

BRUNA QUEIROZ DE SOUZA

**MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DE NASCENTES EM ÁREA DE
MINERAÇÃO DE BAUXITA NA SITUAÇÃO DE PRÉ-LAVRA NA ZONA DA MATA
MINEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias

**VIÇOSA, MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S729m Souza, Bruna Queiroz de, 1997-
2024 Monitoramento hidrológico de nascentes em área de
mineração de bauxita na situação de pré-lavra na Zona da Mata
mineira / Bruna Queiroz de Souza. – Viçosa, MG, 2024.
1 dissertação eletrônica (126 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Engenharia Florestal, 2024.

Referências bibliográficas: f. 70-75.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.679>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Hidrologia florestal. 2. Bacias hidrográficas - Zona da
Mata (MG : Mesorregião) - Manejo. 3. Minas e recursos
minerais - Zona da Mata (MG : Mesorregião) - Aspectos
ambientais. 4. Bauxita - Minas e mineração. I. Dias, Herly
Carlos Teixeira, 1965-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Engenharia Florestal. Programa de
Pós-Graduação em Ciência Florestal. III. Título.

GFDC adapt. CDD 634.9116

Bibliotecário(a) responsável: Euzébio Luiz Pinto CRB-6/3317

BRUNA QUEIROZ DE SOUZA

**MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DE NASCENTES EM ÁREA DE
MINERAÇÃO DE BAUXITA NA SITUAÇÃO DE PRÉ-LAVRA NA ZONA DA MATA
MINEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 09 de agosto de 2024.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **BRUNA QUEIROZ DE SOUZA**
Data: 14/10/2024 13:49:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Bruna Queiroz de Souza
(Autora)

Documento assinado digitalmente
 **HERLY CARLOS TEIXEIRA DIAS**
Data: 14/10/2024 14:48:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Herly Carlos Teixeira Dias
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser meu sustento e proteção, por me abençoar com a oportunidade e por me permitir conduzir o trabalho com sabedoria.

À minha família, especialmente meus pais, Jorge e Vivalda, e meus irmãos, Isabela e Jorge Luiz, que me apoiaram, incentivaram e são minha fonte de motivação e a razão da minha determinação e coragem.

Aos meus amigos que sempre estão ao meu lado como direção e estímulo.

Ao professor Herly Dias, que foi um orientador objetivo e assíduo.

Aos membros do LHF - Laboratório de Hidrologia Florestal - que sempre foram apoio e auxílio, especialmente Henrique, Augusto e Geraldo Machado.

Ao Departamento de Engenharia Florestal e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pela confiança e todo suporte.

À UFV - Universidade Federal de Viçosa - pelo acolhimento e experiências adquiridos desde a graduação e por ter sido minha casa durante seis anos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - pela concessão da bolsa de estudos.

À CBA - Companhia Brasileira de Alumínio - pela parceria e apoio financeiro.

Aos membros da banca pela disponibilidade e colaboração.

A todos que de modo direto ou indireto contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado e concluído.

RESUMO

SOUZA, Bruna Queiroz de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2024. **Monitoramento hidrológico de nascentes em área de mineração de bauxita na situação de pré-lavra na zona da mata mineira.** Minas Gerais. Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias.

O manejo e a gestão dos recursos hídricos se tornam imprescindíveis para lidar com a demanda de água e seus usos conflitantes. Nesse sentido, a Hidrologia auxilia no entendimento da interação da água com o ambiente e as bacias hidrográficas se apresentam como importante ferramenta de análise e unidade de planejamento. Por outro lado, é reconhecível que a economia brasileira é baseada em suas reservas minerais e a exploração de bauxita exige monitoramento do comportamento hidrológico nas áreas mineradas. Assim, este trabalho objetiva avaliar os efeitos da mineração de bauxita na vazão de nascentes em bacias hidrográficas localizadas nos depósitos Mirai, Zona da Mata Mineira, em situação de pré-lavra. Dessa forma, a área de estudo foi a unidade de mineração de Mirai, no Complexo de Juiz de Fora, e o trabalho monitorou quatro microbacias hidrográficas, selecionadas por critérios estabelecidos, quanto à pluviometria e ao regime de vazão, semanalmente durante um ano (dezembro/2022 a novembro/2023), além da qualidade da água no período de estiagem, chuvoso e pós chuvoso. Para o monitoramento da vazão, adotaram-se os métodos direto e do vertedor, em que o vertedor permitiu uma comparação com o método direto e um ajuste de equação pelo modelo polinomial. Ademais, foram realizadas análises físicas para melhor entendimento do comportamento da água no perfil do solo, como a taxa de infiltração da água no solo, umidade atual do solo e resistência mecânica do solo à penetração. Os resultados mostraram que as microbacias seguiram o esperado para a pluviometria quanto à sazonalidade da região, uma média de 1300 mm/ano. A vazão apresentou um padrão entre as nascentes, exceto a Nascente 1 que zerou no período de estiagem, e a maior vazão média anual foi atingida na Nascente 3, igual a 3,52 L/s. O vertedor se mostrou um método simples e eficaz de se operar. A qualidade da água indicou necessidade do monitoramento contínuo, pois no período chuvoso o Al dissolvido alterou na Nascente 1; a cor, E. coli, temperatura e pH extrapolaram na Nascente 3 e o fosfato esteve em desacordo com a legislação em todas as nascentes, o que pode ser justificado por uma possível contaminação biológica a partir das fezes de animais presentes no entorno dos olhos d'água. Por fim, as análises físicas não mostraram situação crítica para a degradação das microbacias.

Palavras-chave: Manejo de bacias hidrográficas; Vazão; Qualidade da água; Hidrologia florestal.

ABSTRACT

SOUZA, Bruna Queiroz de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2024. **Hydrological monitoring of springs in a bauxite mining area in the pre-mining situation in the Minas Gerais forest zone.** Minas Gerais. Adviser: Herly Carlos Teixeira Dias.

The management of water resources becomes essential to deal with the demand for water and its conflicting uses. In this sense, Hydrology helps to understand the interaction of water with the environment and watersheds are an important analysis tool and planning unit. On the other hand, it is recognized that the Brazilian economy is based on its mineral reserves and the exploration of bauxite requires monitoring of the hydrological behavior in the mined areas. Thus, this work aims to evaluate the effects of bauxite mining on the flow of springs in watersheds located in the Miraí deposits, Zona da Mata Mineira, in a pre-mining situation. The study area was the Miraí mining unit, in the Juiz de Fora Complex, and the work monitored four watersheds, selected by established criteria, pluviometry and flow regime, weekly for one year (December /2022 to November/2023), in addition to water quality during the dry, rainy and post-rainy periods. To monitor the flow, the direct and spillway methods were adopted, in which the spillway allowed a comparison with the direct method and an adjustment of the equation using the polynomial model. Furthermore, physical analyzes were carried out to better understand the behavior of water in the soil profile, such as the water infiltration rate into the soil, current soil moisture and mechanical resistance of the soil to penetration. The results showed that the watersheds followed the expected rainfall in terms of seasonality in the region, an average of 1300 mm/year. The flow showed a pattern between the springs, except for Spring 1, which dropped to zero during the dry period, and the highest average annual flow was reached at Spring 3, equal to 3.52 L/s. The spillway proved to be a simple and effective method to operate. Water quality indicated the need for continuous monitoring, as dissolved Al changed in Spring 1 during the rainy season; the color, E. coli, temperature and pH exceeded in Spring 3 and the phosphate was in disagreement with the legislation in all springs, which can be justified by a possible biological contamination from animal feces present around the springs. Finally, physical analyzes did not show a critical situation for the degradation of the watersheds.

Keywords: Watershed management. Flow. Water quality. Forest Hydrology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação dos divisores de água de uma bacia hidrográfica	13
Figura 2 - Representação do ciclo hidrológico	14
Figura 3 - Faixa de preservação no entorno de nascentes	16
Figura 4 - Curvas médias da variação dos parâmetros do IQA	19
Figura 5 - Pluviômetro instalado na área de estudo, Miraí, Minas Gerais, 2024	23
Figura 6 - Barragem construída na nascente para medição da vazão, São Sebastião da Vargem Alegre, 2024	24
Figura 7 - Chapa de metal galvanizado para construção do vertedor	25
Figura 8 - Corte da chapa de metal para construção do vertedor triangular	26
Figura 9 - Vertedor triangular instalado na nascente, Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2024	27
Figura 10 - Medição da lâmina de água do vertedor, Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2024	27
Figura 11 - Infiltrômetro Turf-Tec International	30
Figura 12 - Coleta de solo com um trado manual, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	31
Figura 13 - Amostra de solo deformada para análise de umidade atual, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	32
Figura 14 - Amostras de solo para análise de umidade, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	33
Figura 15 - Identificação e pesagem das amostras de solo, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	33
Figura 16 - Uso do penetrômetro no entorno da nascente, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	35
Figura 17 - Precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 1, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	37
Figura 18 - Precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	37
Figura 19 - Precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	38

Figura 20 - Precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 4, município de Miraí, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	38
Figura 21 - Vazão zerada na Nascente 1, Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2024	40
Figura 22 - Vazões médias mensais (L/s) observadas para a Nascente 1, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	41
Figura 23 - Vazões médias mensais (L/s) observadas para a Nascente 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	41
Figura 24 - Vazões médias mensais (L/s) observadas para a Nascente 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	42
Figura 25 - Vazões médias mensais (L/s) observadas para a Nascente 4, município de Miraí, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	42
Figura 26 - Ajuste do modelo polinomial com equações para os métodos direto e vertedor na Nascente 1, Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2024	44
Figura 27 - Ajuste do modelo polinomial com equações para os métodos direto e vertedor na Nascente 4, Miraí, Minas Gerais, 2024	44
Figura 28 - Distribuição dos dados na correlação de Pearson para vazão e precipitação das quatro microbacias, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	45
Figura 29 - Vazão média mensal (L/s) combinada com a precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 1, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	46
Figura 30 - Vazão média mensal (L/s) combinada com a precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	46
Figura 31 - Vazão média mensal (L/s) combinada com a precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	47
Figura 32 - Vazão média mensal (L/s) combinada com a precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 4, município de Miraí, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	47
Figura 33 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 1, ponto 1, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2023	53
Figura 34 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 1, ponto 2, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2023	53

