposta no **Mapa 9**. Em suma, os pontos P01, P02, P03, P09 e P10 estão inseridos no padrão de relevo Domínio Montanhoso e apresentam localmente, em geral, um relevo moderadamente inclinado, marcado por uma cota mais elevada (acima de 1050 metros). Os pontos P09 e P10 encontram-se em relevos mais suavizados dentro do contexto do Domínio Montanhoso, representando patamares locais de um padrão geral serrano. (**Anexo I**). Os demais pontos (P04, P05, P06, P07 e P08) estão localizados no padrão de relevo Domínio de Morros e Serras Baixas, sendo eles mais próximos ao Dique de Concreto e das Áreas de Intervenção (**Mapa 9**). Esses pontos foram caracterizados (**Anexo I**), em sua maioria, com um relevo suave, bem regular e mais plana. O ponto P08 apresentou um relevo arredondado e marcado, principalmente, pela litologia da área (Suíte Souza Noschese).

Em relação a pedologia, apenas o ponto P03 apresentou o solo classificado como NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico, apresentando localmente um solo pouco evoluído e constituído em uma grande parcela por material

proveniente da rocha geradora. Os demais pontos foram estão situados nos solos classificados como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico e, em geral, são solos moderadamente/pouco desenvolvidos, apresentam fortes características do material mineral proveniente da rocha formadora.



Mapa 9: EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, pedologia na Área de Estudo, 2022.

### 6.1.6 Espeleologia

O presente relatório expõe sinteticamente os resultados dos estudos espeleológicos para a descaracterização do Dique de Concreto da mina de Jangada, localizada no município de Brumadinho/MG.

Esse estudo espeleológico seguiu criteriosamente a legislação específica, contando ainda com a compilação bibliográfica e cartográfica de dados existentes, bem como a prospecção espeleológica *in situ* nas áreas de intervenção, seguindo metodologia própria consagrada e legislação específica.

O objetivo é a identificação de patrimônio espeleológico na Área de Intervenção. Para tanto, é necessário observar e alcançar resultados, sendo os principais:

- 1) Cadastrar quantitativamente cavidades naturais subterrâneas protegidas pela Carta Magna do Brasil;
- 2) Realizar caracterização fisiográfica das áreas em relação ao potencial espeleológico e feições de carstificação;
- 3) Registrar pontos de controle prospectivo utilizados para a caracterização fisiográfica via transectos *in locu*;
- 4) Registrar cartograficamente de forma georreferenciada os dados lançados nos transectos prospectivos;
- 5) Elaborar relatório técnico contendo dados lançados anteriormente definindo dessa forma a existência do patrimônio espeleológico qualiquantitativamente.

Os procedimentos para a elaboração desse documento observaram os métodos e materiais descritos nas normas citadas, ressaltando que não é seu objetivo realizar a classificação de cavidades naturais no contexto de relevância do patrimônio espeleológico nacional.

#### 6.1.6.1 Área de prospecção – contextualização e potencial espeleológico

A ADA do presente Estudo de Impacto Ambiental contempla as seguintes áreas: dique de concreto, canteiro de obras e ADME. Cabe ressaltar que ADME e a área do canteiro de obras estão na cava do Rolado, licenciada no âmbito do processual da mina de Jangada (PA/COPAM: 00118/2000/025/2010). Sendo assim, a temática de espeleologia direcionou os estudos na área do Dique de Concreto.

A ADA + AID (250m) correspondem a um total de estudo de aproximadamente 90 ha, conforme pode ser observado no **Mapa 10**. A ADA correspondente ao Dique de Concreto é considerada como de 'baixa' potencialidade de ocorrências de cavernas, segundo plataforma oficial de consulta do CECAV (Dados Base – setembro/2022), disponível também na plataforma do IDE-SISEMA, como pode ser visto no **Mapa 10**.

As cavidades reconhecidas nos levantamentos bibliocartográficos estão fora do raio mínimo de 250 m de entorno das Áreas de Intervenção, como disposto pela Resolução CONAMA 347/2004. A **Tabela 7**, em conjunto com o mapa de localização, resumem a espeleologia na região próxima ao Dique de Concreto do *site* da mina de Jangada.



**Tabela 7:** Cavidades na região próximas à AII do 'dique de concreto' do site da mina de Jangada da VALE em Brumadinho/MG, 2022.

ID	TOPONÍMIA	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA AID (m)
1	MJ-01	-20,103853	-44,067389	611
2	MJ-07	-20,103819	-44,067213	1.011

Fonte: CANIE/CECAV, 2022.

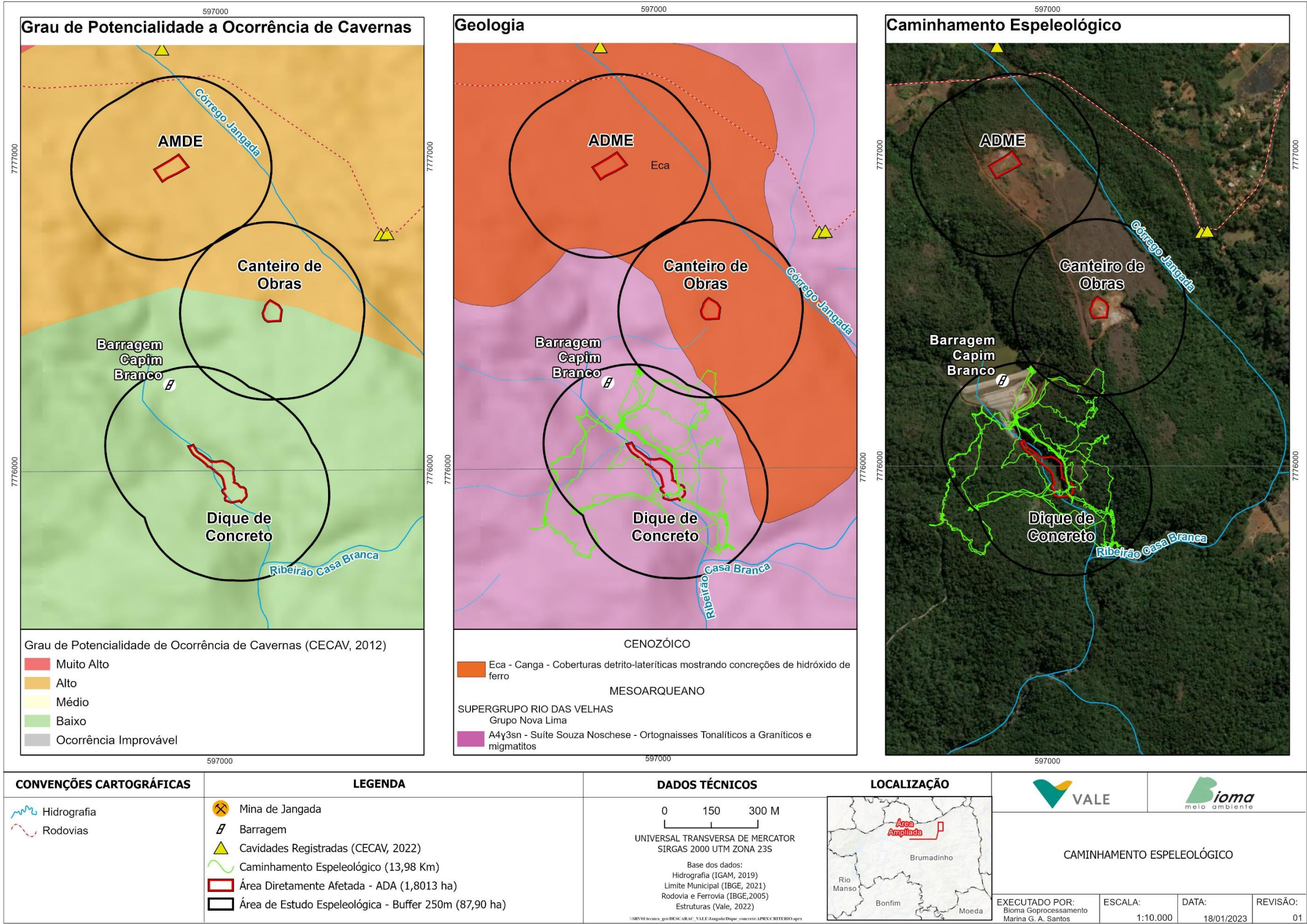
As atividades de campo para a composição do estudo de espeleologia foram realizadas nos dias 24 e 25/11/2022. Três técnicos percorreram cerca de 13,98km para a Área de Intervenção (ADA) mais o *buffer* de 250m (AID), totalizando 89,70 hectares, com pode ser visto no **Mapa 10**.

O caminhamento total gerado ou prospectado pela BIOMA Meio Ambiente está dentro do estipulado pela IS 8/2017/SEMAD, conforme pode ser observado na **Tabela 8** e no **Mapa 10**: EIA/RIMA das obras para Descaracterização do Dique de Concreto, espeleologia na Área de Estudo, 2022. Observando que a área é considerada de BAIXA potencialidade na/para ocorrência de cavernas.

**Tabela 8:** Densidade de caminhamento por potencial espeleológico da prospecção do dique de concreto, 2022.

POTENCIAL ESPELEOLÓGICO	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	CAMINHAMENTO (km)	DENSIDADE DE CAMINHAMENTO PREVISTO IS 8/2017 (km/km <sup>2</sup> )
ALTO	--	--	20
MÉDIO	--	--	10
BAIXO	0,897	13,98	5
IMPROVÁVEL	--	--	3

Os caminhamentos prospectivos podem ser visualizados no Mapa 10, onde estão os elementos plotados: ADA e área de influência (AID de 250m). Apresentamos as fotos das descrições dos prontos amostrais com suas direções azimutais, com prancha de referência direcional no Anexo II e III.





#### **6.1.6.2 Conclusão**

Considerando que a ADME, a área do canteiro de obras e a estrada de acesso estão na cava do Rolado, licenciada no âmbito do processual da mina de Jangada (PA/COPAM: 00118/2000/025/2010);

Considerando a existência de afloramentos rochosos do embasamento cristalino na ADA e AID, e que o relevo é plano inclinado, com fortes abruptos geográficos/quebras de relevo;

Considerando que não há petrografia solúvel sotoposta ou subjacente às áreas de estudo;

Levando também em consideração que as cavernas registradas mais próximas estão a mais de 600m de distância da AID, segundo CANIE do CECAV;

Observando que o IDE do SISEMA (CECAV/ICMBio) classifica como 'baixa' a potencialidade de ocorrências de cavidades naturais nas áreas alvo de estudo;

Notando que foram compilados todos os dados secundários disponibilizados e computados pelos órgãos reguladores da temática;

Ponderando que a BIOMA MEIO AMBIENTE realizou prospecção nas áreas contemplando severidade na observação da legislação imposta, legando, portanto, afirmativas conclusivas no estudo espeleológico:

Conclui-se que, somada às considerações expostas acima obtidas segundo metodologia de estudos e levantamentos expressos nesse documento, não existem cavidades naturais subterrâneas tanto na ADA quanto no seu entorno imediato de 250m (AID).

#### **6.1.7 Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Superficiais**

##### **6.1.7.1 Recursos Hídricos**

As Áreas de Intervenção estão inseridas na bacia hidrográfica do rio São Francisco, dividida, no contexto de planejamento, em quatro regiões fisiográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco. O Dique de Concreto está localizado no afluente do Alto Rio São Francisco, na sub-bacia hidrográfica do rio Paraopeba, no município de Brumadinho/MG.

A bacia hidrográfica do rio Paraopeba está situada na porção sudeste do estado de Minas Gerais, correspondendo uma área equivalente a 2% da totalidade da bacia do rio São Francisco, o que representa cerca de 12.092 Km<sup>2</sup> (CBHSF, 2016; PDRH PARAPEBA, 2020). A **Figura 12** apresenta o contexto da localização da bacia hidrográfica do rio Paraopeba sob a bacia do rio São Francisco. A Área de Intervenção está localizada na microbacia do ribeirão Casa Branca.



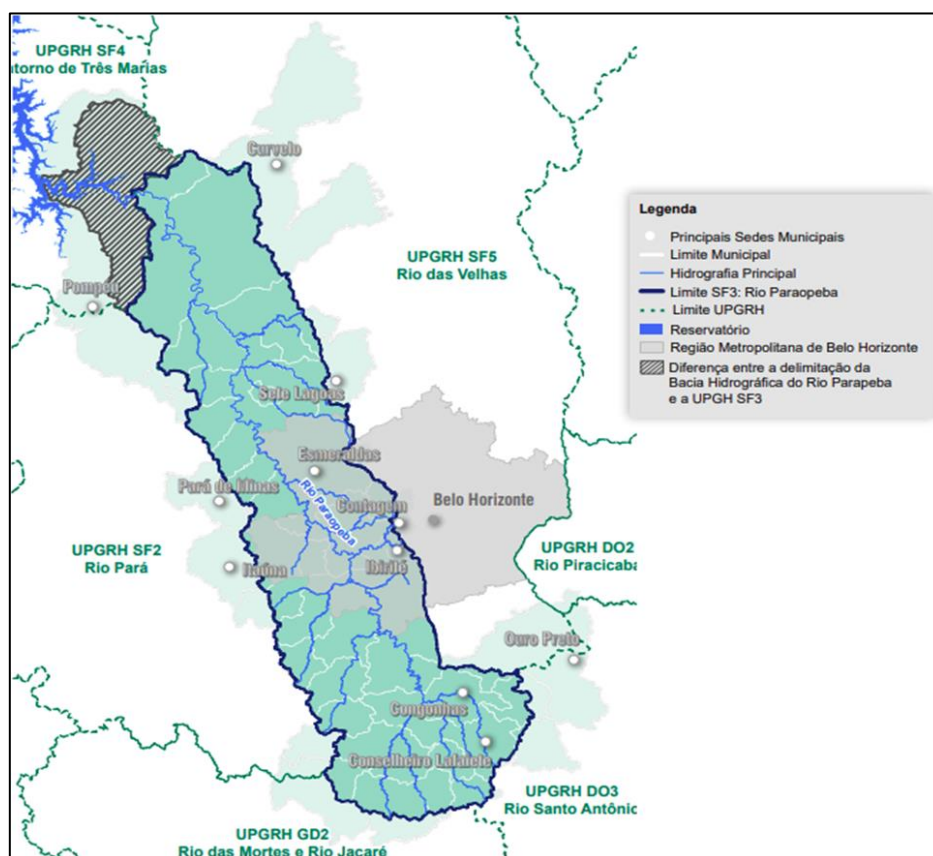
#### 6.1.7.2 Uso das Águas

No ano de 2020 foi realizado um estudo de disponibilidade hídrica superficial da bacia do rio Paraopeba, calculado e disponibilizado através do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do rio Paraopeba, no intuito de representar as vazões características, potencial hídrico da região e a vazão passível outorgável.