Figura 35 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 1, ponto 3, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2023	54
Figura 36 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 2, ponto 1, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023	54
Figura 37 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 2, ponto 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023	55
Figura 38 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 2, ponto 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023	55
Figura 39 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 3, ponto 1, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023	56
Figura 40 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 3, ponto 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023	56
Figura 41 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 3, ponto 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023	57
Figura 42 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 4, ponto 1, município de São Sebastião da Miraí, Minas Gerais, 2023	57
Figura 43 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 4, ponto 2, município de São Sebastião da Miraí, Minas Gerais, 2023	58
Figura 44 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 4, ponto 3, município de São Sebastião da Miraí, Minas Gerais, 2023	58
Figura 45 - Distribuição da pressão (kPa) através da RMSP no perfil do solo e as profundidades (cm) nos pontos consecutivos, P1, P2 e P2 da Nascente 1, Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2024	63
Figura 46 - Distribuição da pressão (kPa) através da RMSP no perfil do solo e as profundidades (cm) nos pontos consecutivos, P1, P2 e P2 da Nascente 2, São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2024	64
Figura 47 - Distribuição da pressão (kPa) através da RMSP no perfil do solo e as profundidades (cm) nos pontos consecutivos, P1, P2 e P2 da Nascente 3, São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2024	65
Figura 48 - Distribuição da pressão (kPa) através da RMSP no perfil do solo e as profundidades (cm) nos pontos consecutivos, P1, P2 e P2 da Nascente 4, Miraí, Minas Gerais, 2024	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da água bruta quanto ao IQA	19
Tabela 2 - Precipitação anual acumulada (mm) para as microbacias de estudo, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	39
Tabela 3 - Resultado dos p-valores para o teste de diferença estatística entre médias (teste F de Graybill) da precipitação mensal (mm) das quatro microbacias estudadas nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	39
Tabela 4 - Vazões média, máxima e mínima (L/s) das microbacias observadas, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023	40
Tabela 5 - Resultado do IQA e sua classificação para as quatro microbacias, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, agosto/2023, janeiro/2024 e abril/2024	49
Tabela 6 - Velocidade de infiltração final (mm/h) para os três pontos analisados em cada uma das quatro microbacias, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	52
Tabela 7 - Teor de umidade atual do solo (%) nos três pontos das quatro microbacias, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	61
Tabela 8 - Resultado da pressão máxima e média nos pontos de análise da Resistência Mecânica do Solo à Penetração (RMSP), nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2023	62
Tabela 9 - Matriz do coeficiente Correlação de Pearson (r) para os dados pareados de vazão (L/s), precipitação (mm), RMSP (kPa), umidade atual do solo (%) e taxa de infiltração da água no solo (mm/h) nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2024	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Bacia hidrográfica	12
3.1.1 <i>Processos hidrológicos</i>	14
3.1.2 <i>Nascentes</i>	15
3.1.3 <i>Manejo integrado e gestão de bacias hidrográficas</i>	16
3.2 Qualidade da água	17
3.3 Mineração de bauxita	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Caracterização da área de estudo	20
4.1.1 <i>Microbacias hidrográficas de estudo</i>	21
4.2 Critérios de seleção das microbacias hidrográficas	21
4.3 Monitoramento hidrológico	22
4.3.1 <i>Pluviometria</i>	22
4.3.2 <i>Regime de vazão</i>	24
4.3.3 <i>Qualidade da água</i>	28
4.4 Análises físicas	29
4.4.1 <i>Taxa de infiltração de água no solo</i>	29
4.4.2 <i>Umidade do solo</i>	30
4.4.3 <i>Resistência mecânica do solo à penetração</i>	34
4.5 Análise estatística	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Monitoramento hidrológico	36
5.1.1 <i>Pluviometria</i>	36
5.1.2 <i>Regime de vazão</i>	39
5.1.3 <i>Vazão e precipitação</i>	45
5.1.4 <i>Qualidade da água</i>	49
5.2 Análises físicas	51
5.2.1 <i>Taxa de infiltração da água no solo</i>	51
5.2.2 <i>Umidade atual do solo</i>	60
5.2.3 <i>Resistência mecânica do solo à penetração</i>	62
5.2.4 <i>Análise dos resultados de taxa de infiltração da água no solo, umidade atual do solo e RMSD</i>	67
6. CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	70

1. INTRODUÇÃO

A demanda por água exige um manejo e gestão adequados a fim de minimizar o acontecimento de eventos extremos, bem como manter o bom desempenho dos ecossistemas a partir do conhecimento sobre o comportamento das águas. Nesse sentido, a Hidrologia é a ciência que estuda e analisa a água na Terra, como a sua ocorrência e distribuição, suas propriedades e seu ciclo, a relação e a interação com o ambiente (Collischonn e Dornelles, 2015).

O ciclo hidrológico é um fenômeno importante para a compreensão da circulação da água na superfície terrestre e as bacias hidrográficas se tornam fundamentais para a sua análise física. De acordo com Silveira (2004), uma bacia hidrográfica pode ser conceituada como um sistema físico em que as entradas são pela precipitação, as saídas pelo escoamento e as perdas intermediárias se dão pela evaporação, transpiração e infiltração. Com isso, as bacias como um sistema dinâmico podem ser ferramenta básica para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, já que integram a água ao meio físico, biótico e social (Brasil, 1997; Souza, 2013; Tucci, 2004).

A conjuntura econômica do Brasil se deve substancialmente às suas reservas minerais, como no caso da bauxita que representa a quarta maior em escala mundial. No ano de 2018, o Brasil produziu 32 milhões de toneladas de minério e atualmente participa em cerca de 36% do setor comercial brasileiro, o que reflete em 4% do Produto Interno Bruto nacional (PIB) (Revista Alumínio, 2019).

Nesse contexto, a exploração mineral é uma realidade ambientalmente impactante, pois envolve a supressão de vegetação, abertura de minas e estradas, atividade da lavra, exposição do solo e do minério. Dessa maneira, a água é um recurso essencial nesses processos, a qual é utilizada como insumo na extração e no beneficiamento, além de ser parâmetro essencial na reconformação e reabilitação do solo. Assim, a mineração é executada a nível de bacias ou microbacias hidrográficas, a fim de explorar e reabilitar de modo sustentável. Esse é o caso das jazidas de bauxita situadas na região de Mirai - MG, onde estão os depósitos do minério conhecidos como “Complexo de Juiz de Fora” (Freitas, 2018; Lopes e Carvalho, 1990).

Diante do cenário apresentado, é relevante o acompanhamento e avaliação do comportamento hidrológico nas áreas de exploração de bauxita, visto que há relação direta com os recursos hídricos e influenciam na gestão das águas. Nesse sentido, este trabalho pretende responder sobre a influência da mineração na vazão de nascentes.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos da mineração de bauxita na vazão de nascentes em bacias hidrográficas localizadas nos depósitos Mirai, Zona da Mata Mineira, em situação de pré-lavra.

2.2 Objetivos específicos

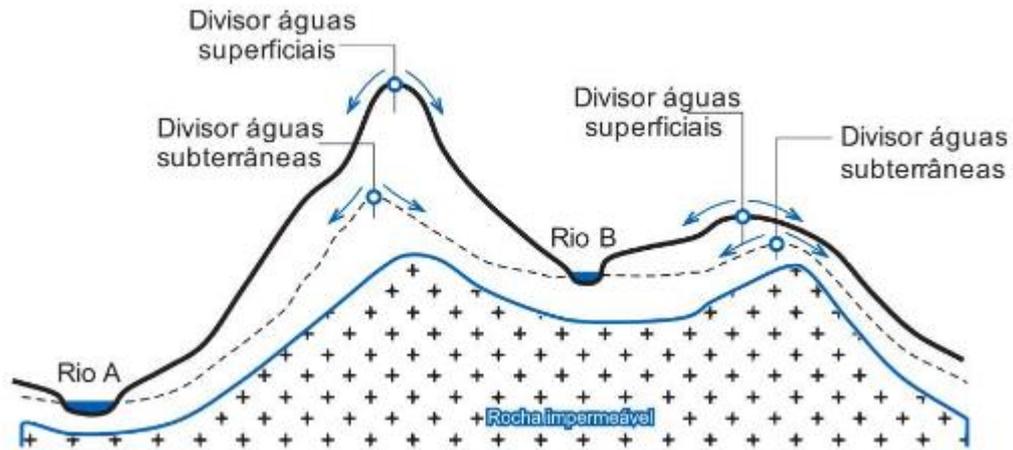
- Selecionar quatro microbacias hidrográficas em situação de pré-lavra de mineração de bauxita;
- Monitorar as microbacias semanalmente a partir de análises de vazão de nascentes e pluviometria;
- Reunir dados para formar um banco com informações da vazão de nascentes pré mineração de bauxita;
- Indicar três microbacias para o monitoramento automatizado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bacia hidrográfica

As bacias hidrográficas são sistemas físicos caracterizados por suas vertentes e pela rede de drenagem, em que a área de captação recebe as entradas pelo volume de água precipitado e direciona as saídas (volume de água escoado) para um ponto único, conhecido como exutório. Existem ainda os participantes intermediários do ciclo hidrológico, como no caso da infiltração, evaporação, interceptação pela cobertura vegetal e transpiração. A partir da determinação de um curso d'água, há também a definição de uma bacia hidrográfica, a qual transforma os eventos de entrada concentrados no tempo em eventos de saída distribuídos no tempo, ou seja, a precipitação em escoamento (Silveira, 2004; Collischonn e Dornelles, 2015).

O conceito de bacia hidrográfica pode ser expandido a uma unidade geográfica natural que teve a formação de seus limites, os divisores de água, pelo escoamento das águas ao longo do tempo e resultou numa interação com os demais recursos naturais, como representado na Figura 1. Essa compartimentação da bacia hidrográfica permite a drenagem da água de entrada para um curso d'água principal e seus afluentes. Desse modo, as bacias de captação ou bacias de drenagem são entendidas como coletoras das águas pluviais que as drenam até a saída, denominada foz (Santana, 2003).



Fonte: adaptado de Collischonn e Dornelles, 2015.

Figura 1 - Representação dos divisores de água de uma bacia hidrográfica

As bacias hidrográficas estão entre as regiões hidrológicas e são objetos de estudo considerados simples quando se trata de balanço hídrico. A delimitação das bacias pode ainda acontecer por limites políticos, limites topográficos ou de forma arbitrária, mas especificada. Estes limites são os divisores de água, os quais normalmente unem os pontos de maior cota do terreno. Como visto na Figura 1, existem também os divisores freáticos, ou divisores subterrâneos, que limitam os reservatórios de água subterrânea e são determinados pela estrutura geológica da região (Villela e Mattos, 1975).

É importante ainda, conhecer a conceituação de microbacia e sub-bacia, pois são áreas em que as perturbações são iniciadas, portanto mais fragilizadas (Teodoro, 2007). Dessa forma, entende-se como microbacia a menor unidade de um ecossistema que permite observação dos fatores bióticos e abióticos numa área geográfica delimitada pelos divisores de água que compreendem pequenos tributários numa área de até 10.000 ha (Mosca, 2003; Faustino, 1996). No caso das sub-bacias, elas são as subdivisões das bacias hidrográficas em ordem hierárquica a depender do curso d'água principal, de área total entre 20.000 e 30.000 ha (Santana, 2003; Martins et al, 2005).

A interação da água com a bacia hidrográfica é influenciada principalmente por fatores como o solo, o clima e a vegetação. Já o movimento da água pela bacia é dado por sua caracterização, preceituada pelos fatores morfométricos. A morfometria de uma bacia hidrográfica está relacionada ao relevo e às variáveis como a área de drenagem, declividade, comprimento do rio principal e sua forma, circular ou alongada (Collischonn e Dornelles, 2015).

3.1.1 Processos hidrológicos

Os processos hidrológicos acontecem dentro do ciclo hidrológico, que é um sistema fechado quando visto em escala global, mas se divide em sub-ciclos na visão regional. O ciclo é regido pela energia do sol que aquece a superfície terrestre e provoca a evaporação da água superficial e a evapotranspiração da água encontrada no solo, pelas plantas. A seguir, o vapor de água é condensado e transformado em nuvens, o qual se precipita em condições ideais e volta à superfície. Esse retorno pode ser infiltrado no solo e criar um fluxo subterrâneo que abastece os aquíferos, ou pode ser escoado sobre o solo até chegar em um curso d'água, o que é visto na Figura 2 (Collischonn e Dornelles, 2015).



Fonte: adaptado de Collischonn e Dornelles, 2015.

Figura 2 - Representação do ciclo hidrológico

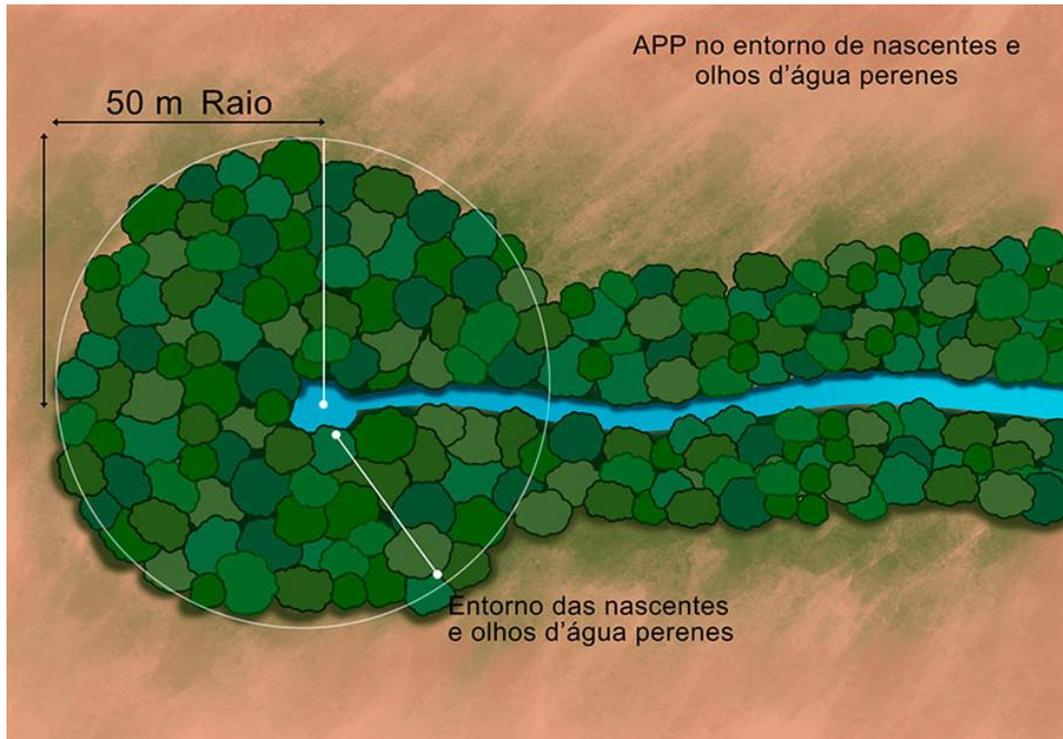
Existe uma relação direta entre a água e o solo, em que os solos propícios à infiltração da água precipitada apresentam características como uma boa estruturação, altos teores de matéria orgânica e a presença de cobertura vegetal. Isso reflete no abastecimento das camadas profundas do solo até que o lençol freático seja alcançado e, assim, dê origem às fontes de água, as nascentes, que são dotadas de água em qualidade e vazão estável. Além disso, a infiltração da água no solo acontece por meio do fluxo subsuperficial da água que é regido pelo conjunto de fatores: solo, rochas, relevo e vegetação. Por isso, as áreas de recarga, que são as áreas de infiltração, são fundamentadas pela cobertura vegetal da bacia hidrográfica contribuinte (Santana, 2003).

3.1.2 Nascentes

As nascentes são um afloramento de água que acontece na superfície do solo a partir do armazenamento contido no lençol freático ou por meio de um rio subterrâneo. Desse modo, elas são conhecidas como a fonte de água que dá origem aos lagos ou aos cursos d'água, como os rios e ribeirões. Em geral, as nascentes proveem água de boa qualidade e de forma ininterrupta, mas que apresentam variações em sua vazão de acordo com o período do ano hidrológico e os fatores hidrogeológicos. Assim, o principal processo hidrológico para o abastecimento dos aquíferos é a infiltração de água no solo, a qual alimenta as águas subterrâneas e permite o posterior aparecimento das nascentes em superfícies de encostas ou depressões (Leal et al., 2017).

Existe uma classificação de nascentes, em que podem ser encontradas as perenes, intermitentes ou efêmeras. As nascentes perenes são aquelas de fluxo contínuo e presentes em qualquer momento do ano hidrológico; já as nascentes intermitentes são temporárias e só aparecem no período chuvoso, e as nascentes efêmeras surgem apenas durante as chuvas e duram pouco tempo (dias ou horas). Há também uma classificação quanto à formação das nascentes, como no caso dos olhos d'água que são o afloramento do lençol freático propriamente dito. As nascentes de encosta são vistas em terreno inclinado ou em contato com uma camada rochosa sem o acúmulo inicial de água, diferente das nascentes difusas que acontecem pela interceptação do aquífero ou do lençol freático com a superfície que forma um escoamento espalhado numa área consideravelmente maior, identificadas como veredas. Por fim, as nascentes de fundo de vale são originadas por rios subterrâneos que afloram numa parte rasa e mais aplainada do terreno (Leal et al., 2017; Calheiros, 2004).

As nascentes ou olhos d'água são conceituados e resguardados pela Lei nº 12.651/2012, a qual dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e é conhecida também como Novo Código Florestal. Além disso, a legislação compreende essas áreas como APPs - Áreas de Preservação Permanente - onde são protegidas com a função de preservar os recursos hídricos, a biodiversidade e assegurar o bem-estar das populações, cobertas ou não por vegetação nativa. Além disso, a APP se estende também ao entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes até uma faixa de raio mínimo igual a 50 m, independentemente da situação topográfica, como observado na Figura 3 (Brasil, 2012).



Fonte: adaptado de Pé Vermelho Ambiental, 2017.

Figura 3 - Faixa de preservação no entorno de nascentes

3.1.3 Manejo integrado e gestão de bacias hidrográficas

A gestão de bacias hidrográficas é um instrumento importante para o desenvolvimento sustentável e quando as próprias bacias são adotadas como unidades de estudo, há um melhor planejamento e entendimento sobre a integração dos recursos naturais, sociais e econômicos, além de ser mais fácil a identificação de impactos e degradação ambiental. Assim, é possível estabelecer os limites de aptidão agrícola, delinear medidas de prevenção e mitigação de impactos e indicar práticas e técnicas de manejo integrado de bacias hidrográficas (Santana, 2003).

O manejo e gestão de recursos hídricos, em especial de bacias hidrográficas, estão fundamentados na Lei 9.433/1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos, também conhecida como Lei das Águas. Esta legislação se baseia em princípios como os de que a água é um bem de domínio público e um recurso natural limitado, o uso prioritário é ao consumo humano em caso de escassez, o uso múltiplo da água deve ser proporcionado pela gestão de recursos hídricos e, de suma importância, as bacias hidrográficas devem ser adotadas como

unidade territorial na implementação da PNRH a partir de uma gestão descentralizada e com participação do Poder Público e da sociedade (Brasil, 1997).