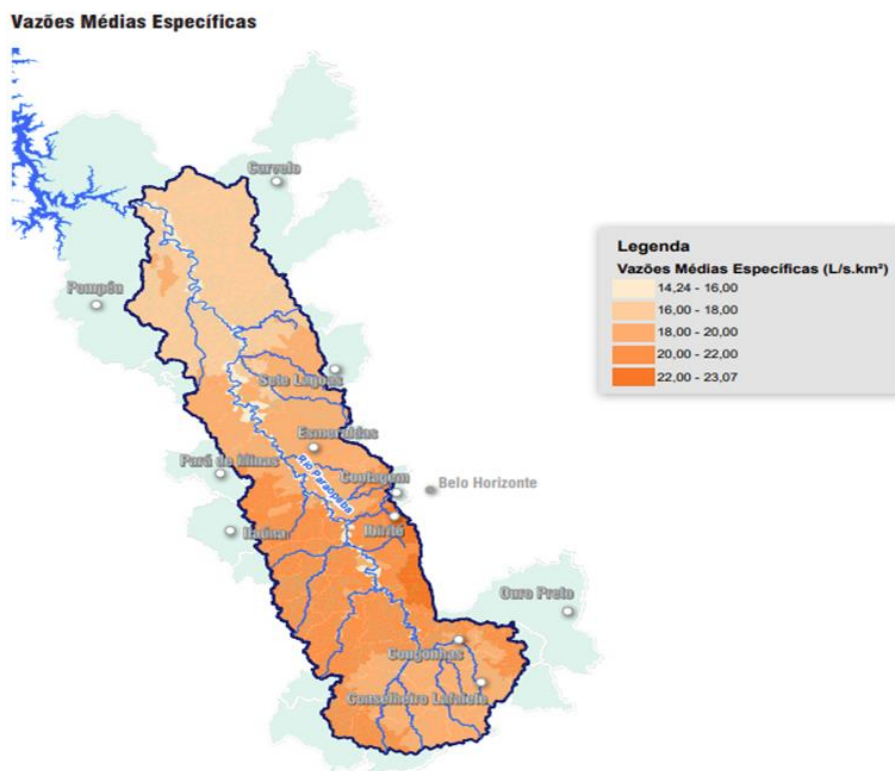
O resultado do estudo supracitado demonstrou que as vazões médias específicas da bacia, apresentado na **Figura 13**, são mensuradas entre 14 e 23 L.s/Km<sup>2</sup>. Esta vazão indica que as distribuições de precipitações decorrentes na região da bacia do rio Paraopeba estão compatíveis com a produtividade hídrica, em função da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

Os dados de vazões médias específicas da bacia, possibilitam obter e calcular a vazão outorgável, em função das características fisiográficas. Neste contexto, a vazão de referência outorgável é definida pela Portaria IGAM nº 49, de 01 de julho de 2010, a qual estabelece a base para cálculo da disponibilidade hídrica do ponto outorgável, em função de 30% da Q7,10 (vazão mínima de sete dias e período de 10 anos de recorrência).

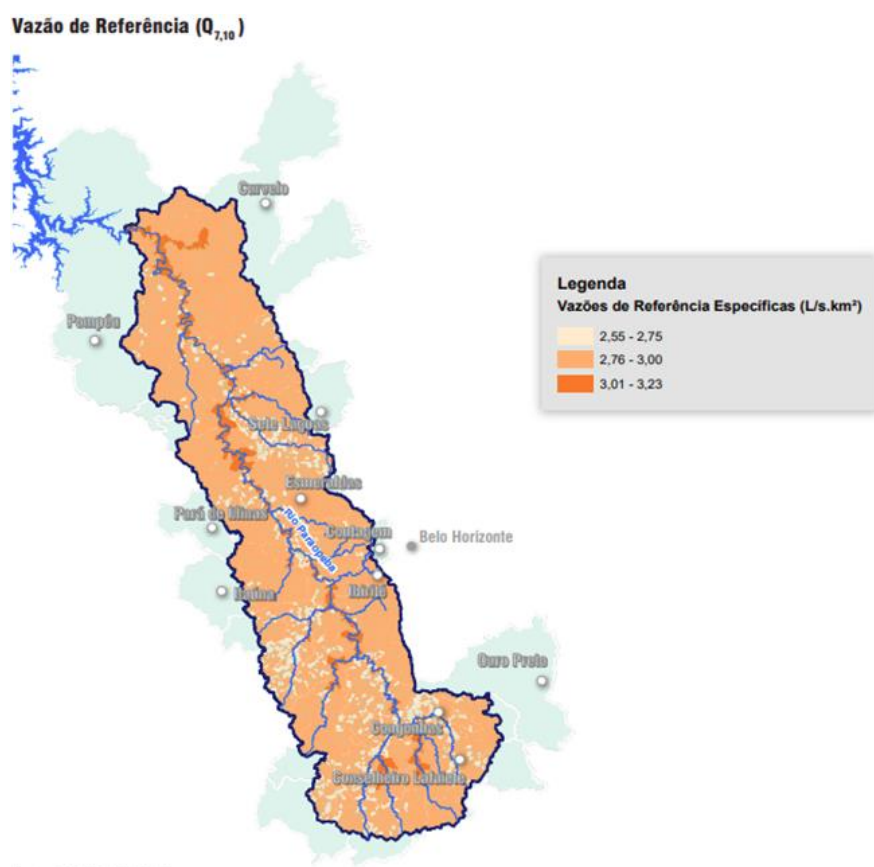
Com isso, a vazão de referência na bacia do rio Paraopeba pode ser classificada, de acordo com o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Estado de Minas Gerais, no ano de 2008 (PDRH PARAPEBA, 2020), conforme apresentado na **Figura 14**.



**Figura 12:** Localização da bacia hidrográfica do rio Paraopeba sob o contexto da bacia do rio São Francisco. Fonte: PDRH RIO PARAPEBA, 2020.



**Figura 13:** Vazão específica da bacia hidrográfica do rio Paraopeba. Fonte: PDRH RIO PARAYPEBA, 2020



**Figura 14:** Vazão de referência da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (Fonte: PDRH RIO PARAYPEBA, 2020)

Em relação à Área de Intervenção, pela base de dados da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), foi detectada, a montante do Dique de Concreto, apenas 1 outorga (captação em barramento em curso de água com regularização de vazão – barragem Capim Branco) emitida pelo Instituto de Gestão das Águas Mineiras (IGAM).

#### 6.1.7.3 Enquadramento das Águas Superficiais

A Área de Intervenção para as obras do Dique de Concreto encontra-se na sub-bacia do ribeirão Casa Branca que não possui enquadramento definido pela Deliberação Normativa nº 14/1995. Neste contexto, conforme os preceitos da Resolução CONAMA nº 357/2005, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2.

No entanto, para efeito do presente estudo serão considerados os padrões de qualidade especificados em legislação pertinente para os cursos de água que são monitorados, em rios enquadrados.

#### 6.1.7.4 Qualidade das Águas Superficiais

Uma rede de monitoramento com objetivo de apoiar o sistema de gestão dos recursos hídricos deve atender diversos requisitos, tais como a localização adequada dos pontos de controle, pontos de controle suficiente para atender as condições de monitoramento da bacia, a frequência adequada de amostragens, e a análise dos parâmetros de qualidade da água efetivamente representativos para a área de intervenção, entre outros (PDRH PARAOPÉBA, 2020).

Desta forma, objetivando-se identificar o comportamento da qualidade da água superficial do entorno do Dique de Concreto, foi realizada uma análise dos dados de monitoramento hídrico a fim de definir o padrão de qualidade nos pontos da rede de monitoramento, em função da Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022.

#### 6.1.7.5 Metodologia

Utilizou-se como metodologia os dados de dois pontos de monitoramentos da qualidade das águas superficiais da própria Vale distribuídos no entorno das Áreas de Intervenção e a realização de 3 pontos para análise de parâmetros físicos *in situ* de qualidade de águas superficiais a jusante do dique de Concreto para conhecimento de background da região. Os dados da Vale foram obtidos durante o período de janeiro/2021 a setembro/2022, conforme apresentado na Tabela 9, bem como a rede de monitoramento com seus respectivos parâmetros de análise e frequência de amostragem. A Tabela 10 apresenta os pontos selecionados para o estudo de background no período de novembro/2022.

**Tabela 9:** Descrição do monitoramento da qualidade da água superficial (Fonte: VALE, 2021-2022), 2022.

Denominação do Ponto de Amostragem	Parâmetros	Coordenadas		Frequência
		Latitude (N)	Longitude (E)	
JGD-COR-01-córrego Jangada	Acidez, Alcalinidade Total, Arsênio, Chumbo, Cloreto, Coliformes Totais, Condutividade Elétrica <i>in situ</i> , Cor Verdadeira, Cromo, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Dureza, Escherichia Coli, Estreptococos, Fenol Total, Ferro, Ferro	7777841	596494	Mensal

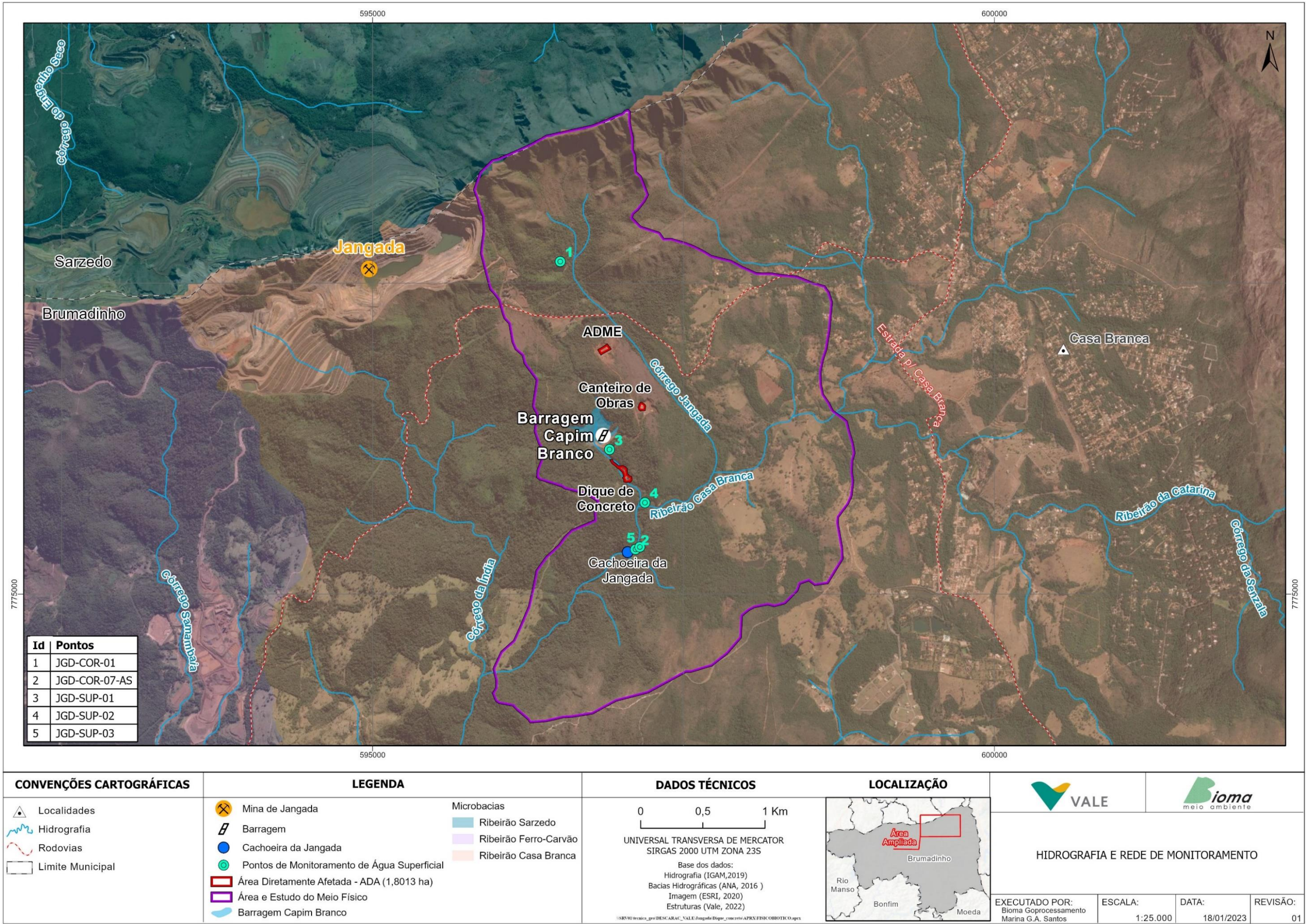


Denominação do Ponto de Amostragem	Parâmetros	Coordenadas		Frequência
		Latitude (N)	Longitude (E)	
	Dissolvido, Fósforo, Manganês, Manganês Dissolvido, Mercúrio, Nitrato como N, Nitrito como N, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Orgânico, Odor <i>in situ</i> , Óleos e Graxas Visíveis <i>in situ</i> , Oxigênio Consumido, Oxigênio Dissolvido <i>in situ</i> , pH <i>in situ</i> , Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Totais, Sólidos Totais Dissolvidos, Surfactantes, Temperatura Ambiente <i>in situ</i> , Temperatura Amostra <i>in situ</i> e Turbidez			
JGD-COR-07-AS-ribeirão Casa Branca a jusante da barragem Capim Branco	Acidez, Alcalinidade Total, Arsênio, Chumbo, Cloreto, Condutividade Elétrica <i>in situ</i> , Cor Verdadeira, Cromo, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Dureza, Escherichia Coli, Fenol Total, Ferro, Ferro Dissolvido, Fósforo, Manganês, Manganês Dissolvido, Mercúrio, Nitrato como N, Nitrito como N, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Orgânico, Óleos e Graxas Visíveis <i>in situ</i> , Oxigênio Dissolvido <i>in situ</i> , pH <i>in situ</i> , Potencial Redox <i>in situ</i> , Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Totais, Sólidos Totais Dissolvidos, Surfactantes, Temperatura Ambiente <i>in situ</i> , Temperatura Amostra <i>in situ</i> e Turbidez	7775360	597114	Mensal

**Tabela 10:** Rede de Monitoramento pontual: Background (Fonte: BIOMA, 2022).

Denominação do Ponto de Amostragem	Parâmetros	Coordenadas		Frequência
		Latitude (N)	Longitude (E)	
JGD-SUP-01-ribeirão Casa Branca	pH <i>in situ</i> , Condutividade Elétrica <i>in situ</i> , Temperatura <i>in situ</i> , Turbidez <i>in situ</i> e Oxigênio Dissolvido <i>in situ</i>	7777841	596.494	Pontual
JGD-SUP-02-afluente ribeirão Casa Branca	pH <i>in situ</i> , Condutividade Elétrica <i>in situ</i> , Temperatura <i>in situ</i> , Turbidez <i>in situ</i> e Oxigênio Dissolvido <i>in situ</i>	7776531	595.330	Pontual
JGD-SUP-03-montante cachoeira Jangada	pH <i>in situ</i> , Condutividade Elétrica <i>in situ</i> , Temperatura <i>in situ</i> , Turbidez <i>in situ</i> e Oxigênio Dissolvido <i>in situ</i>	7779254	593911	Pontual





Mapa 11: EIA/RIMA das obras de Descaracterização do Dique de Concreto, pontos de monitoramento Dique de Concreto, 2022



#### 6.1.7.6 Resultados e interpretações de dados

A **Tabela 11** apresenta os pontos de monitoramentos, bem como as classes que os mesmos estão enquadrados pela Deliberação Normativa nº 14, de 28 de dezembro de 1995.