Dentre os objetivos da PNRH, estão a segurança à disponibilidade hídrica às gerações, o uso racional dos recursos hídricos, a prevenção contra eventos hidrológicos extremos e o incentivo ao aproveitamento de águas pluviais. Nesse sentido, uma das principais diretrizes dessa política está relacionada à gestão integrada dos recursos hídricos, isso envolve a gestão ambiental e o planejamento do manejo de bacias hidrográficas. Assim, é possível harmonizar a realidade da bacia com o desenvolvimento social, a fim de fornecer qualidade de vida e conservação dos recursos naturais (Brasil, 1997; Piroli, 2022).

O adequado manejo das bacias hidrográficas garante a preservação e o fornecimento de água em qualidade e quantidade. A qualidade da água é mantida quando está livre de poluição por produtos químicos, matéria orgânica ou qualquer resíduo decorrente de atividade que comprometa a saúde humana, animal e ambiental. Ademais, é desejável que as nascentes e os cursos d'água de uma bacia forneçam água com a menor variação de vazão ao longo do tempo, ou seja, com quantidade bem distribuída no ano (Calheiros et al., 2004).

Atualmente, os maiores impactos que degradam as nascentes e os cursos d'água de uma bacia hidrográfica estão entre a poluição, o desmatamento e o rebaixamento dos níveis de água subterrânea. Dessa maneira, a disponibilidade de água está estritamente ligada às técnicas de preservação e recuperação ambiental, que incluem mananciais e olhos d'água, como a recomposição de mata ciliar e o reflorestamento, o cercamento que respeite a Área de Proteção Permanente, o não lançamento de efluentes não tratados, a educação ambiental e o uso sustentável das áreas adjacentes (WWF Brasil, 2007).

3.2 Qualidade da água

A qualidade de uma água se deve inicialmente às características que a compõe e aos parâmetros que determinam as substâncias nela presente. E para além disso, a qualidade da água é também influenciada pelas condições naturais e pelo uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Por outro lado, a qualidade de uma água existente pode ser diferente da qualidade desejável a uma água, a qual é baseada em função de um uso previsto, como por exemplo o uso industrial ou consumo humano (von Sperling, 2005).

A água como recurso hídrico é entendida como um bem econômico, empregado a usos múltiplos, como abastecimento humano, dessedentação de animais e produção de energia.

Entretanto, a divergência entre a oferta e a demanda faz desses usos como conflitantes. Por esse motivo, recomenda-se o uso racional da água junto da preservação de sua qualidade e controle da poluição (Bastos, 2013).

As características que inferem a qualidade da água são formadas pelos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Para o caso do abastecimento humano, o Índice de Qualidade da Água (IQA) é um critério utilizado para a avaliação da qualidade indicada a esse uso previsto. O IQA é constituído por nove parâmetros que recebem seu valor de qualidade (q) e um peso relativo (w) à sua importância. Dessa forma, os parâmetros são: DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), pH, coliformes termotolerantes, Nitrogênio total, Fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e OD (Oxigênio Dissolvido). Assim, a qualidade da água pode ser classificada conforme mostram os gráficos da Figura 4, a Equação 1 e a Tabela 1.

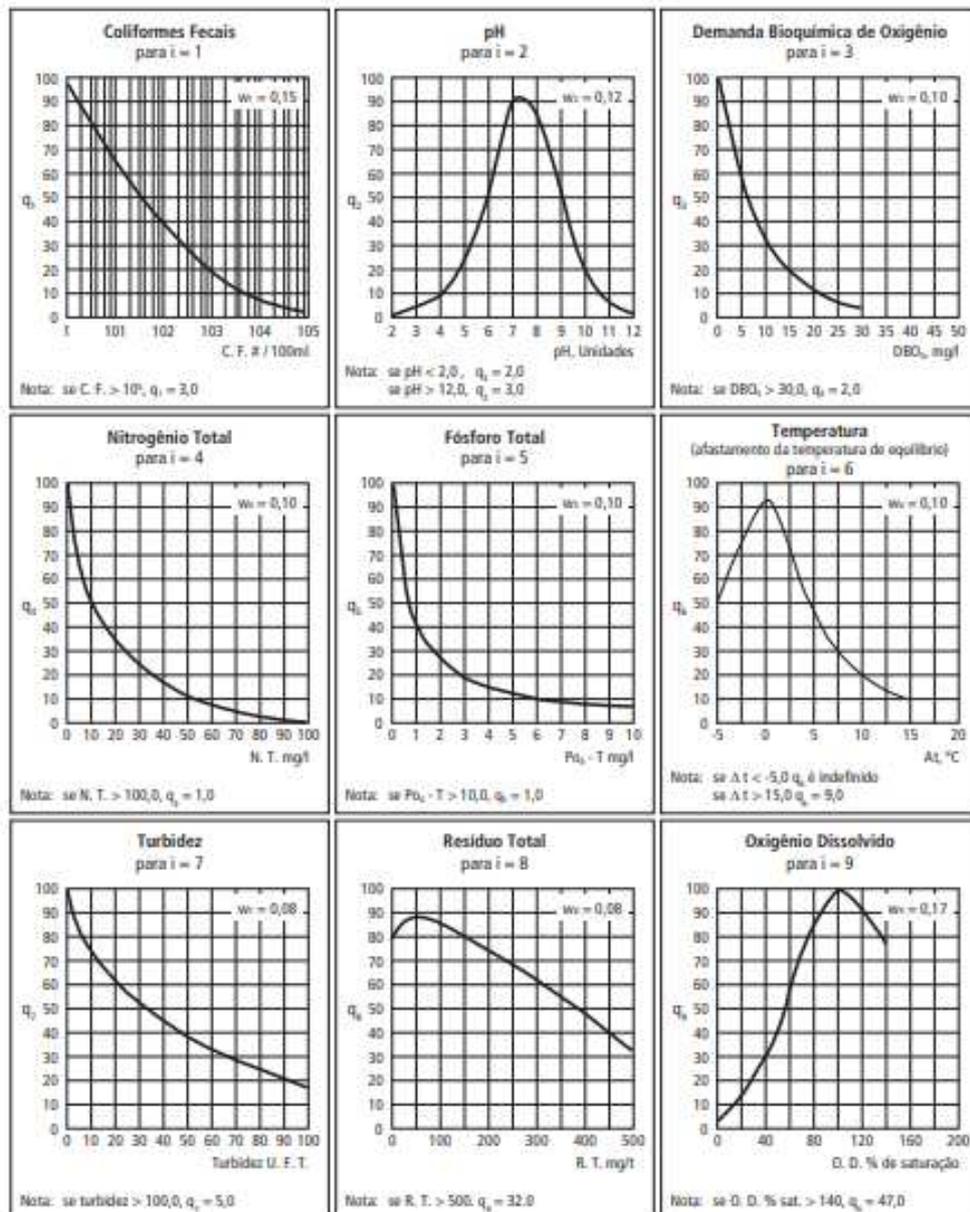
$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i w_i \quad (1)$$

Em que:

IQA = Índice de Qualidade da Água (entre 0 e 100);

q_i = Qualidade do i -ésimo parâmetro (entre 0 e 100);

w_i = Peso correspondente ao i -ésimo parâmetro (entre 0 e 1).



Fonte: adaptado de CETESB, 2013.

Figura 4 - Curvas médias da variação dos parâmetros do IQA

Tabela 1 - Classificação da água bruta quanto ao IQA

IQA	Qualidade
80 - 100	Ótima
52 - 79	Boa
37 - 51	Aceitável
20 - 36	Imprópria para tratamento convencional
0 - 19	Imprópria

Fonte: Bastos, 2013.

3.3 Mineração de bauxita

As reservas de bauxita no Brasil apresentam alta qualidade e são encontradas com abundância. As suas jazidas seguem um ciclo que se inicia pela prospecção e continua com a pesquisa mineral; delineamento da jazida; planejamento de lavra, a qual é processada a céu aberto pelo método de tiras (*strip mining*); produção da bauxita; beneficiamento, até que se conclua com a recuperação ambiental e descomissionamento. Dessa forma, é importante que o aproveitamento econômico do minério esteja em consonância com as legislações ambientais brasileiras (ABAL, 2017).

Para a mineração de bauxita é necessário que sejam retirados o solo orgânico (*topsoil*) e a camada de estéril (solo sem valor econômico), para que se alcance a camada de interesse, a cerca de 20 cm da superfície. Assim, fica evidente o quão impactante pode ser essa atividade ao ambiente, porém a mineração de bauxita responsável usa e recupera a área minerada de modo a atender as exigências licenciadas e promover um futuro sustentável. A partir disso, a reabilitação da área é realizada com o reaproveitamento do solo e estéril, além do reflorestamento (Estiano, 2007; ABAL, 2017).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado com o apoio da Companhia Brasileira de Alumínio - CBA. Dessa forma, a unidade de mineração de Mirai - MG foi a área de estudo para a pesquisa de relação entre o regime hidrológico de vazão de nascentes e a atividade mineradora de bauxita.

4.1 Caracterização da área de estudo

O município de Mirai, estado de Minas Gerais, está localizado na região da Zona da Mata mineira, com uma população aproximada de 13 mil habitantes e área territorial de 320.695 km². Isso representa uma densidade demográfica igual a 42,5 hab/km² e um IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) de 0,68. Além disso, as principais atividades econômicas do município se concentram na agropecuária e na presença da unidade de mineração de bauxita (IBGE, 2022).

A classificação de Koppen para Mirai é a Cwa, a qual entende-se como um clima subtropical úmido, com características de inverno seco e verão quente. As médias de altitude, temperatura e precipitação são, respectivamente, 572 m, 20,1°C e 1322 mm (Koppen, 2023).

Ademais, de acordo com a Mapa de solos do Brasil da Embrapa, os solos presentes na área de estudo são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e Cambissolo Háptico Tb distrófico (Santos et al., 2011). A hidrografia da região é definida pela Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, em que os rios Fubá e Muriaé passam pelo município de Mirai e são fonte para o abastecimento de água para o consumo humano e para o beneficiamento da bauxita (IBGE, 2021).

Ademais, a área de mineração também contempla municípios do entorno, como Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Muriaé, o que pode ser observado no “Mapa das áreas contempladas com a exploração” (em *Anexo A*). Desse modo, são áreas em que a vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual, o relevo composto pelas unidades morfológicas de Serranias da Zona da Mata Mineira e Depressão dos Rios Pomba e Muriaé e o uso do solo dividido entre pastagem e pecuária, cafeicultura e silvicultura (IBGE, 2023).

4.1.1 Microbacias hidrográficas de estudo

As microbacias hidrográficas selecionadas para estudo foram nomeadas como “Nascente 1”, “Nascente 2”, “Nascente 3” e “Nascente 4”. Todas as áreas são de pré-lavra, ou seja, ainda não passaram pelo processo de mineração, e isso permite que o atual estudo sirva de base para uma futura comparação com a situação de pós-lavra. Além disso, os usos do solo das microbacias se fundamentam em pastagem com presença de gado, exceto o entorno da Nascente 4 que é composto por mata nativa. Assim, a localização de cada uma das áreas de estudo pode ser visualizada no “Mapa de monitoramento das nascentes” (em *Anexo B*), onde a Nascente 1 se situa em Rosário da Limeira, as Nascentes 2 e 3 em São Sebastião da Vargem Alegre e a Nascente 4 está em Mirai.

4.2 Critérios de seleção das microbacias hidrográficas

O monitoramento hidrológico de microbacias hidrográficas pode estar associado a diversas finalidades, dentre as quais destacam a caracterização do uso e ocupação do solo, a identificação de padrões de comportamento do regime hidrológico, a determinação de parâmetros qualitativos e quantitativos do solo e da água, e a definição de indicadores (qualidade da água, vazão e características biogeoquímicas) (Taffarello et al., 2013; Câmara et al., 2006).

A partir disso, foram estipulados critérios para a seleção das microbacias hidrográficas na área de mineração de bauxita do complexo situado na região de Miraí - MG. Assim, as quatro microbacias deveriam se enquadrar em: área de drenagem pequena (entre 10 e 20.000 ha), localização estratégica e representativa (uso e cobertura, geomorfologia e aspectos socioeconômicos), relacionamento com o proprietário/superficial (apoio e autorização) e operacionalização (acesso possível e seguro de operadores e equipamentos) (da Silveira, 2020).

4.3 Monitoramento hidrológico

4.3.1 Pluviometria

A quantidade de chuva, ou seja, a precipitação pode ser medida com o uso e instalação de um pluviômetro na área de interesse. Este equipamento meteorológico é utilizado de maneira que exista uma relação entre sua área de captação e o volume de água precipitado, o que corresponde à altura pluviométrica. Assim, é um instrumento de vasto uso e entendido como simples e fácil de operar.

Para o emprego do pluviômetro nesta pesquisa, foi utilizado o modelo idealizado por Dias (2013) a fim de conter dispêndios financeiros e aplicar uma técnica desenvolvida com eficácia. Tal modelo consiste na construção baseada em cano de PVC, reduções e registros, como apresentado na Figura 5. Sua instalação foi realizada em área aberta e distante o suficiente de árvores, além de ter sido colocado a 1,50 m acima do solo. Para a leitura semanal do volume de água precipitado, fez-se uso de uma proveta de 1 L e da Equação 2 para o cálculo da altura pluviométrica. Além disso, a precipitação como dado pareado à vazão, também foi observada em 46 semanas e 182 coletas.



Fonte: o autor.

Figura 5 - Pluviômetro instalado na área de estudo, Miraí, Minas Gerais, 2024

$$P(mm) = \frac{V(L)}{A(m^2)} \quad (2)$$

$$P(mm) = \frac{V(L)}{\frac{\pi D^2}{4} (m^2)}$$

$$P(mm) = \frac{V(L)}{\frac{\pi(0,150m)^2}{4}}$$

$$P(mm) = \frac{V(L)}{0,01767(m^2)}$$

Em que:

P = Altura pluviométrica (mm)

V = Volume de água coletado no pluviômetro (L)

A = Área de captação do pluviômetro (m^2)

D = Diâmetro do pluviômetro igual a 150 mm

4.3.2 Regime de vazão

O monitoramento da vazão de nascentes pode ser realizado de diversas maneiras, mas no caso do presente estudo, priorizaram-se o método volumétrico e o método do vertedor. Para o método volumétrico, considerada uma forma direta da obtenção da vazão, foram construídas pequenas barragens em pontos definidos da nascente de modo a captar todo o seu volume de água e conduzir a um cano PVC de 150 mm, conforme mostrado na Figura 6. Nessa situação, a vazão foi medida com a ajuda de uma proveta graduada de 2 L e um cronômetro manual, o que foi ponto de partida para o cálculo que seguiu a Equação 3.



Fonte: o autor.

Figura 6 - Barragem construída na nascente para medição da vazão, São Sebastião da Vargem Alegre, 2024

$$Q = \frac{V(l)}{t(s)} \quad (3)$$

Em que:

Q = Vazão (l/s)

V = Volume de água coletado (L)

t = Tempo observado (s)

Já para o vertedor triangular, este foi construído a partir de uma chapa de metal galvanizado e o auxílio de régua e transferidor para medir e traçar o ângulo de 90° e as arestas do triângulo, como mostrado nas Figuras 6 e 7. Após isso, o vertedor foi instalado verticalmente e a medição da vazão seguia o método volumétrico e, também, a leitura por meio da altura da lâmina de água obtida por meio de uma régua graduada (Figura 8 e Figura 9). O uso de ambos os métodos é justificado pela comparação entre as duas formas de medir a vazão e a construção de uma equação para ajustá-las (ver item 5.1.2.1). Ademais, o cálculo da vazão pelo vertedor triangular (isósceles) de parede delgada foi baseado na equação de Thompson (Equação 4).



Fonte: o autor.

Figura 7 - Chapa de metal galvanizado para construção do vertedor



Fonte: o autor.

Figura 8 - Corte da chapa de metal para construção do vertedor triangular



Fonte: o autor.

Figura 9 - Vertedor triangular instalado na nascente, Rosário da Limeira, 2024



Fonte: o autor.

Figura 10 - Medição da lâmina de água do vertedor, Rosário da Limeira, 2024

$$Q = 1,40H^{\frac{5}{2}} \quad (4)$$

Em que:

Q = Vazão (m³/s)

H = Altura da lâmina de água (m)

O vertedor foi usado na medição da vazão das nascentes 1 e 4, portanto, as nascentes 2 e 3 foram operadas com o uso da barragem. A instalação do experimento aconteceu em novembro de 2022, mês que antecedeu o início do monitoramento da vazão das nascentes com a coleta semanal durante o período de doze meses, finalizado em novembro de 2023, o que totalizou 182 observações num período de 46 semanas. A análise seguiu um padrão de horário, pela manhã, de modo a minimizar possíveis variações ao longo do dia. Além disso, realizavam-se três repetições em cada coleta de vazão e cálculo posterior da média dos dados.

4.3.3 Qualidade da água

As análises de qualidade da água servem de instrumento importante para a avaliação qualitativa da água de uma bacia hidrográfica. Nesse contexto, o IQA é um indicador que reúne informações de várias variáveis essenciais aos usos prioritários, como o abastecimento público e a manutenção do equilíbrio de comunidades aquáticas (CETESB, 2013). Dessa forma, este estudo se fundamentou em adquirir tais dados a fim de responder sobre a qualidade da água que abastece as famílias da zona rural dos municípios contemplados pela bacia hidrográfica de interesse para a mineração de bauxita da unidade em questão.

Assim, a coleta e as análises de qualidade da água das quatro microbacias hidrográficas aconteceram em três momentos do ano hidrológico: no período de seca/estiagem, no período chuvoso e pós-período chuvoso. Com isso, essas etapas ocorreram em agosto de 2023, janeiro e abril de 2024, respectivamente, as quais foram efetuadas diretamente pela equipe de monitoramento hídrico da CBA e as análises foram de responsabilidade do Laboratório de Análises Ambientais e Solos, da mesma empresa.

Além dos parâmetros exigidos para o cálculo do IQA (citados no item 3.2), monitorou-se também demais variáveis físicas e biológicas relacionadas à exploração mineral, como: alumínio dissolvido, condutividade, cor verdadeira, cromo total, *Escherichia coli*, ferro dissolvido, ferro total, gálio total, manganês dissolvido, manganês total, potencial de oxi-

redução, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, sólidos totais dissolvidos, vanádio total e zircônio total. A metodologia utilizada em cada análise pode ser conferida nos relatórios apresentados nos *Anexos*.

4.4 Análises físicas

4.4.1 Taxa de infiltração de água no solo

As análises físicas foram realizadas para complementar os resultados das análises principais. Assim, a capacidade de infiltração de água no solo foi medida pela análise da taxa de infiltração a partir de um infiltrômetro de anel duplo (anéis concêntricos), o Turf-Tec International (Figura 11). O infiltrômetro é um instrumento portátil que mede a taxa de infiltração vertical da água no solo pelo fluxo descendente de água a partir da superfície, o que indica o tempo de infiltração e altura da lâmina infiltrada (Turf-Tec, 2024).

As análises de infiltração de água no solo foram efetuadas em conjunto com as análises de umidade do solo (ver item 4.4.2) a fim de entender a relação física entre as duas variáveis. Nesse sentido, a realização das análises aconteceu em fevereiro de 2024 e seguiu a metodologia de determinação de três pontos aleatórios dentro da microbacia hidrográfica, divididos entre o ponto mais próximo ao entorno da nascente, a encosta da vertente e o topo do morro.