**Tabela 11:** Pontos de análise da matriz água superficial

Pontos	Curso de Água	Latitude (N m)	Longitude (E m)	Enquadramento
JGD-COR-01	córrego Jangada	7777674	596509	Classe 2
JGD-COR-07-AS	ribeirão Casa Branca	7775360	597114	Classe 2
JGD-SUP-01	ribeirão Casa Branca	7777841	596.494	Classe 2
JGD-SUP-02	Afluente ribeirão Casa Branca	7776531	595330	Classe 2
JGD-SUP-03	córrego Jangada	7779254	593911	Classe 2

Serão destacados, por meio de gráficos, apenas os parâmetros que apresentaram inconformidade dos valores máximos permissíveis da legislação pertinente e/ou representem impactos significativos. Para os parâmetros que apresentarem mais de 1 valor durante o mês do monitoramento, considera-se como metodologia a média aritmética a fim de representar o comportamento mensal do respectivo parâmetro de análise.

- **Caracterização das variáveis físicas da água:** Acidez, Condutividade Elétrica *in situ*, Cor Verdadeira, Dureza, Odor *in situ*, Oxigênio Dissolvido *in situ*, pH *in situ*, Temperatura Ambiente *in situ*, Temperatura Amostra *in situ*, Turbidez *in situ*, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Totais e Sólidos Totais Dissolvidos.

#### 6.1.7.7 Acidez e PH *in situ*

O valor máximo permissível para o pH é determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 com níveis entre 6,0 e 9,0 para águas doces de classe 2.

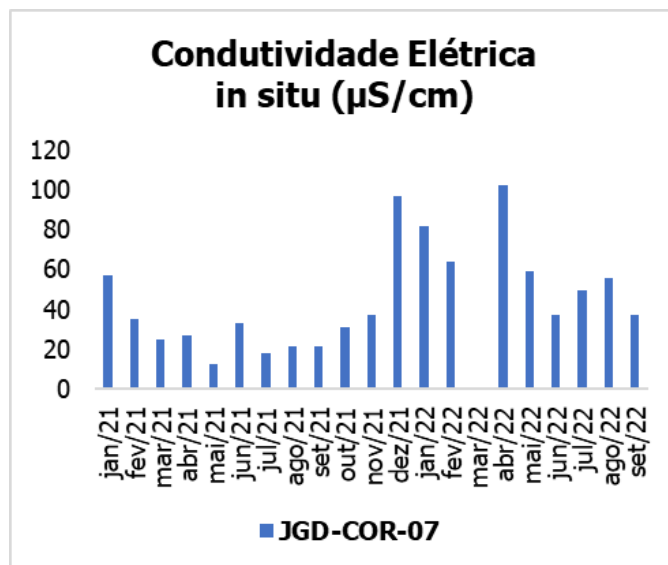
Destaca-se que todos os pontos apresentaram conformidade com o valor máximo permissível nas legislações vigentes.

#### 6.1.7.8 Condutividade elétrica *in situ*

O valor máximo permissível para a Condutividade Elétrica não é determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 para águas doces de classe 2. No entanto, CETESB (2020) apresenta que valores superiores a 100 µS/cm podem ser indicadores de ambientes impactados.

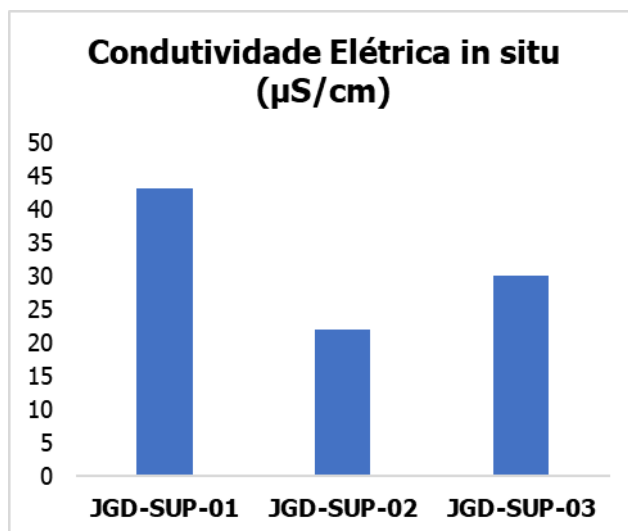
A **Figura 15** apresenta os resultados de Condutividade Elétrica *in situ* do ponto JGD-COR-07-AS-Ribeirão Casa Branca a jusante da Barragem Capim Branco (em abril/2022) que ultrapassou, ligeiramente, o recomendado pela CETESB (2020).





**Figura 15:** Resultados amostrais de Condutividade Elétrica *in situ* (µS/cm) (Fonte: VALE, 2021-2022).

Na **Figura 16** apresenta os resultados obtidos nas amostragens de background realizados em novembro/2022.



**Figura 16:** Resultados amostrais de Condutividade Elétrica *in situ* (µS/cm) (Fonte: BIOMA, 2022).

Observa-se na **Figura 16** que o resultado de Condutividade Elétrica *in situ* nos pontos amostrados correspondem as condições e padrões da qualidade da água, a qual variam entre 22,00 µS/cm e 43,00 µS/cm.

#### 6.1.7.9 Cor verdadeira

O valor máximo permissível para a Cor Verdadeira é determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 como até de 75 mg Pt/L, para águas doces de classe 2.

Os resultados de Cor Verdadeira apresentaram a maioria dados relativos à < 5,0 mg Pt/L. Apenas no ponto JGD-COR-07-AS-Ribeirão Casa Branca, a jusante da Barragem Capim Branco, em dezembro/2021, observou-se valor acima do estipulado em norma.

A **Tabela 12** apresenta os resultados obtidos nos pontos fixos de monitoramento, 2022.

**Tabela 12:** Resultados amostrais de Cor Verdadeira (mg Pt/L) (Fonte: VALE, 2021-2022).

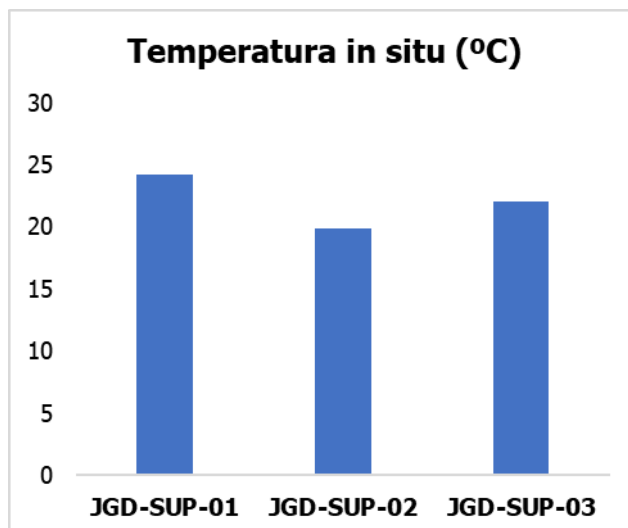
Ponto de Monitoramento	JGD-COR-01	JGD-COR-07	VMP - COPAM	VMP - CONAMA
jan/21	<5,0	<5,0	75	75
fev/21	<5,0	<5,0	75	75
mar/21	<5,0	<5,0	75	75
abr/21	<5,0	<5,0	75	75
mai/21	<5,0	<5,0	75	75
jun/21	<5,0	<5,0	75	75
jul/21	<5,0	<5,0	75	75
ago/21	<5,0	<5,0	75	75
set/21	<5,0	<5,0	75	75
out/21	<5,0	<5,0	75	75
nov/21	<5,0	19	75	75
dez/21	<5,0	273	75	75
jan/22	<5,0	<5,0	75	75
fev/22	<5,0	<5,0	75	75
mar/22	<5,0	-	75	75
abr/22	<5,0	<5,0	75	75
mai/22	<5,0	<5,0	75	75
jun/22	<5,0	<5,0	75	75
jul/22	<5,0	<5,0	75	75
ago/22	<5,0	7,4	75	75
set/22	<5,0	<5,0	75	75

#### 6.1.7.10 Odor *in situ*

O valor máximo permissível para Odor *in situ* não é determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 para águas doces de classe 2. No entanto, em todos os pontos foram obtidos resultados indicadores de ausência para odor.

#### 6.1.7.11 Temperatura ambiente *in situ* e temperatura amostra *in situ*

O valor máximo permissível para a Temperatura Ambiente *in situ* e Temperatura da Amostra *in situ* não são determinados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 para águas doces de classe 2. Na **Figura 17** apresenta os resultados obtidos nas amostragens de background realizados em novembro/2022.

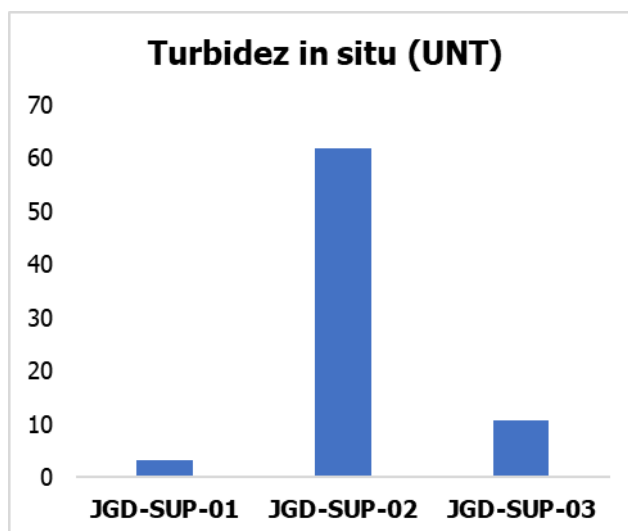


**Figura 17:** Resultados amostrais de Temperatura *in situ* (°C) (Fonte: BIOMA, 2022).

#### 6.1.7.12 Turbidez *in situ*

O valor máximo permissível para a Turbidez determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2, é de 100 UNT.

Destaca-se que todos os pontos apresentaram conformidade com o valor máximo permissível nas legislações vigentes. A **Figura 18** apresenta os resultados obtidos nas amostragens de background realizados em novembro/2022.



**Figura 18:** Resultados amostrais de Turbidez *in situ* (UNT) (Fonte: BIOMA, 2022).

Observa-se na **Figura 18** que o resultado de Turbidez *in situ* nos pontos amostrados correspondem as condições e padrões da qualidade da água que variam entre 3,14 UNT a 61,90 UNT. No entanto, esta variação brusca verificada no afluente ribeirão Casa Branca pode ser atribuído pelas chuvas decorrentes no dia anterior



da amostragem. Os três pontos amostrados, atenderam as condições e padrões de classificação das águas em até 100 UNT pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022.

#### **6.1.7.13 Série de sólidos**

Da série de sólidos (Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Totais e Sólidos Totais Dissolvidos), apenas são regulamentados os valores máximos permissíveis de Sólidos Dissolvidos Totais (em 500 mg/L) e Sólidos em Suspensão Totais (em 100 mg/L), pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. Os resultados obtidos em todos os pontos apresentaram conformidade com o valor máximo permissível nas legislações vigentes.

- **Caracterização das variáveis químicas da água:** Alcalinidade Total, Arsênio Total, Chumbo Total, Cloreto Total, Cromo Total, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Fenol Total, Ferro Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Manganês Dissolvido, Mercúrio Total, Nitrato como N, Nitrito como N, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Orgânico, Óleos e Graxas Visíveis *in situ*, Oxigênio Consumido, Oxigênio Dissolvido *in situ* e Surfactantes.

#### **6.1.7.14 Alcalinidade total**

O valor máximo permissível para Alcalinidade Total não é determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 para águas doces de classe 2. Os resultados de Alcalinidade Total variando entre os limites de < 6,0 mg CaCO<sub>3</sub>/L e 88,2 mg CaCO<sub>3</sub>/L no ponto JGD-COR-05-Córrego Samambaia (em fevereiro/2021).

#### **ARSÊNIO TOTAL**

O valor máximo permissível para Arsênio Total determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2, é de 0,01 mg/L As. Todos os pontos amostrados apresentaram valores em conformidade a legislação seguida.

#### **6.1.7.15 Chumbo total**

O valor máximo permissível para Chumbo Total determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2, é de 0,01 mg/L Pb. Todos os pontos amostrados apresentaram conformidade com o valor máximo permissível nas legislações vigentes.

#### **6.1.7.16 Cloreto total**

O valor máximo permissível para Cloreto Total determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2, é de 250 mg/L Cl. Todos os resultados apresentaram conformidade com o valor máximo permissível nas legislações vigentes.

#### **6.1.7.17 Série de cromo**

Da série de Cromo (Cromo Total, Cromo Hexavalente e Cromo Trivalente), apenas são regulamentados valores máximos permissíveis de Cromo Total (em 0,05 mg/L Cr) pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. Todos os pontos apresentaram conformidade com o valor máximo permissível nas legislações vigentes.

#### **6.1.7.18 Demanda bioquímica de oxigênio**

O valor máximo permissível da Demanda Bioquímica de Oxigênio é de até 3,00 mg/L O<sub>2</sub> e 5,00 mg/L O<sub>2</sub> pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2, respectivamente. Os resultados de todos os pontos estão em conformidade com o valor máximo permissível nas legislações vigentes.

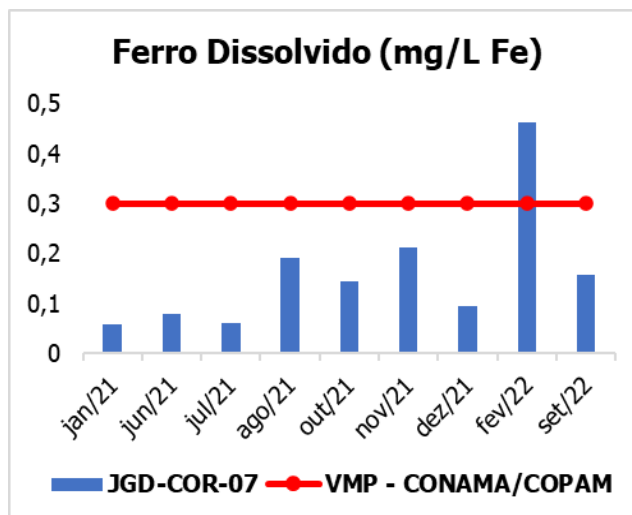
#### **6.1.7.19 Demanda química de oxigênio**

O valor máximo permissível da Demanda Química de Oxigênio não é definido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. Verificou-se, no entanto, que em todos os pontos estão em conformidade com o valor máximo permissível nas legislações vigentes.