Figura 11 - Infiltrômetro Turf-Tec International do Laboratório de Hidrologia Florestal da UFV

Fonte: o autor.

4.4.2 Umidade do solo

O teor de umidade atual do solo foi determinado conforme as instruções propostas no “Manual de Métodos de Análise de Solo” produzido pela Embrapa (Donagema et al., 2011). Assim, a coleta foi realizada concomitantemente à análise de capacidade de infiltração da água no solo (item 4.4.1), que seguiu os mesmo pontos aleatórios: entorno da nascente, encosta da vertente e topo de morro da bacia hidrográfica. Foram coletadas amostras deformadas nos três pontos de cada microbacia, o que se deu com o uso de um trado manual do tipo holandês da marca SondaTerra, como mostram as Figuras 12 e 13.



Fonte: o autor.

Figura 12 - Coleta de solo com um trado manual, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, 2024



Fonte: o autor.

Figura 13 - Amostra de solo deformada para análise de umidade atual, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, 2024

As amostras de solo foram armazenadas em embalagem impermeável e vedada (Figura 14), até que passaram pelo Laboratório de Hidrologia Florestal - LHF - para que fossem colocadas em latas de alumínio. Nesse caso, com a ajuda de uma balança eletrônica pesaram-se cerca de 10 g de amostra de cada ponto (Figura 15), identificadas e conduzidas a uma estufa a 105°C durante 24 h. Após o prazo, foram retiradas e destinadas a um dessecador, de modo a estabilizarem à temperatura ambiente. Em seguida, passaram novamente pela pesagem, a fim de calcular a umidade gravimétrica pela Equação 5.



Fonte: o autor.

Figura 14 - Amostras de solo para análise de umidade, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, 2024



Fonte: o autor.

Figura 15 - Identificação e pesagem das amostras de solo, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, 2024

$$U = \frac{(a-b)}{b} \quad (5)$$

Em que:

U = Umidade gravimétrica (kg/kg)

a = Massa da amostra úmida (kg)

b = Massa da amostra seca (kg)

4.4.3 Resistência mecânica do solo à penetração

A análise de resistência do solo à penetração é fundamental para o diagnóstico do grau de compactação do solo e como isso pode refletir na infiltração da água no solo, bem como resultar no regime de vazão das nascentes. Com isso, foi utilizado o PenetroLOG, que é um penetrômetro digital da marca Falker, caracterizado como um equipamento portátil de simples operação que atinge até 60 cm de profundidade para gerar o perfil de compactação do solo.

Assim como para a umidade e capacidade de infiltração de água no solo (itens 4.4.1 e 4.4.2), a coleta de dados para determinar a resistência do solo à penetração foi tomada em três pontos aleatórios (Figura 16), que seguiram do entorno na nascente para a encosta da vertente, até o topo de morro. Dessa forma, essa análise foi realizada para as quatro nascentes no mês de novembro de 2023.



Fonte: o autor.

Figura 16 - Uso do penetrômetro no entorno da nascente, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, 2024

A operação do aparelho consistiu em instalar a placa metálica na superfície do solo com a posterior inserção da haste de ponta cônica que compõe o aparelho. A haste passava pelo orifício da placa em direção à subsuperfície do solo e seguia uma velocidade constante de aproximadamente 30 mm/s, a fim de manter a leitura do aparelho estável. Após a coleta dos dados, os resultados foram compilados no software “Compactação do Solo”, disponibilizado pelo fabricante, Falker.

4.5 Análise estatística

Os dados coletados foram tabulados no software Microsoft Excel e, inicialmente, realizou-se uma análise estatística descritiva, a qual permitiu a obtenção da média da série de vazões e precipitações, além da compilação dos dados acumulados. Em seguida, os dados passaram pela análise de correlação linear entre si que, como um experimento de amostragem composto por variáveis quantitativas aleatórias contínuas, baseou-se na Correlação de Pearson com posterior teste F de Graybill para afirmar a sua significância.

Outrossim, o teste F de Graybill também foi utilizado para a comparação dos métodos de coleta de dados para o regime de vazão, assim como para testar a diferença significativa entre as médias mensais de pluviometria das quatro microbacias hidrográficas, além de que os dados também foram analisados descritivamente, pela especialidade da alta variação apresentada.

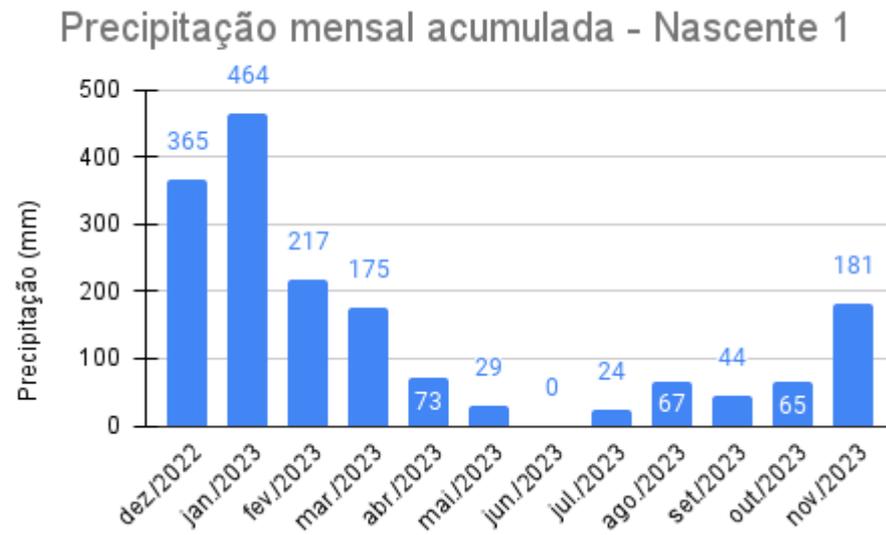
Ainda, reforça-se o fato de que a vazão e precipitação são variáveis hidrológicas que se mostram altamente variáveis no tempo e por este motivo são vistas na Hidrologia como variáveis aleatórias, o que não permite predizer resultados com exatidão (Collischonn e Dornelles, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Monitoramento hidrológico

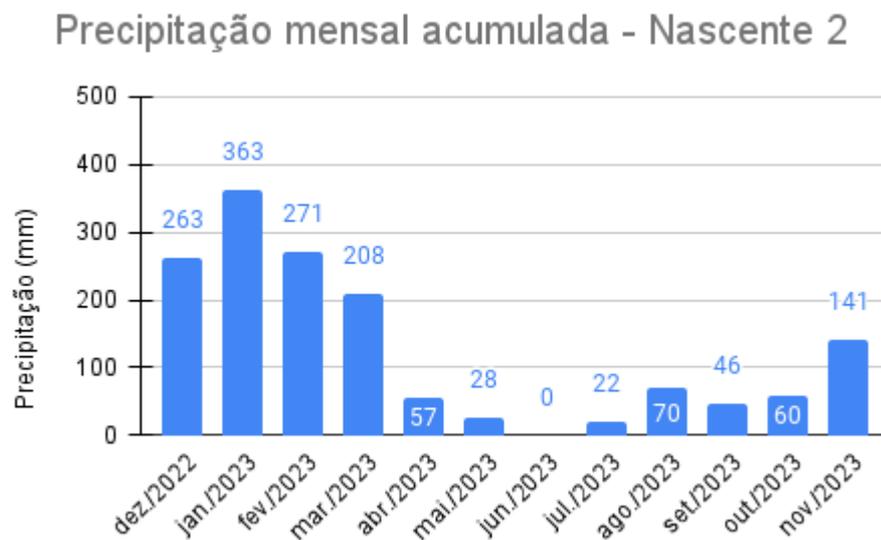
5.1.1 Pluviometria

O volume de chuva na região das quatro microbacias de estudo seguiu conforme o esperado, que foi o verão chuvoso, o inverno seco e uma média anual próxima de 1300 mm, conforme o clima Cwa para a região (Koppen, 2023). Desse modo, os meses de maior precipitação foram dezembro/2022, janeiro e fevereiro/2023, e em contrapartida, o mês de zero ou quase nenhuma precipitação contou com junho/2023. Assim, as nascentes apresentaram um padrão comum na distribuição da pluviometria e a precipitação mensal acumulada está mostrada nos gráficos das Figuras 17, 18, 19 e 20, além da Tabela 2 com os valores anuais acumulados do ano hidrológico observado.



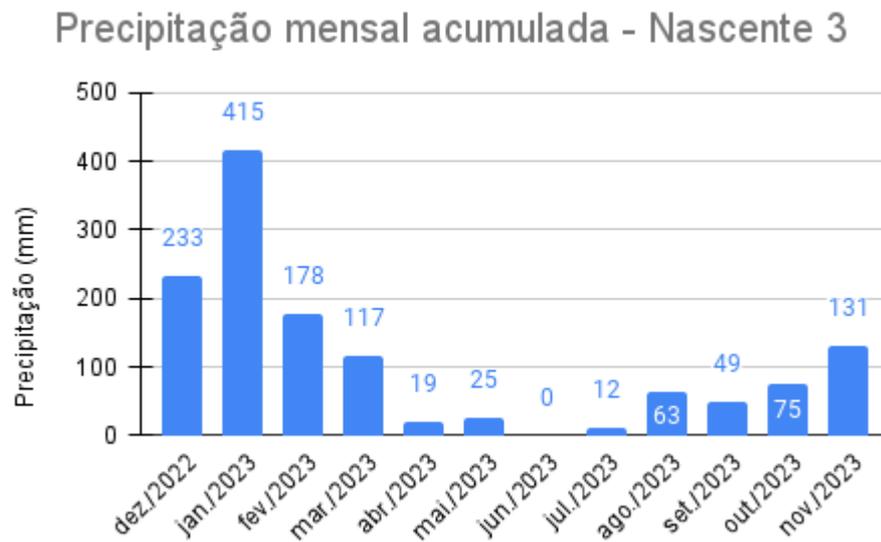
Fonte: o autor.