#### **6.1.7.20 Série de ferro**

Da série de Ferro (Ferro Total e Ferro Dissolvido), apenas são regulamentados os valores máximos permissíveis de Ferro Dissolvido em 0,3 mg/L Fe pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. Os resultados que ultrapassaram o limite máximo permissível pelas legislações vigentes foram os dos pontos: JGD-COR-01-Córrego Jangada (de 0,444 mg/L Fe em fevereiro/2022) e JGD-COR-07-AS-Ribeirão Casa Branca a jusante da Barragem Capim Branco (de 0,462 mg/L Fe em fevereiro/2022)".

Vale ressaltar que nos demais meses, no ponto JGD-COR-01-Córrego Jangada, os valores obtidos apresentaram abaixo do limite de detecção de: <0,050 mg/L Fe.



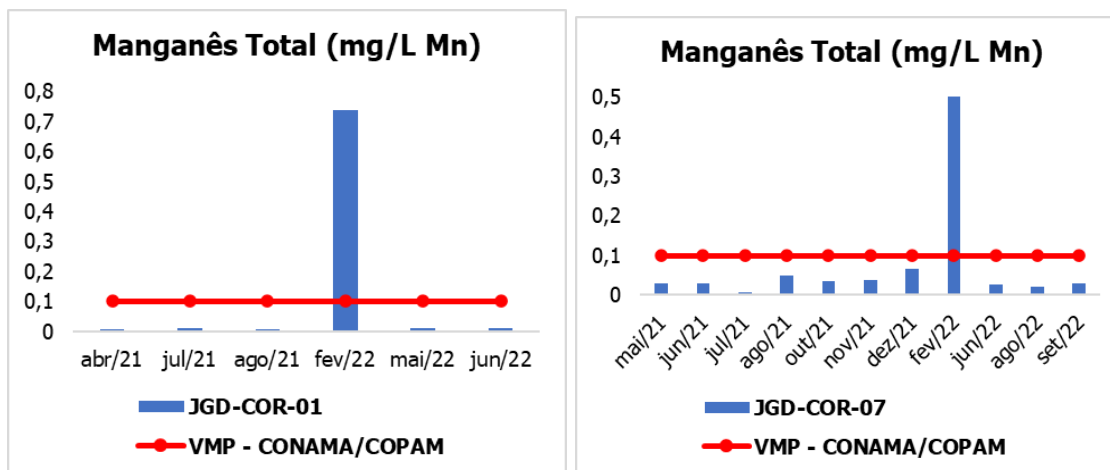
**Figura 19:** Resultados amostrais de Ferro Dissolvido (mg/L Fe) (Fonte: VALE, 2021-2022), 2022.

#### 6.1.7.21 Fósforo total

O valor máximo permissível de Fósforo Total é definido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2 é de 0,1 mg/L P. Verificou-se nos resultados, valores situados abaixo do limite de detecção de < 0,0075 mg/L P e < 0,0050 mg/L P, exceto no ponto JGD-COR-01-Córrego Jangada (de 0,121 mg/L P em fevereiro/2022).

#### 6.1.7.22 Série manganês

Da série de Manganês (Manganês Total e Manganês Dissolvido), apenas é regulamentado valores máximos permissíveis de Manganês Total em 0,1 mg/L Mn pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. Na **Figura 20** apresentam-se os resultados de Manganês Total, com ambos os pontos apresentando resultado fora dos limites estabelecidos pela legislação vigente.



**Figura 20:** Resultados amostrais de Manganês Total (mg/L Mn) (Fonte: VALE, 2021-2022), 2022.



#### 6.1.7.23 Mercúrio total

O valor máximo permissível de Mercúrio Total é definido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2 é de 0,0002 mg/L Hg. Verificou-se nos resultados valores abaixo do limite de detecção de < 0,000050 mg/L Hg apresentando conformidade em todos os pontos.

#### 6.1.7.24 Série de nitrogênio

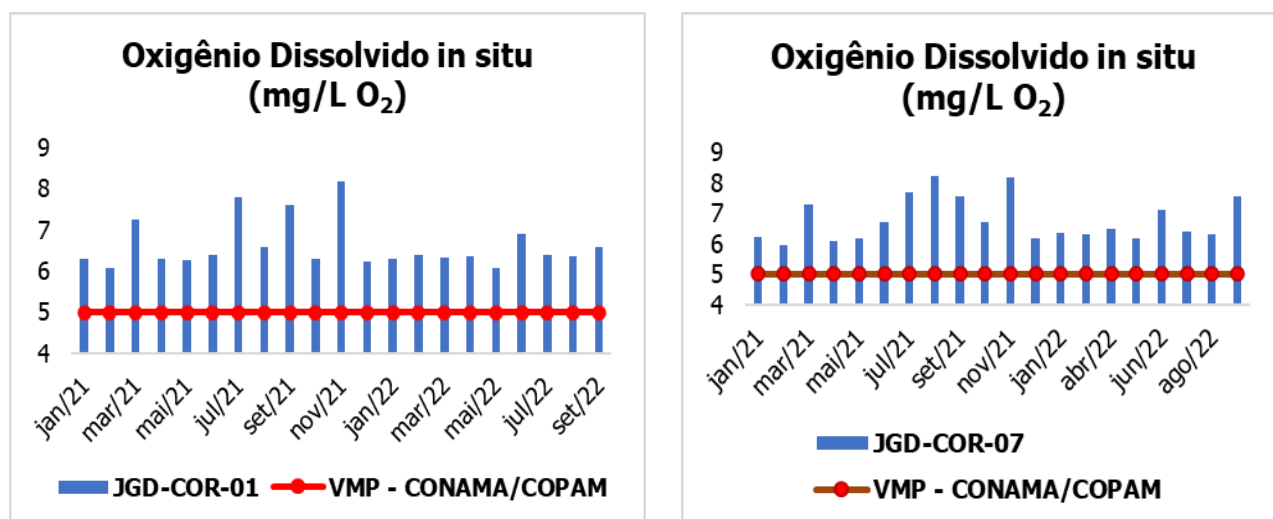
Da série de Nitrogênio (Nitrato como N, Nitrito como N, Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Orgânico), apenas é regulamentado valores máximos permissíveis de: Nitrato como N em 10,0 mg/L N, Nitrito como N em 1,0 mg/L N e Nitrogênio Amoniacal Total em 2,0 mg/L N pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. Verificou-se na maioria dos resultados valores abaixo do limite de detecção de Nitrato como N de < 0,11 mg/L N, Nitrito como N de < 0,11 mg/L N e Nitrogênio Amoniacal Total de < 0,05 mg/L N. Tanto Nitrato como N como Nitrito como N, os valores atenderam as legislações vigentes.

#### 6.1.7.25 Óleos e graxas visíveis in situ

Os Óleos e Graxas são regulamentados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2, em virtualmente ausente. Os resultados foram negativos para esses pontos, apresentando ausência para Óleos e Graxas.

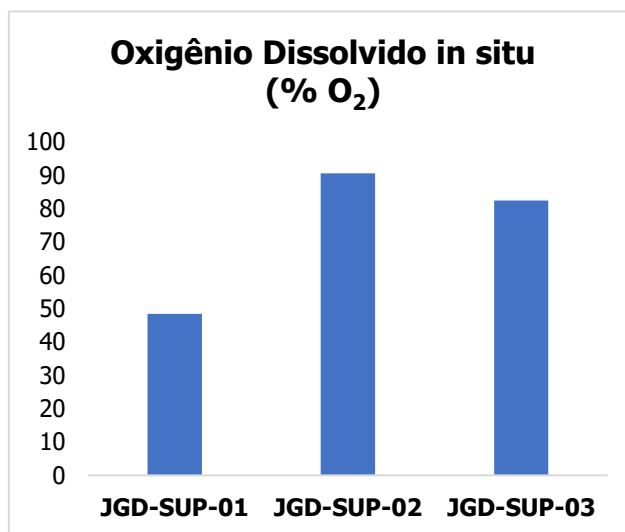
#### 6.1.7.26 Série de oxigênio

Da série de Oxigênio (Oxigênio Dissolvido *in situ* e Oxigênio Consumido), apenas são regulamentados valores mínimos permissíveis de Oxigênio Dissolvido, não inferior a 5,00 mg/L O<sub>2</sub>, pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. A **Figura 21** apresenta os resultados de Oxigênio Dissolvido *in situ* variando entre os limites de 5,96 mg/L O<sub>2</sub> e 8,20 mg/L O<sub>2</sub>.



**Figura 21:** Resultados amostrais de Oxigênio Dissolvido *in situ* (mg/L O<sub>2</sub>) (Fonte: VALE, 2021-2022)

Na **Figura 22** apresentam-se os resultados obtidos nas amostragens de background realizados em novembro/2022.



**Figura 22:** Resultados amostrais de Oxigênio Dissolvido in situ (% O<sub>2</sub>) (Fonte: BIOMA, 2022)

Observa-se na **Figura 22** que o resultado de Oxigênio Dissolvido *in situ* correspondem às condições e padrões da qualidade da água, que variam entre 48,5 % e 90,60%. No entanto, esta variação brusca verificada pode ser atribuída ao volume de água escoada no leito dos trechos analisados, devido à alta pluviosidade registrada na noite anterior à amostragem.

#### **6.1.7.27 Surfactantes**

O Surfactante não é regulamentado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. No entanto, para todos os pontos analisados os resultados mostraram valores inferiores ao limite de detecção analítica de < 0,045 mg/L.

- **Caracterização das variáveis bacteriológicas da água:** Coliformes Totais, Escherichia Coli, Estreptococos e Coliformes Termotolerantes.

#### **6.1.7.28 Série de coliformes**

Da série de Coliformes (Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes), apenas é regulamentado valores máximos permissíveis de Coliformes Termotolerantes com um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral e com um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

As determinações supracitadas são inferiores aos valores de referência apresentados na Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2.

#### **6.1.7.29 Escherichia coli e Estreptococos**

Conforme as legislações vigentes, a *Escherichia coli* poderá ser determinada em substituição aos parâmetros Coliformes Termotolerantes, levando em consideração os mesmos limites. Tendo em vista esta especificação, verificou-se que o parâmetro variou entre  $< 1,80E+1$  NMP/100mL no ponto JGD-COR-02-AS-Córrego da Índia (em abril/2021) e  $> 1,60E+4$  NMP/100mL nos pontos JGD-COR-01-Córrego Jangada (em janeiro/2021), JGD-COR-05-Córrego Samambaia (junho/2022 e setembro/2022) e JGD-COR-07-AS-Ribeirão Casa Branca a jusante da Barragem Capim Branco (em dezembro/2021).

O *Streptococcus* não é regulamentado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces de classe 2. No entanto, o parâmetro variou entre  $< 1,00$  UFC/100mL no ponto JGD-COR-01-Córrego Jangada (em novembro/2021 e fevereiro/2022).

## 6.1.8 Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Subterrâneas

### 6.1.8.1 Recursos Hídricos

A Área de Intervenção está inserida na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, composta por rochas muito antigas do estado de Minas Gerais, situadas na porção meridional do Cráton São Francisco (PDRH, 2020). Na porção central da bacia, predominam as rochas de idade arqueana, sendo as principais unidades litoestratigráficas o Complexo Belo Horizonte e o Complexo Bonfim.

A bacia do rio Paraopeba abrange cinco Sistemas Aquíferos, sendo eles: o Embasamento Cristalino, Granular/Fissural, Cárstico, Formações Cenozoicas e Ferrífero. A Área de Intervenção abordada no presente EIA/RIMA está inserida no contexto do Sistema Aquífero Cristalino.

### 6.1.8.2 Uso das Águas

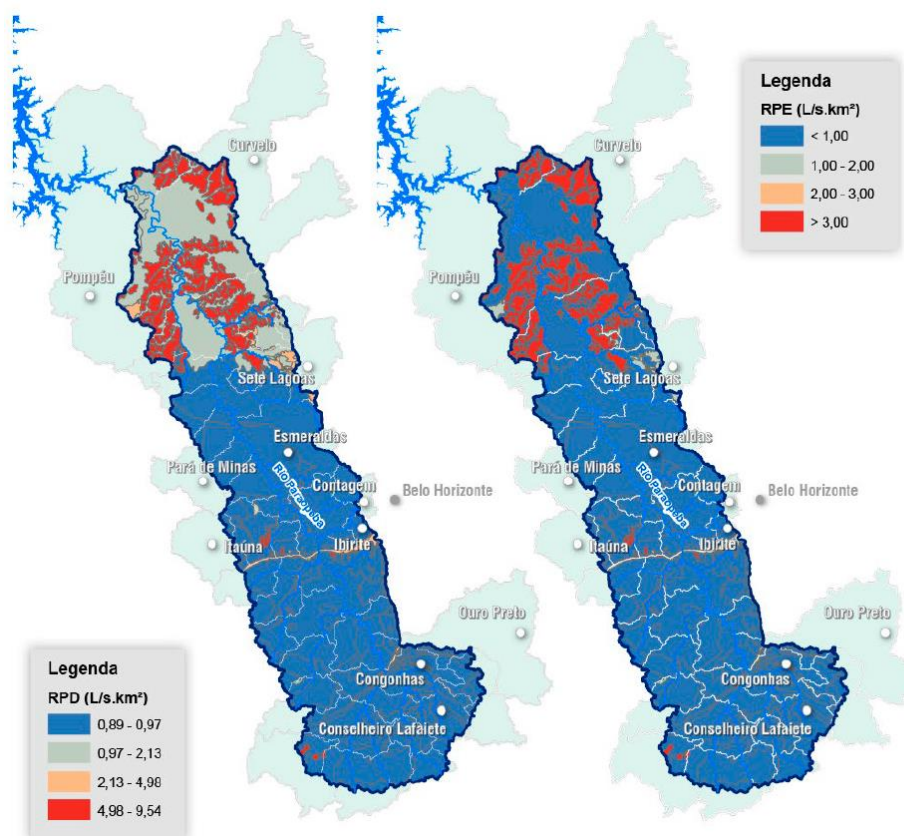
Como forma de conhecer a disponibilidade hídrica subterrânea dos sistemas aquíferos, o PDRH (2020) adota a abordagem da estimativa da parcela da chuva que infiltra no solo (RPD – Recarga Potencial Direta) e sua parcela que pode ser utilizada, de forma a não interferir nas vazões mínimas ecológicas e de referência para outorga (RPE – Reserva Potencial Explotável).

As estimativas da RPD e RPE para o sistema Aquífero Cristalino é equivalente a  $0,89$  L/s.km<sup>2</sup> e de  $0,36$  L/s.km<sup>2</sup>, respectivamente. As informações acerca das estimativas, juntamente com sua representação gráfica, estão dispostas na **Tabela 13** e **Figura 23**.

**Tabela 13:** Estimativas da Recarga Potencial Direta (RPD) e Reserva Potencial Explotável (RPE) dos Sistemas Aquíferos.