Figura 17 - Precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 1, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023



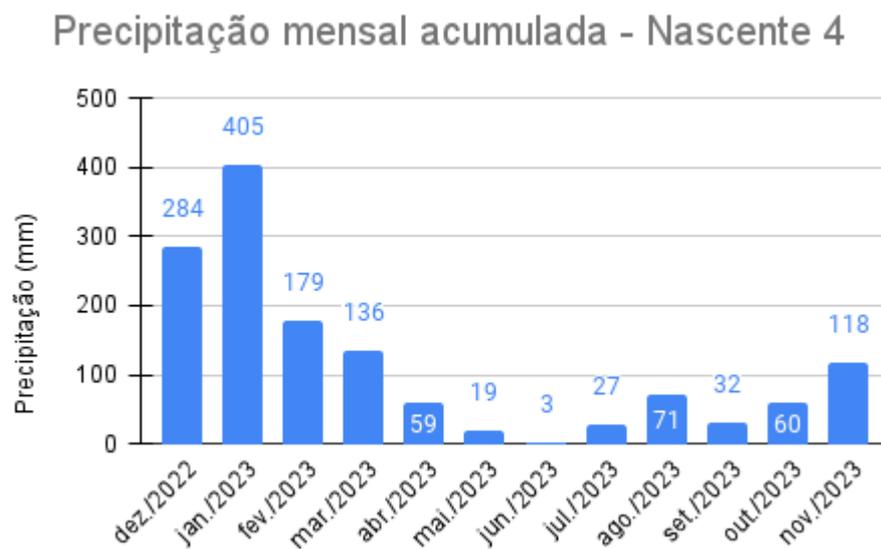
Fonte: o autor.

Figura 18 - Precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023



Fonte: o autor.

Figura 19 - Precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023



Fonte: o autor.

Figura 20 - Precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 4, município de Mirai, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023

Tabela 2 - Precipitação anual acumulada (mm) para as microbacias de estudo, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miráí, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023

Microbacia (Nascente)	Precipitação anual acumulada (mm)
1	1703
2	1528
3	1316
4	1392

Fonte: o autor.

Além do mais, o teste F de Graybill a 5% de significância apontou diferença estatística das médias mensais da pluviometria apenas da Nascente 1 com as demais microbacias. Com isso, pode-se alegar que a distribuição de chuvas foi similar entre as Nascentes 2, 3 e 4, como visto na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado dos p-valores para o teste de diferença estatística entre médias (teste F de Graybill) da precipitação mensal (mm) das quatro microbacias estudadas nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miráí, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023

Microbacia (Nascente)	p-valor			
	1	2	3	4
1	1	0,0303*	0,0016*	0,0000*
2	0,0303*	1	0,3445 ^{ns}	0,5761 ^{ns}
3	0,0016*	0,3445 ^{ns}	1	0,6410 ^{ns}
4	0,0000*	0,5761 ^{ns}	0,6410 ^{ns}	1

5.1.2 Regime de vazão

O fluxo das nascentes das quatro microbacias permaneceu corrente durante todo o monitoramento do ano hidrológico observado (dezembro/2022 a novembro/2023), exceto a Nascente 1 que teve sua vazão zerada no período de estiagem (agosto a outubro de 2023), como mostra a Figura 21. Além deste fato, a microbacia citada também passou por captação alternativa do proprietário, o que contribuiu para a diminuição do volume de água disponível no vertedor.



Fonte: o autor.

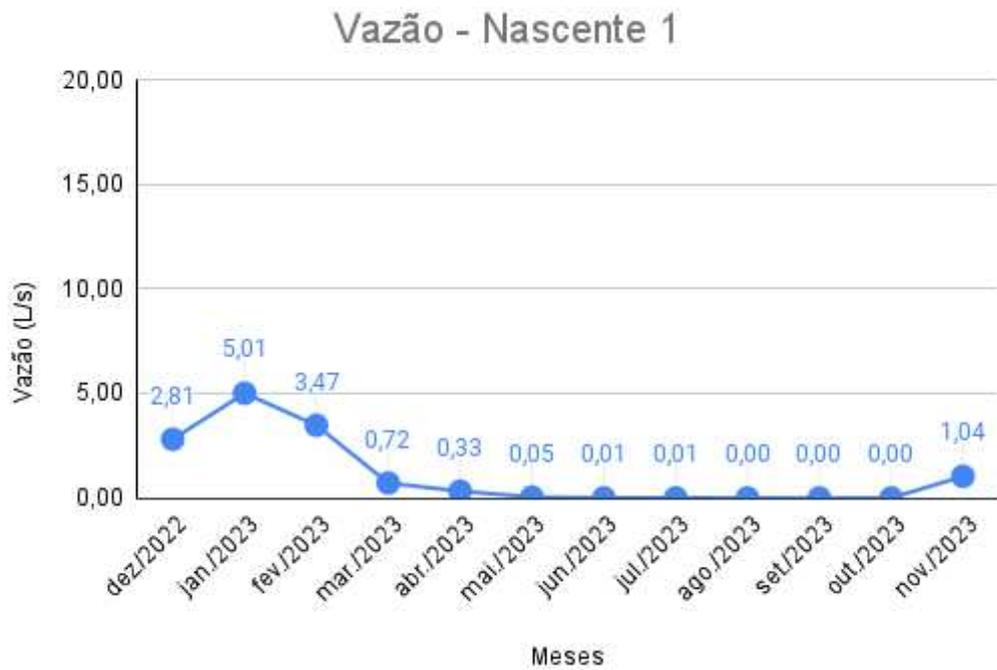
Figura 21 - Vazão zerada na Nascente 1, Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2024

Diante das observações realizadas, é possível afirmar que a maior média de vazão está na Nascente 3 (3,52 L/s), embora a vazão máxima encontrada tenha sido na Nascente 2 (16,14 L/s). Contudo, as vazões mínimas seguiram o esperado, da Nascente 3 para a 2 e 4, até a vazão zerada na Nascente 1. Assim, as vazões média, máxima e mínima encontradas nas quatro microbacias estão dispostas na Tabela 4 e apresentadas nos gráficos das Figuras 22, 23, 24 e 25.

Tabela 4 - Vazões média, máxima e mínima (L/s) das microbacias observadas, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023

Microbacia (Nascente)	Vazão média (L/s)	Vazão máxima (L/s)	Vazão mínima (L/s)
1	1,12	5,01	0,00
2	3,41	16,14	0,54
3	3,52	11,19	0,72
4	2,05	10,22	0,47

Fonte: o autor.



Fonte: o autor.

Figura 22 - Vazões médias mensais (L/s) observadas para a Nascente 1, município de Rosário Da Limeira, Minas Gerais, de dezembro de 2022 a novembro de 2023



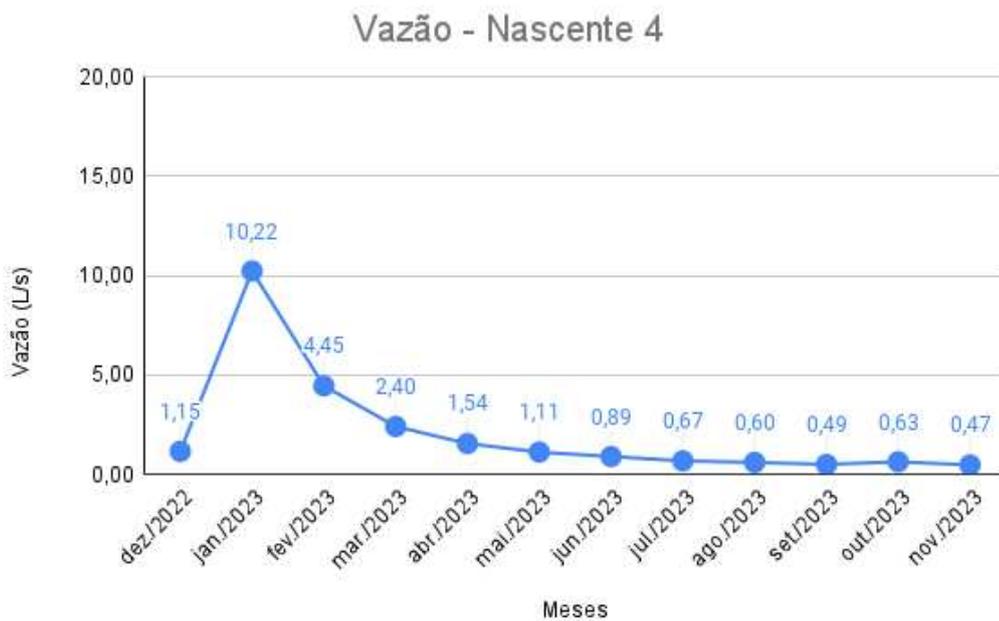
Fonte: o autor.

Figura 23 - Vazões médias mensais (L/s) observadas para a Nascente 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, de dezembro de 2022 a novembro de 2023



Fonte: o autor.

Figura 24 - Vazões médias mensais (L/s) observadas para a Nascente 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, de dezembro de 2022 a novembro de 2023



Fonte: o autor.