Sistema Aquífero	Área (km <sup>2</sup> )	RPD ESP médio (L/s.km <sup>2</sup> )	RPE ESP médio (L/s.km <sup>2</sup> )
Cárstico	116,46	4,46	1,78
Cristalino	6.374,44	0,89	0,36
Formações Cenozoicas	1.336,36	9,54	3,82
Formações Ferríferas	65,02	4,98	1,99
Metassedimentos – Metavulcânicas	1.960,23	0,97	0,39
Porosos/Fissural Aflorante	2.139,52	2,13	0,85
Porosos/Fissural Não Aflorante	1.287,54	0,48	0,19

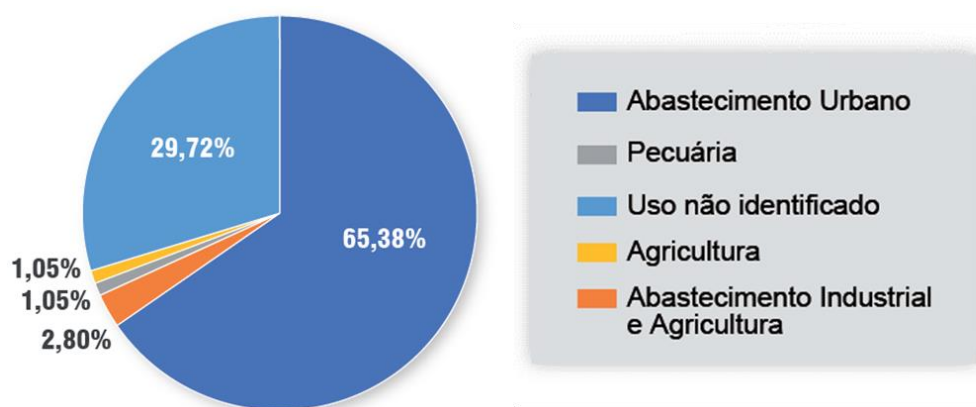




**Figura 23:** Estimativas do RPD e RPE dos Sistemas Aquíferos. Fonte: PDRH, 2020.

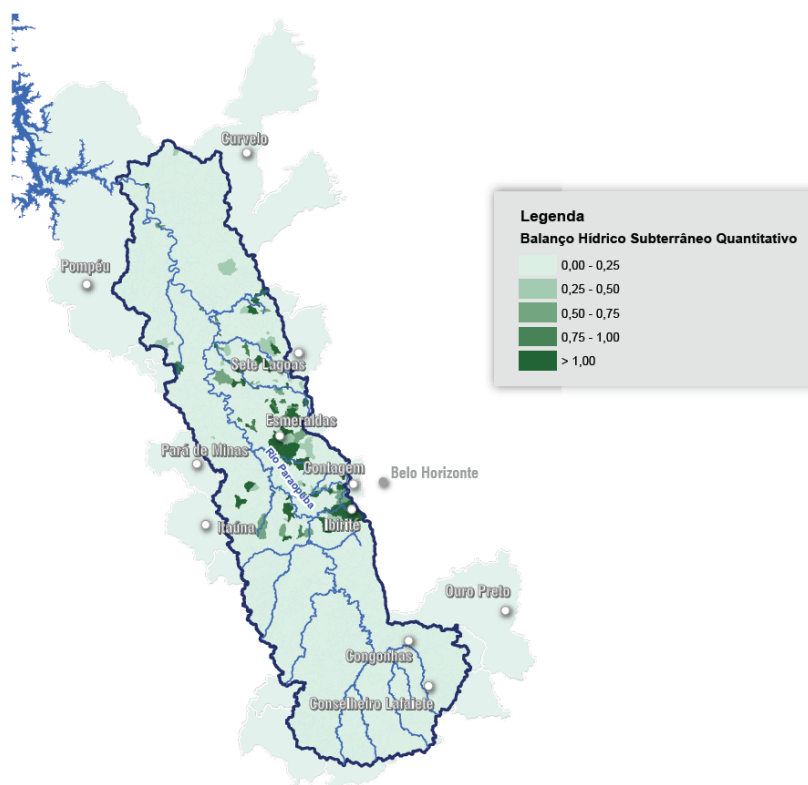
Segundo o PDRH (2020), o uso das águas subterrâneas foi dividido em abastecimento urbano, pecuária, uso não identificado, agricultura e abastecimento industrial e agricultura, por meio da utilização das informações dos 699 poços cadastrados na região da bacia do rio Paraopeba.

A maior utilização dos usos das águas subterrâneas, conforme apresentado na **Figura 24**, é destinado ao abastecimento urbano, equivalente a 65%, seguido pelo uso não identificado (29,72%), agricultura (2,80%), pecuária (1,05%) e abastecimento industrial e agricultura (1,05%).



**Figura 24:** Uso das águas subterrâneas. Fonte: PDRH, 2020.

O balanço hídrico subterrâneo quantitativo é calculado com finalidade de verificar o percentual das reservas ativas subterrâneas que estão comprometidas em função das demandas subterrâneas, contempladas na área da bacia do rio Paraopeba. A partir do PDRH (2020), apesar do balanço hídrico considerar as reservas ativas para o cálculo, os resultados devem ser analisados com ressalvas uma vez que existe a dificuldade da realização do amplo monitoramento da qualidade das águas subterrâneas. Ressalta-se que as áreas que apresentam altas demandas subterrâneas de captação e que ultrapassam a reserva potencial explorável estão ligadas, muitas vezes, à mineração e a agricultura, respectivamente (**Figura 25**).



**Figura 25:** Balanço hídrico subterrâneo quantitativo da bacia rio Paraopeba. Fonte: PDRH, 2020.

### 6.1.8.3 Contexto Local

As Áreas de Intervenção para implantação da ADME, canteiro de obras e desmonte do Dique de Concreto, estão incluídas no Domínio Fissural segundo Mapa Hidrogeológico Região Sudeste (IBGE, 2015), conforme apresentado no **Mapa 12**, classificado também como de produtividade baixa, com vazões entre 3m<sup>3</sup>/h e 10m<sup>3</sup>/h. Os aquíferos dessa província apresentam difíceis condições de jazimento e de circulação de água subterrânea.

Além desse sistema de classificação da hidrogeologia, conforme Castro, Endo e Gandini (2020), a identidade hidrogeológica do QF foi definida também a partir do caráter litológico predominante, pelo comportamento hidrodinâmico e pelos tipos de permeabilidade (primária e secundária) associadas às unidades geológicas descritas por Dorr (1969). Tais unidades passaram a ser identificadas como diferentes aquíferos, aquícludes

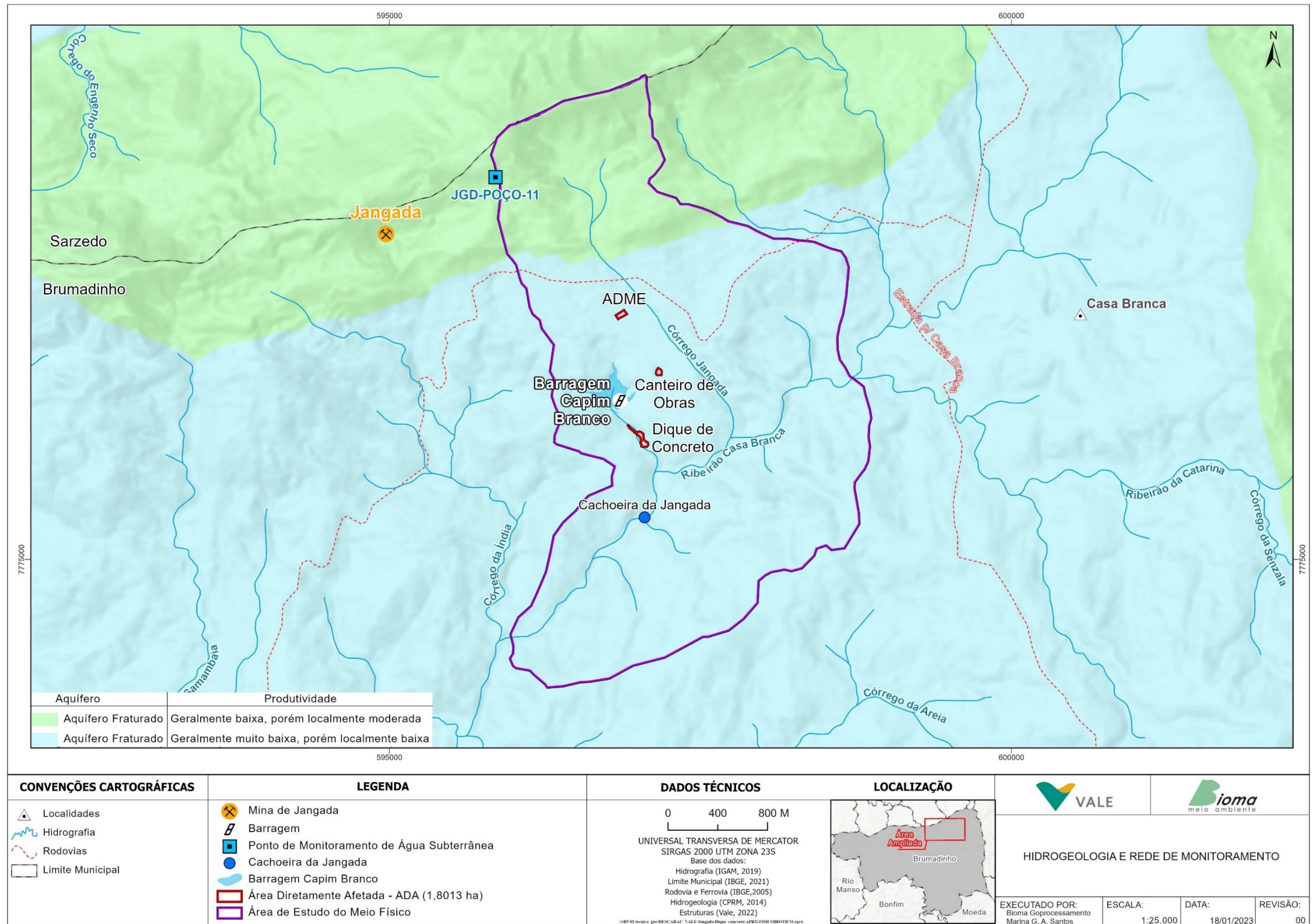
ou aquíferos que, por sua vez, foram enquadradas segundo a classificação de Sistemas Hidrogeológicos. O Sistema Aquífero é um conjunto formado por uma ou mais unidades litoestratigráficas que apresentam condutividade hidráulica, características hidrodinâmicas, condições de recarga, circulação e descarga, e de qualidade das águas relativamente semelhantes.

#### **6.1.8.4 Sistema Aquífero Granito-Gnáissico**

Os aquíferos que se apresentam em rochas do embasamento cristalino possuem um domínio de fluxo misto (granular e fissural), associado ao manto de alteração e a rocha são fraturada de baixo potencial hidrogeológico. O manto de alteração é caracterizado por uma porosidade granular, que determina a presença de aquíferos com baixa permeabilidade e capacidade de armazenamento, com espessuras inferiores a 50 metros e possuindo uma boa continuidade lateral. Na rocha são, fraturada, ocorre a porosidade fissural, o qual é desenvolvido lineamentos de fraturas e de estruturas planares penetrativas. Nessas condições, o aquífero apresenta relativa alta condutividade hidráulica e baixa capacidade de armazenamento. O fluxo das águas subterrâneas é dado pela conexão entre as estruturas, formando assim uma complexa rede hidráulica.

As condições de recarga estão relacionadas ao manto de alteração que capeia a porção de rocha são fraturada. Esse manto com significativa porosidade favorece a infiltração dos aportes meteóricos que atingem as zonas de porosidade secundária, materializadas pelas fraturas, onde ocorre também o armazenamento e transmissão da água subterrânea.





Mapa 12: Hidrogeologia da Área de Intervenção do EIA RIMA das obras de descaracterização do Dique de Concreto, Brumadinho, 2022.

### 6.1.9 Qualidade das Águas Subterrâneas

Não serão gerados impactos das obras de descaracterização do Dique de Concreto nas águas subterrâneas, dessa forma não haverá comprometimento de abastecimento público e de poços subterrâneos particulares. Entretanto, com a finalidade de se identificar o comportamento da qualidade da água subterrânea no entorno da Área de Estudo, foi realizada uma caracterização apenas regional a partir do monitoramento do ponto JGD-POÇO-11 fornecidos pela Vale S.A. Estes fatores contribuem para uma possível semelhança hidroquímica com os aquíferos a jusante, além de, exibir valores de *background* em relação a área de intervenção.

Os dados secundários resultam de amostragens realizadas durante o período de janeiro/2021 a agosto/2022, conforme apresentado na **Tabela 14**, bem como as informações do ponto de amostragem e seus respectivos parâmetros de análise e de frequência. Foi demonstrado nos gráficos subsequentes um comparativo com a Resolução CONAMA nº 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. O **Mapa 12** apresenta a localização do ponto de monitoramento da matriz de água subterrânea.

**Tabela 14:** Descrição do monitoramento da qualidade da água subterrânea (Fonte: VALE, 2021-2022).

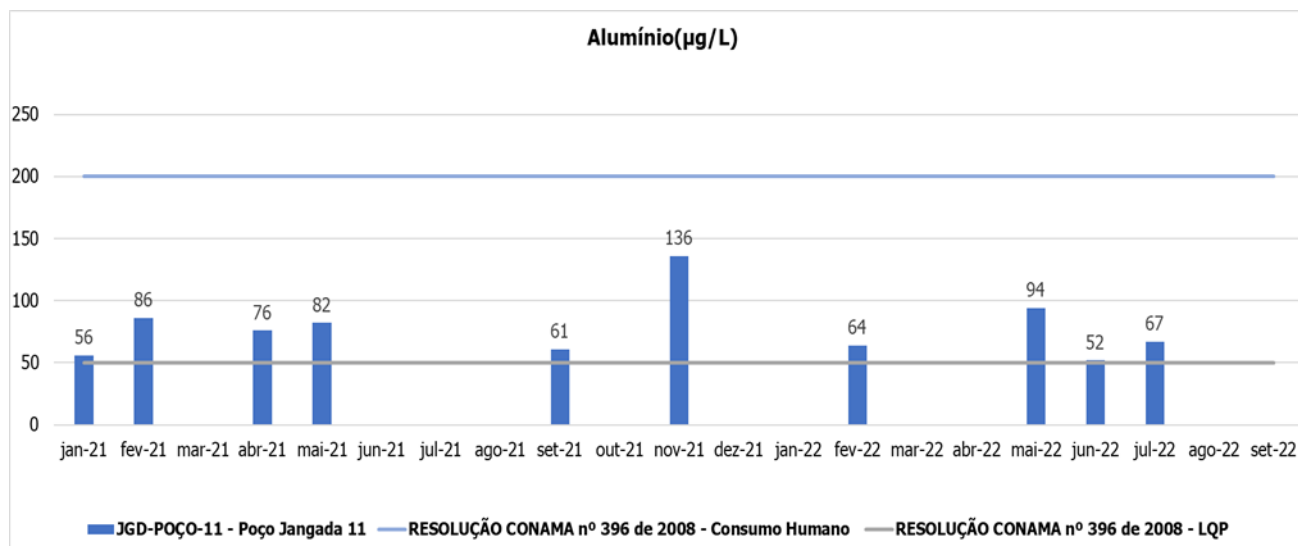
Denominação do Ponto de Amostragem	Parâmetros	Coordenadas		Frequência
		Latitude (N)	Longitude (E)	
JGD-POÇO-11	Alumínio, Amônia Total (Amônia e Amônio), Arsênio, Bário, Benzeno, Bromofluorobenzeno, Cádmio, Chumbo, Cianeto Total, Cloreto, Cobre, Coliformes Totais, Condutividade elétrica <i>in situ</i> , Cor Aparente, Cromo, Cromo, Fluoreto Hexavalente, Cromo Trivalente, Dibromofluorometano, Dureza, Escherichia coli, Ferro, Fluoreto, Manganês, Mercúrio, Nitrato (N), pH <i>in situ</i> , Sólidos Totais Dissolvidos, Sulfato (S), Surfactantes, Tolueno-d8, Turbidez <i>in situ</i> e Zinco.	7778071	595853	Mensal

#### 6.1.9.1 Resultados e interpretação de dados

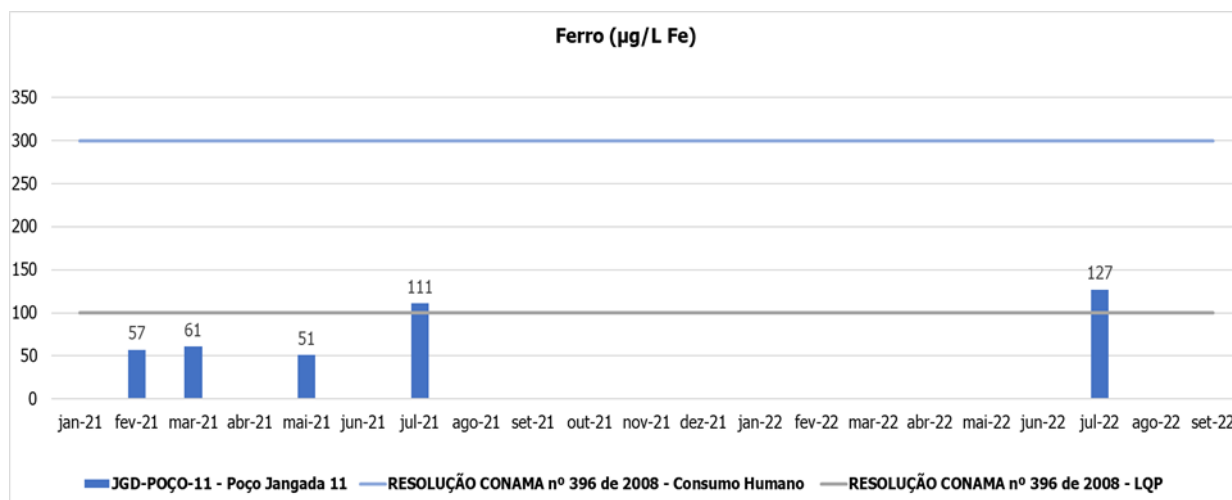
A interpretação dos dados foi realizada a partir da análise dos gráficos dos parâmetros que apresentaram inconformidade dos valores máximos permissíveis da legislação pertinente e/ou representem importância significativa na área e no seu respectivo comportamento. Resultados com valores inferiores ao limite de detecção do método analítico, serão apenas citados ao longo da discussão. Dessa forma, a caracterização das variáveis físicas da água subterrânea considerou a análise dos parâmetros: metálicos, sendo eles o Alumínio, Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Ferro, Fluoreto, Manganês Total, Mercúrio e Zinco; Coliformes Totais; Nitrito e Nitrato; Sólidos Dissolvidos Totais; e, por fim, o Tolueno.

##### 6.1.9.1.1 Série dos metais

Os parâmetros Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, Manganês Total e Mercúrio apresentaram resultados com valores inferiores ao limite de detecção do método analítico. Os analitos Alumínio, Ferro e Zinco não apresentaram resultados superiores aos Valores Máximos Permitidos (VMP) considerando o uso preponderante da água como consumo humano, apenas alguns resultados ficaram acima do LQP e foram representados na **Figura 26**, **Figura 27** e **Figura 28**.

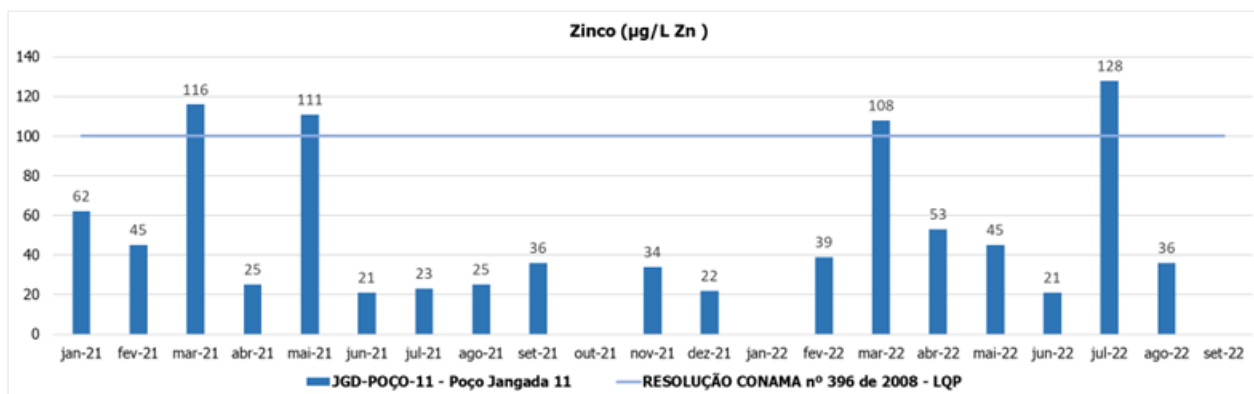


**Figura 26:** Resultados amostrais de alumínio (Fonte: VALE, 2021-2022).



**Figura 27:** Resultados amostrais de ferro (Fonte: VALE, 2021-2022).

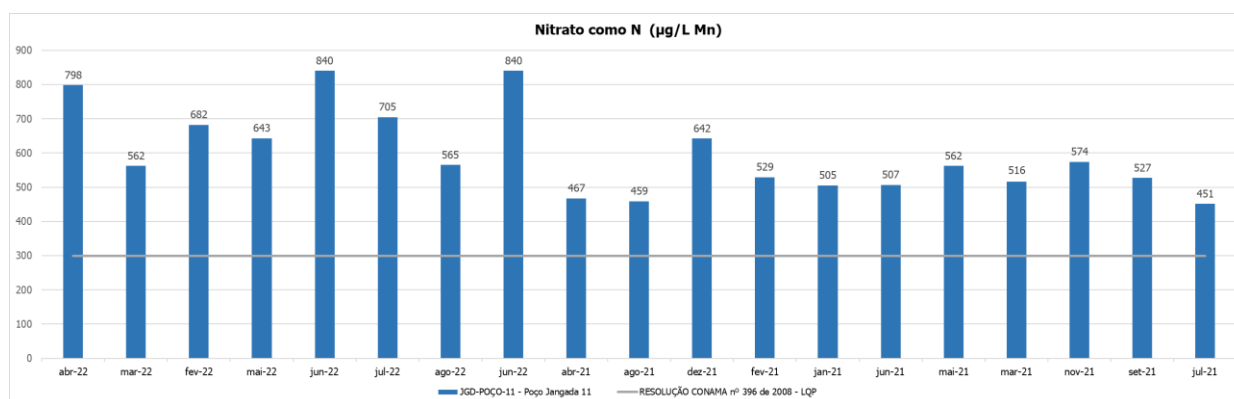




**Figura 28:** Resultados amostrais de zinco (Fonte: VALE, 2021-2022).

#### 6.1.9.1.2 Série do nitrogênio

Os parâmetros Nitrato e Nitrito foram analisados no ponto JGD-POÇO-11 como pertencentes à série do nitrogênio, sendo que o Nitrito não apresentou resultados acima do LQP ou dos valores máximos permitidos pela legislação. Além disso, o parâmetro Nitrato também não apresentou resultados acima do preconizado, apenas valores superiores ao LQP (limites de quantificação praticáveis) (**Figura 29**).



**Figura 29:** Resultados amostrais de nitrato (Fonte: VALE, 2021-2022).

#### 6.1.9.1.3 Microorganismos

Dentre os microrganismos analisados no ponto, apenas os Coliformes Totais foram detectados nas coletas realizadas, apenas nas coletas realizadas nos meses de fevereiro, maio e julho de 2022, em uma alíquota de 100 mL.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2018. **NBR 9563**. Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. Rio de Janeiro: ABNT.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2019. **NBR 10151**. Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT.
- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2004. **NBR 10004**. Acústica — Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: ABNT.
- AGENCIA PEIXE VIVO. 2016. Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Disponível em: < <https://agenciapeixevivo.org.br/>>, Acesso em: 28 out. 2022.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, 1998. 297p.
- ANA. 2022. Política Nacional de Recursos Hídricos. Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>>, Acesso em: 28 out. 2022.
- ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R. de; YANAGI, S. de N. M; NETO, O. B. S. 2014. Tendência de temperaturas mínimas e máximas do ar no estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, n. 4, p. 247-256.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>, Acesso em: 28 out. 2022.
- CBH RIO DAS VELHAS – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. 2012. **Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas, nº 01**, de 09 de fevereiro de 2012. Disponível em: < <https://cbhvelhas.org.br> >. Acesso em: 25 out. 2022.
- CBH RIO DAS VELHAS – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. 2012. **Deliberação CBH Rio das Velhas, nº 02**, de 02 de agosto de 2019. Disponível em: < <https://cbhvelhas.org.br> >. Acesso em: 25 out. 2022.
- CBH RIO DAS VELHAS – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Cartilha Plano Diretor de Recursos Hídricos. Unidade Territorial Estratégica Itabirito/2016.
- CBH RIO DAS VELHAS. 2022. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Disponível em: < <https://cbhvelhas.org.br>>. Acesso em: 25 out. 2022.
- CBH RIO DAS VELHAS. 2022. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Disponível em: < <https://cbhvelhas.org.br>>. Acesso em: 25 out. 2022.
- CBHSF. 2022. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Disponível em: < <https://cbhsaofrancisco.org.br/>>. Acesso em: 25 out. 2022.
- CBHVELHAS. 2015. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas. Plano Diretor Consolidado – Volume I. Belo Horizonte.
- CETESB. 2020. Índices de Qualidade das Águas. Apêndice E. Disponível em: <Apêndice-E-Índice-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em: 26 out. 2022.
- Chemale Jr F., Rosière C. A., Endo I.. 1991. Evolução Tectônica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Um Modelo. Pesquisas em Geociências, 18 (2): 104-127. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21350>.
- Chemale Jr., F., Rosière C. A., Endo, I.. 1994. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Precambrian Research, 65: 25-54.
- Chen, D.; Chen, H. W. 2013. *Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010*. Environmental Development. 6: 69–79. doi:10.1016/j.envdev.2013.03.007 (direct: Final Revised Paper).

- Clam Meio Ambiente. 2022. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Obras emergenciais para realocação da LT 345KV Itabirito 2 – Jeceaba (VSB) e avanço das obras de descaracterização das Barragens Forquilhas I, II, III e Grupo, Minas de Fábrica, Ouro Preto, Minas Gerais. 423 p.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). 2022. **Padrões de Qualidade do Ar**. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar/>>. Acesso em: 20 out/ 2022.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). 2022. **Poluentes**. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>>. Acesso em: 20 out/2022.
- CONGONHAS. **Lei 2.623**, de 21 de junho de 2006. Prefeitura de Congonhas. Congonhas, MG, 21 jun. 2006. Disponível em: < <https://www.congonhas.mg.leg.br/leis/legislacao-municipal>>. Acesso em: 28 out. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 1**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2 abr. 1990. Disponível em: < <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>>, Acesso em: 28 out. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 1**, de 8 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2 abr. 1990. Disponível em: < [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=98](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=98)>, Acesso em: 28 out. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005- Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: < [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf)>, Acesso em: 28 out. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 396**, de 3 de abril de 2008- Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: < <file:///C:/Users/julia.castro/Downloads/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>>, Acesso em: 28 out. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 430**, de 13 de maio de 2011- Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: < [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=627](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=627)>, Acesso em: 28 out. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 491**, de 19 de novembro de 2018- Revoga a Resolução Conama nº 03/1990 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 05/1989. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar no Brasil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2 abr. 1990. Disponível em: < >, Acesso em: 28 out. 2022.
- COUTO, L.C.O. 2021. Microclima da Lapa de Antônio Pereira (Ouro Preto, MG): monitoramento espeleoclimatológico e zoneamento termohigrométrico cavernícola. Tese (Doutorado em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Disponível em: < [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Geografia\\_LeandroCosmeOliveiraCouto\\_18917.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Geografia_LeandroCosmeOliveiraCouto_18917.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2022.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2010. Geodiversidade do estado de Minas Gerais. Organização: Marceley Ferreira e Sandra Fernandes da Silva. Belo Horizonte. 131 p.
- DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM. **Deliberação Normativa COPAM nº 20**, de 24 de junho de 1997- Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=115>>, Acesso em: 28 out. 2022.



- Dorr J. V. N.. 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS. (Professional Paper, 641A).
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed., revisão e ampliação. Brasília, Distrito Federal. 356 p.
- EMBRAPA. 2021. Embrapa Solos. Cambissolos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/cambissolos>>, Acesso em: 28 out. 2022.
- PANTOJA, P. H. B., SILVA, B. F. P., SILVA, J. G. F., MAIA, I. F., MEDEIROS, T. T. B. Caracterização da magnitude e direção do vento em Linhares/ES. **Revista Científica Foz**, v. 2, nº 1, 160-173, 2019. Disponível em: <<https://revista.ivc.br/index.php/revistafoz/article/view/104>> Acesso em 24 de nov. 2022.
- G., Oliveira A. H. de, Zavaglia G., Danderfer F<sup>o</sup> A., Gomes C. J. S., Carneiro M. A., Nalini Jr. H. A., Castro P deT. A., Suita M. T. de F., Tazava E., Lana C. de C., Martins-Neto M. A., Martins M. de S., Ferreira F<sup>o</sup> F. A., Franco A. P., Almeida L. G., Rossi D. Q., Angeli G., Madeira T. J. A., Piassa L. R. A., Mariano D. F., Carlos D. U.. 2019a. Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Escala 1:150.000: Uma celebração do cinquentenário da obra de Dorr (1969).Ouro Preto, Departamento de Geologia da Escola de Minas – UFOP – Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero: [www.qfe2050.ufop.br](http://www.qfe2050.ufop.br);
- Endo I., Delgado C. E. R. Oliveira M. M. F. de, Zapparoli A. de C., Carlos D. U., Galbiatti H. F., Castro P. de T. A., Suita M. T. de F., Barbosa M. S. C., Lana C. E., Moura L. G. B. de. 2019b. Estratigrafia e Arcabouço Estrutural do Quadrilátero Ferrífero: Nota Explicativa do Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Escala 1:150.000. Ouro Preto, Departamento de Geologia da Escola de Minas – UFOP – Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero: [www.qfe2050.ufop.br](http://www.qfe2050.ufop.br).
- Endo I., Machado R., Galbiatti H. F., Rossi D. Q., Zapparoli A. de C., Delgado C. E. R., Castro P. T. A., Oliveira M. M. F. de. 2020. Estratigrafia e Evolução Estrutural do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Castro P. T., Endo I., Gandini A. L. (org.). O Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed., revisão e ampliação. Brasília, Distrito Federal. 356 p.
- Feitosa, Fernanco A. C.; Filho, João M.; Demetrio, J. Geilson A. 2008. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. 3. Ed. Rev. e Ampl. – Rio de Janeiro: CPRM. 812 p.
- Hartmann L.A., Endo I., Suita M. T. F., Santos J. O. S., Frantz J. C., Carneiro M. A., Naughton N. J., Barley M. E.. 2006. Provenance and age delimitation of Quadrilátero Ferrífero sandstones based on zircon U-Pb isotopes. Jour. of South Am. Earth Sci. 20, 273–285.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1976. Folha topográfica Brumadinho - SF-23-X-A-II-2 (Escala: 1:50000). Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=6735>>. Acesso em: 01 de dez. 2022.
- IDE-SISEMA – Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2022. Modelo de gestão composto pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Instituto Estadual de Florestas (IEF) e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).
- IGAM. 2015. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Gestão das Águas. Disponível em: <[http://www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1259](http://www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento/index.php?option=com_content&view=article&id=1259)> . Acesso em: 26 out. 2022.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Mapa de estações. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://mapas.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 26 out. 2022.
- LAVARINI, C. 2014. Interações Geomorfológicas Entre Bacias de Cabeceira e Vales Fluviais Principais: Abordagem Multiescalar na Bacia do Ribeirão Mata Porcos, Quadrilátero Ferrífero-MG. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Junho.
- LUME, Estratégia Ambiental. 2014. Estudo de Impacto Ambiental - EIA / Projeto de desenvolvimento da mina de Fábrica.

- MARTINS, F. B., GONZAGA, G., SANTOS, D. F., & REBOITA, M. S. 2018. Classificação Climática de Koppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário Atual e Projeções Futuras. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, p. 28, 2018.
- MINAS GERAIS. **Lei nº 7.302**, de 21 de julho de 1978. Diário do Executivo. Belo Horizonte, MG, 3 ago. 1978. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=61>>. Acesso em: 28 out. 2022.
- MINAS GERAIS. **Lei nº 10.100**, de 17 de janeiro de 1990. Diário do Executivo. Belo Horizonte, MG, 18 ago. 1990. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2229>>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- Nicho. 2014. Continuidade das operações da Mina da Jangada – Estudo de Impacto Ambiental e Plano de Controle Ambiental (EIA/PCA). Brumadinho/Sarzedo-MG. 1255 p.
- OLIVEIRA, A.S.; PEREIRA, F.A.C.; OLIVEIRA, G.X.S.; BORGES, V.P. 2012. Evaporação da água de reservatórios: Medição e estimativa por métodos meteorológicos. In: GHEYI, H.R., PAZ, V.P.S., MEDEIROS, S.S., GALVÃO, C.O. Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: estudos e aplicações. INSA, p. 44-73.
- OURO PRETO. **Lei Nº. 534**, de 14 de dezembro de 2009. Prefeitura de Ouro Preto. Ouro Preto, MG, 16 dez. 2009. Disponível em: < <https://cmop.mg.gov.br/leis/>>. Acesso em: 28 out. 2022.
- PDRH RIO DAS VELHAS. 2015. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Plano Diretor Consolidado. Volume 1. Diagnóstico. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte.
- REBOITA, M.C., RODRIGUES, M., SILVA, L.F., ALVES, M.A. Aspectos climáticos do Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Climatologia*, Mato Grosso do Sul, v. 17, 206-226, 2015. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/41493/27319>>. Acesso em: 23 nov. 2022.
- Rolim V. K., Alkmim F. F.. 2004. Geometria 3D de falhas de empurrão e dobras associadas como expressões da morfologia do descolamento basal: resultados de uma simulação computacional. *Revista Brasileira de Geociências* 34(3):295-302.
- STULL, R. Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science. 2017. Version 1.02b. 944p. Disponível em: [www.eoas.ubc.ca/books/Practical\\_Meteorology/](http://www.eoas.ubc.ca/books/Practical_Meteorology/)
- WMO -World Meteorological Organization (WMO-No. 8). Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation: Geneva, Switzerland, 2008. 681 p.
- AZEVEDO, U. R.; MACHADO, M.M.M.; CASTRO, P. T. A.; RENGIER, F. E.; TREVISOL, A.; & BEATO, D. A. C. 2012. Geoparque do Quadrilátero Ferrífero (MG). In Schobbenhaus, C., & Silva, C.R. (Orgs.), Geoparques do Brasil: propostas (p.p. 183-220). Rio de Janeiro: CPRM, 2012
- IBGE. Diretoria de Geodésia e Cartografia. Carta topográfica. Folha SF-23-X-A-III-3 – Itabirito. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.





## EQUIPE TÉCNICA






Nome	Documentos	Função
Milton Pereira Dias Junior	Geógrafo, CREA 107513/D /CTF 4472766	Coordenação Meio Físico
Flávia Daniela Moreira	Engenheira Ambiental, CREA 142092793-0/ CTF 8218176	Analista Ambiental
Julia Nunes Castro	Engenheira Geóloga, CREA 142119624-7/ CTF 8221487	Analista Ambiental
Samanda Meneses Portela Silva	Engenheira Ambiental, CREA 051044667-1/ CTF 8006825	Analista Ambiental
Flavio Scalabrini	Geógrafo, CREAMG:77799/D – CTF 503878	Analista Ambiental



**ANEXO I – FICHAS DE CAMPO COM REGISTRO FOTOGRÁFICO (GEOLOGIA,  
GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA)**




---

						Trabalho de campo	
Nome do ponto:	P01			Coordenada		Datum	Elevação (m)
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG			E	S		
Data:	30/11/2022			596570	7777627	SIRGAS2000	1058
Observações Gerais							
Ponto na Lagoa Azul.							
Geologia	Descrição						
Formação Batatal Grupo Caraça	Ponto de localização da Lagoa Azul						
Pedologia	Descrição						
RLd - Neossolo Litólico Distrófico	Ponto de localização da Lagoa Azul.						
Geomorfologia	Descrição						
Domínio Montanhoso	Relevo levemente inclinado.						
Acervo Fotográfico							
							
Foto 1: Lagoa Azul				Foto 2: Lagoa Azul			
							
Foto 3: Relevo no entorno da Lagoa Azul							

		Trabalho de campo			
Nome do ponto:	P02	Coordenada		Datum	Elevação (m)
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG	E	S		
Data:	30/11/2022	596684	7777633	SIRGAS2000	1057
Observações Gerais					
Ponto próximo ao vertedouro pertencente à Vale e drenagem.					
Geologia	Descrição				
Formação Moeda Grupo Carajá	A geologia da Formação Moeda é formada por quartzitos, quartzitos sericiticos, filitos e metaconglomerados. Na área há poucos afloramentos em bom estado, apresentando-se em um grau moderado/alto de alteração.				
Pedologia	Descrição				
CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Solo moderadamente desenvolvido, constituído também por material proveniente da rocha formadora e de materiais inconsolidados (podendo ser produto do transporte). Solo com coloração marrom avermelhado.				
Geomorfologia	Descrição				
Domínio Montanhoso	Relevo com declividade moderadamente inclinada.				
Acervo Fotográfico					
					
Foto 1: Afloramento alterado		Foto 2: Afloramento alterado			
					
Foto 3: Afloramento alterado		Foto 4: Afloramento alterado			



 Trabalho de campo					
Nome do ponto:	P03	Coordenada		Datum	Elevação (m)
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG	E	S		
Data:	30/11/2022	596546	7777730	SIRGAS2000	1077
Observações Gerais					
Ponto localizado próximo da Lagoa Azul.					
Geologia	Descrição				
Formação Batatal Grupo Caraça	Afloramento in situ ao longo da estrada de acesso. A rocha possui um moderado grau de alteração				
Pedologia	Descrição				
RLd - Neossolo Litólico Distrófico	Solo pouco evoluído, constituído por material proveniente da rocha geradora.				
Geomorfologia	Descrição				
Domínio Montanhoso	Relevo levemente inclinado.				
Acervo Fotográfico					
					
Foto 1: Afloramento			Foto 2: Afloramento		

 Trabalho de campo					
Nome do ponto:	P04		Coordenada		
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG		E	S	Datum
Data:	30/11/2022		596647	7777380	SIRGAS2000
Observações Gerais					
Ponto próximo ao portão de acesso a área da Lagoa Azul.					
Geologia	Descrição				
Suíte Souza Noschese Complexo Bonfim	Afloramento com uma rocha fanerítica com coloração clara, acinzentada. Nesse ponto há poucos afloramentos, a rocha possui um grau de alteração e, assim, apresenta uma coloração roséa.				
Pedologia	Descrição				
CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Solo moderadamente desenvolvido, possui uma abrangência significativa no entorno do ponto. Solo com coloração marrom acinzentado.				
Geomorfologia	Descrição				
Domínio de Morros e de Serras Baixas	Relevo mais suave, a região é mais plana quando comparado ao restante dos pontos a montante.				
Acervo Fotográfico					
					
Foto 1: Ponto pertencente ao Complexo Bonfim			Foto 2: Ponto pertencente ao Complexo Bonfim		








						Trabalho de campo	
Nome do ponto:	P05			Coordenada		Datum	Elevação (m)
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG			E	S		
Data:	29/11/2022			596843	7777005	SIRGAS2000	994
Observações Gerais							
Ponto na ADA - Bota Fora.							
Geologia	Descrição						
ECA	Material transportado devido a interferência antrópica na área. Maior parte de material possui fragmentos de rocha da formação Cauê. Em sua grande maioria a canga apresenta-se em estado inconsolidado.						
Pedologia	Descrição						
CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico	do principalmente por material proveniente da rocha formadora. Apresenta um horizonte de solo com presença de material						
Geomorfologia	Descrição						
Domínio de Morros e de Serras Baixas	Relevo aplainado, mais regular. No ponto ocorreu intervenção antrópica.						
Acervo Fotográfico							
							
Foto 1: Área de Intervenção				Foto 2: Área de Intervenção			
							
Foto 3: Área de Intervenção				Foto 4: Área de Intervenção			





Foto 5: Ocorrência de Canga



Foto 6: Ocorrência de Canga



Foto 7: Perfil de solo



Foto 8: Perfil de solo



Foto 9: Perfil de solo



Foto 10: Ocorrência de canga





Foto 13: Relevo



Foto 14: Presença da canga



Foto 15: Relevo



Foto 16: Relevo



Foto 17: Relevo



Foto 18: Relevo




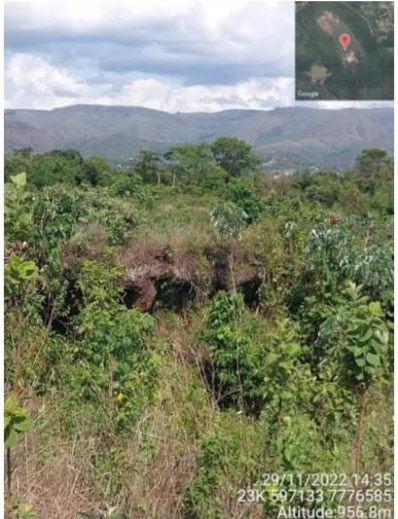



					Trabalho de campo	
Nome do ponto:	P06		Coordenada		Elevação (m)	
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG		E	S		
Data:	29/11/2022		597243	7776470	941	
Observações Gerais						
Ponto na ADA - Canteiro de obra.						
Geologia	Descrição					
ECA	Material transportado devido a interferência antrópica na área. Maior parte de material possui fragmentos de rocha da formação Cauê. Em sua grande maioria a canga apresenta-se em estado consolidado.					
Pedologia	Descrição					
CXbd - Cambissolo Hápico Tb Distrófico	Instituído principalmente por material proveniente da rocha formadora (material transportado e inconsolidado). Apresenta u					
Geomorfologia	Descrição					
Domínio de Morros e de Serras Baixas	Relevo aplainado, mais regular. No ponto ocorreu intervenção antrópica.					
Acervo Fotográfico						
 <p>29/11/2022 14:35 23K 597433 7776585 Altitude: 956.8m</p>			 <p>29/11/2022 14:48 23K 597243 7776462 Altitude: 939.1m</p>			
Foto 1: Afloramento			Foto 2: Capa de canga e perfil de solo			
 <p>29/11/2022 14:44 23K 597243 7776462 Altitude: 939.3m</p>			 <p>29/11/2022 14:44 23K 597242 7776469 Altitude: 940.7m</p>			
Foto 3: Capa de canga e perfil de solo			Foto 4: Capa de canga e perfil de solo			





Foto 5: Capa de canga e perfil de solo



Foto 6: Área de intervenção



Foto 7: Área de intervenção



Foto 8: Área de intervenção





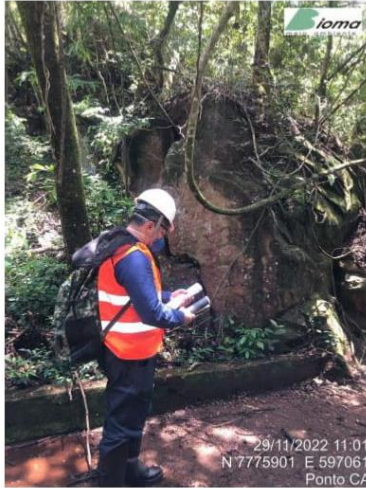
 Trabalho de campo				
Nome do ponto:	P07	Coordenada		Elevação (m)
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG	E	S	
Data:	29/11/2022	597097	7775947	896
Observações Gerais				
Ponto na extremidade jusante da canalização. Vegetação mais desenvolvida comparando-se com o ponto P08, de menor altitude.				
Geologia	Descrição			
Suíte Souza Noschese Complexo Bonfim	Rocha máfica com considerado grau de alteração, de colocação rosa amarelada. Poucos afloramentos da rocha.			
Pedologia	Descrição			
CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Solo bem desenvolvido com coloração marrom avermelhado.			
Geomorfologia	Descrição			
Domínio de Morros e de Serras Baixas	Relevo com declividade acentuada devido a presença da drenagem próximo ao Dique de Concreto.			
Acervo Fotográfico				
				
Foto 1: Afloramento		Foto 2: Afloramento		
				
Foto 3: Afloramento próximo à canalização		Foto 4: Afloramento próximo à canalização		





Foto 5: Afloramento próximo à canalização




					
Trabalho de campo					
Nome do ponto:	P08		Coordenada		
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG		E	S	Datum
Data:	29/11/2022		597084	7775986	SIRGAS2000
Elevação (m)					
901					
Observações Gerais					
Vegetação rasteira.					
Geologia	Descrição				
Suíte Souza Noschese Complexo Bonfim	Afloramento de grande porte, bem conservado. Maior presença de minerais félsicos do que minerais máficos. Rocha fanerítica, quartzo-feldspáticas com coloração cinza				
Pedologia	Descrição				
CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Pouca presença de solo, sendo pouco desenvolvido.				
Geomorfologia	Descrição				
Domínio de Morros e de Serras Baixas	Relevo bem arredondado marcado principalmente pelo afloramento.				
Acervo Fotográfico					
 <p>29/11/2022 11:39 N 7775958 E 597089</p>			 <p>29/11/2022 11:39 N 7775958 E 597089</p>		
Foto 1: Afloramento			Foto 2: Afloramento		
 <p>29/11/2022 11:39 N 7775988 E 597082</p>			 <p>29/11/2022 11:39 N 7775983 E 597073 Ponto CA-2</p>		
Foto 3: Litologia do afloramento			Foto 4: Vegetação e relevo		



Foto 5: Vegetação e relevo



Foto 6: Vegetação e relevo




Foto 7: Vegetação e relevo



Foto 8: Vegetação e relevo



 Trabalho de campo					
Nome do ponto:	P09	Coordenada		Datum	Elevação (m)
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG	E	S		
Data:	30/11/2022	597168	7777828	SIRGAS2000	1171
Observações Gerais					
Não há muitos afloramentos, os perfis apresentam um produto de intemperismo da rocha formadora. A vegetação é de médio porte.					
Geologia	Descrição				
Formação Cauê Grupo Itabira	A maior parte dos afloramentos no ponto se dá pela presença de canga e material inconsolidado (podendo ser produto de transporte).				
Pedologia	Descrição				
CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Solo pouco desenvolvido, possui fragmentos de rocha e apresenta características da rocha formadora (Fm Cauê). Coloração marrom-avermelhada.				
Geomorfologia	Descrição				
Domínio Montanhoso	Relevo mais suave, localizado na encosta da Serra. Apresenta ondulações ao longo da área.				
Acervo Fotográfico					
					
Foto 1: Perfil de solo e canga			Foto 2: Afloramento e relevo		
					
Foto 3: Relevo			Foto 4: Relevo		



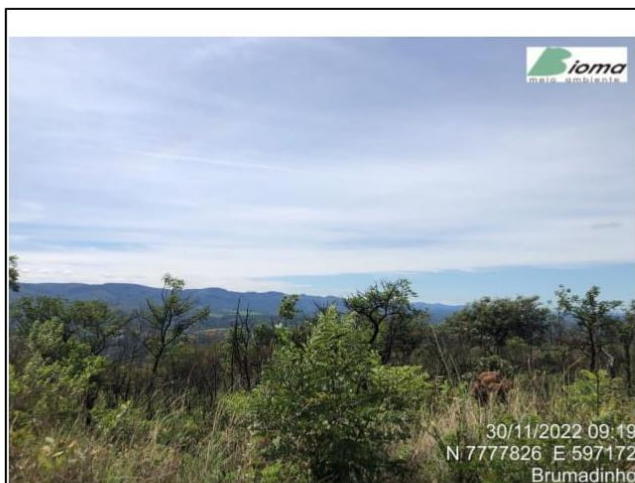






Foto 3: Relevo



Foto 4: Localização da subestação Jangada - CEMIG

 Trabalho de campo					
Nome do ponto:	P10	Coordenada		Datum	Elevação (m)
Localização	Mina Jangada - Brumadinho/MG	E	S		
Data:	30/11/2022	597246	7777931	SIRGAS2000	1162
Observações Gerais					
Ponto localizado próximo do P09.					
Geologia	Descrição				
Formação Cauê Grupo Itabira	Afloramento das rochas pertencentes à Formação Cauê, itabirito alterado por intemperismo, mas apresentando estratificações.				
Pedologia	Descrição				
CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Solo pouco desenvolvido, possui e apresenta características da rocha formadora (Fm Cauê). Coloração marrom-avermelhada. O topo é marcado por um maior grau de alteração.				
Geomorfologia	Descrição				
Domínio Montanhoso	Relevo mais suave, localizado na encosta da Serra. Apresenta ondulações ao longo da área.				
Acervo Fotográfico					
					
Foto 1: Afloramento			Foto 2: Afloramento		
					
Foto 1: Afloramento					

## ANEXO II - ESPELEOLOGIA

**Tabela 15:** Pontos amostrais da prospecção espeleológica do site de mina de Jangada, EIA/RIMA, obras de descaracterização do Dique de Concreto, 2022

PT	COORDENADAS (GPS) (UTM) (+-5m)		AZIMUTE DA FOTO	DESCRIÇÃO
1	7.775.864	597.141	W	Relevo inclinado no leito do Córrego Capim Branco, onde se observa o encaixamento da drenagem com piso de paredes laterais em rocha cobertos por vegetação.
2	--	--	NW	Pios em rocha no leito do Córrego Capim Branco logo após o dique de concreto.
3	7.775.841	596.654	NE	Porção extrema oeste do dique de concreto, fora do buffer de 250m (AID). Afloramento no piso do embasamento cristalino, provável granitóide.
4	7.775.745	597.187	W	Leito do Ribeirão Casa Branca com vista para jusante; afloramentos de rocha.
5	7.775.745	597.187	W	Leito do Ribeirão Casa Branca com vista para jusante; afloramentos de rocha.
6	--	--	W	Leito do Ribeirão Casa Branca com vista para jusante; afloramentos de rocha.
7	7.775.747	597.200	NW	Visão do aspecto da Mata Atlântica densa recorrente na área do dique de concreto.
8	--	--	-	Visão do aspecto da Mata Atlântica densa recorrente na área do dique de concreto.
9	--	--	--	Visão do aspecto da Mata Atlântica densa recorrente na área do dique de concreto.
10	--	--	--	Visão do aspecto da Mata Atlântica densa recorrente na área do dique de concreto ao lado de pequeno paredão rochoso.
11	--	--	--	Visão do aspecto da Mata Atlântica densa recorrente na área do dique de concreto.
12	--	--	N	Visão da saída da água do extravasador de águas do dique de concreto e estruturas do dique no fundo.
13	--	--	N	Vista para norte do paredão rochoso comumente encontrado no leito do Córrego Capim Branco.
14	7.776.083	597.162	NW	Armadilha para captura de animais silvestre em meio a mata densa.
15	--	--	NE	Mata densa em afloramento rochoso.
16	7.775.987	597.071	S	Rocha aflorante que localizasse ao lado do dique de concreto e facilmente observado em imagem orbital. De dimensões decamétricas e altura aproximada de 7m e constituído de rocha do embasamento cristalino.
17	7.776.060	596.779	NE	Rocha exposta no piso.
18	7.775.988	596.764	SW	Porção do relevo com vegetação queimada, solo em meio a rocha.
19	7.775.970	597.050	SE	Rocha aflorante logo ao lado do dique de concreto e ao lado do corrimão de acesso ao mesmo.
20	7.775.917	597.057	N	Dique de Concreto.
21	7.775.924	597.063	SW	Dique de Concreto.
22	7.775.990	597.056	S	Paredão de rocha do afloramento localizado ao lado do dique de concreto e que se sobressai na imagem orbital.
23	7.775.982	597.046	SE	Paredão de rocha do afloramento localizado ao lado do dique de concreto e que se sobressai na imagem orbital.
24	7.776.256	596.812	SE	Vista da região do alto da Barragem de Capim Branco, localizada a montante do dique de concreto.



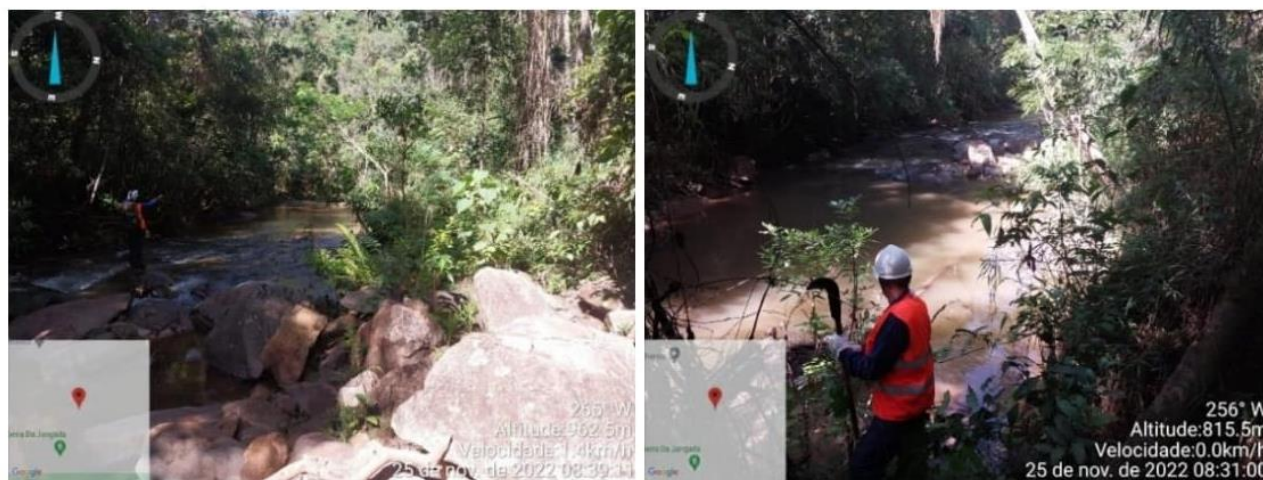
### ANEXO III - PRANCHA FOTOGRÁFICA SEGUNDO DESCRIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DA TABELA DO ANEXO I



**Figura 1:** Fotos dos pontos de monitoramento 1 e 2, respectivamente.

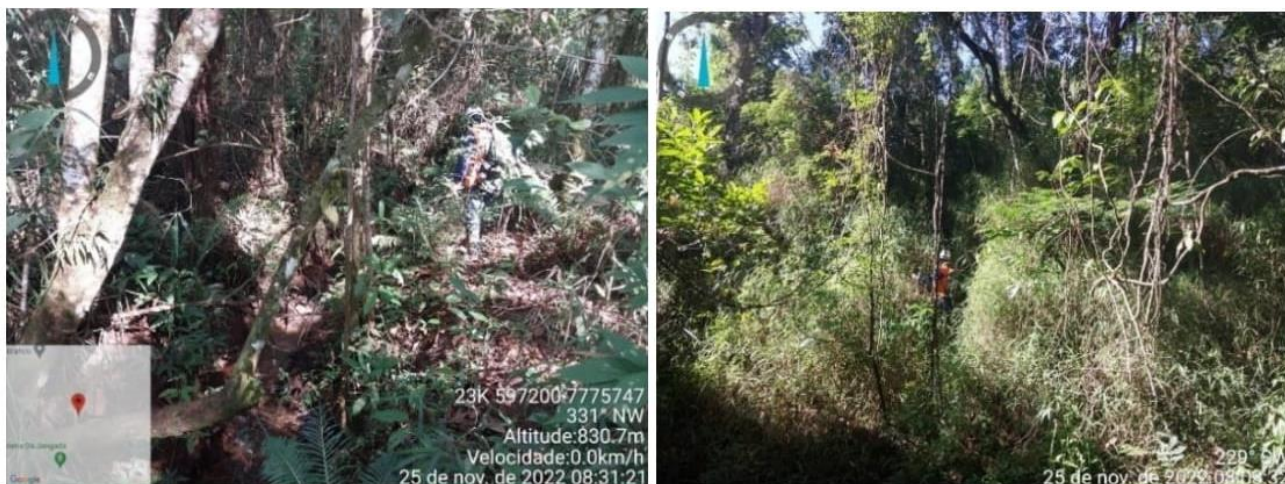


**Figura 2:** Fotos dos pontos de monitoramento 3 e 4, respectivamente.



**Figura 3:** Fotos dos pontos de monitoramento 5 e 6, respectivamente.





**Figura 4:** Fotos dos pontos de monitoramento 7 e 8, respectivamente.



**Figura 5:** Fotos dos pontos de monitoramento 9 e 10, respectivamente.



**Figura 6:** Fotos dos pontos de monitoramento 11 e 12, respectivamente.





**Figura 7:** Fotos dos pontos de monitoramento 13 e 14, respectivamente.



**Figura 8:** Fotos dos pontos de monitoramento 15 e 16, respectivamente.

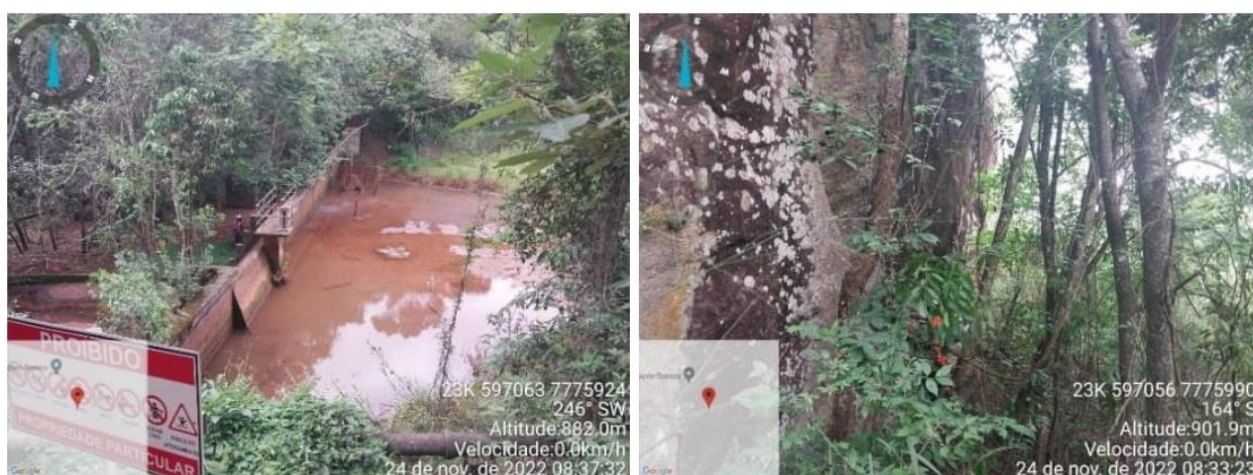


**Figura 9:** Fotos dos pontos de monitoramento 17 e 18, respectivamente.





**Figura 10:** Fotos dos pontos de monitoramento 19 e 20, respectivamente.



**Figura 11:** Fotos dos pontos de monitoramento 21 e 22, respectivamente.



**Figura 12:** Fotos dos pontos de monitoramento 23 e 24, respectivamente.