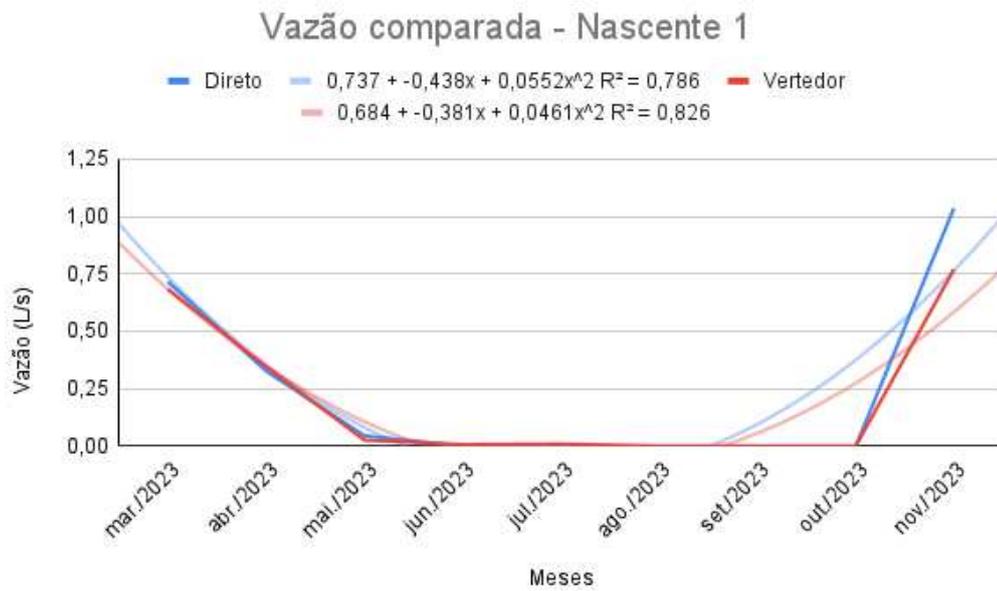
Figura 25 - Vazões médias mensais (L/s) observadas para a Nascente 4, município de Miraf, Minas Gerais, de dezembro de 2022 a novembro de 2023

A partir dos gráficos apresentados é válido dizer que o pico de vazão da Nascente 1 aconteceu no mês de janeiro/2023, assim como para as Nascentes 2 e 4. Já a Nascente 3 teve sua vazão máxima em fevereiro/2023. E para o caso da vazão mínima, o ocorrido para a Nascente 2 se deu em setembro/2023 e ocorreu em novembro/2023 para as Nascentes 3 e 4. Por fim, a Nascente 1 se manteve com a vazão mínima ou zerada de maio a outubro de 2023. Em suma, as microbacias mostraram similaridade quanto ao padrão de vazão ao longo do ano hidrológico, o qual aumenta a vazão conforme a ocorrência de chuvas na região.

5.1.2.1 Ajuste de equação entre os métodos direto e vertedor

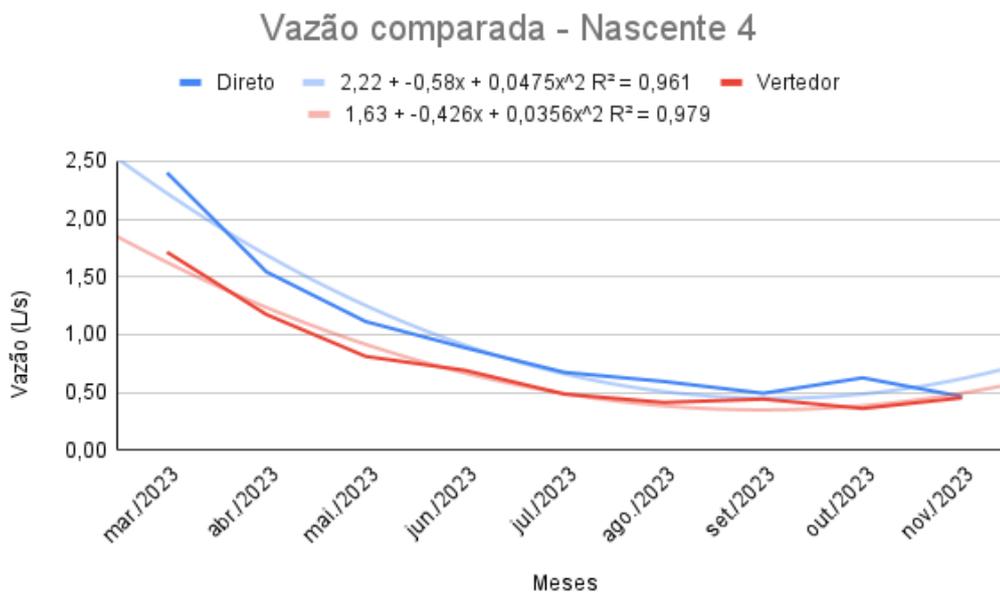
As nascentes 1 e 4 puderam ser analisadas quanto à vazão pelos métodos direto e vertedor. Dessa forma, foi possível comparar os resultados obtidos pelas duas maneiras e chegar a uma equação ajustada para cada uma das microbacias. A partir das médias mensais de vazão, construiu-se um gráfico de linhas e em seguida plotaram-se linhas de tendência ajustadas pelo modelo polinomial, que foi o que melhor se adequou à distribuição dos dados. Conforme mostram as Figuras 26 e 27, o coeficiente de determinação para a nascente 1 foi próximo de 0,8 e isso pode ser entendido pela alta variabilidade da vazão nesta microbacia. Já o coeficiente de determinação para a nascente 4 se aproximou de 0,97, tanto para o método direto, quanto para o vertedor. Assim, há confiabilidade em aplicar as equações para confirmar um método por meio de outro ou na falta de algum deles.

Entretanto, a comparação dos dois métodos através do teste F de Graybill a 5% de significância mostrou que o método direto é diferente do método do vertedor, tanto para a Nascente 1, quanto para a Nascente 4. Nesse caso, os p-valores para a Nascente 1 e Nascente 4 foram iguais a 0,0099 e 0,0000, respectivamente. Desse modo, entende-se que os métodos se comportam distintamente, porém podem ser aplicados separadamente a depender da realidade de cada situação.



Fonte: o autor.

Figura 26 - Ajuste do modelo polinomial com equações para os métodos direto e vertedor na Nascente 1, Rosário da Limeira, 2024



Fonte: o autor.

Figura 27 - Ajuste do modelo polinomial com equações para os métodos direto e vertedor na Nascente 4

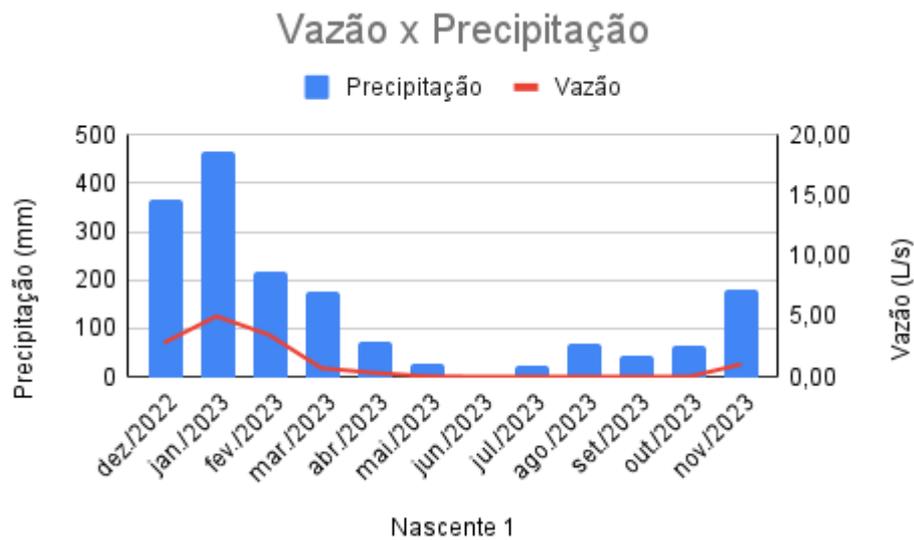
5.1.3 Vazão e precipitação

A vazão das quatro microbacias e a coleta da precipitação são dados pareados, já que foram analisados em conjunto. Dessa forma passaram pela análise de Correlação de Pearson e mostraram uma resposta positiva de 0,63. Dessa forma, o regime de vazão e a pluviometria apresentam similaridade e influência uma sobre a outra, ou seja, de acordo com o aumento da ocorrência de chuvas, a vazão também é acrescida, o que pode ser observado no gráfico da Figura 28.



Figura 28 - Distribuição dos dados na correlação de Pearson para vazão e precipitação das quatro microbacias, municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, 2024

Além disso, as microbacias seguiram um padrão entre si da distribuição da vazão e da precipitação, o que foi percebido por meio da variação do período de maior chuva e lâmina d'água entre outubro e março, assim como o menor volume de abril a setembro, o que é comum da sazonalidade para o clima da região (Cwa - clima subtropical úmido). Assim, exceto a Nascente 1, as demais microbacias mantiveram volume de água na nascente mesmo nos períodos de baixa ou nenhuma ocorrência de chuvas. Com isso, observa-se o conjunto de dados por meio dos gráficos de combinação entre a vazão e a precipitação das microbacias nas Figuras 29, 30, 31 e 32.



Fonte: o autor.

Figura 29 - Vazão média mensal (L/s) combinada com a precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 1, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023



Fonte: o autor.

Figura 30 - Vazão média mensal (L/s) combinada com a precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023



Fonte: o autor.

Figura 31 - Vazão média mensal (L/s) combinada com a precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023



Fonte: o autor.

Figura 32 - Vazão média mensal (L/s) combinada com a precipitação mensal acumulada (mm) para a Nascente 4, município de Mirai, Minas Gerais, dezembro de 2022 a novembro de 2023

De posse dos dados de vazão e precipitação, é possível observar que o maior volume de precipitação acumulada no ano aconteceu na Nascente 1, mas foi a que apresentou menor média de vazões. Isso está relacionado à influência negativa da captação de volume de água efetuada

pelo proprietário num ponto acima da instalação do vertedor, o que comprometeu o valor real da lâmina d'água da nascente. De modo a acrescentar esse efeito, a baixa taxa de infiltração nessa microbacia também foi um elemento relevante para o resultado da vazão (ver item 5.2.1). Ademais, entende-se que o fato da vazão ter zerado na Nascente 1 em situação de pré-lavra, ou seja, antes da mineração, não implica que o impactos da atividade mineradora afetem a disponibilidade de água em nascentes, já que o fator determinante para a conservação é o manejo e as práticas conservacionistas.

Por outro lado, o menor volume de precipitação acumulada ocorreu na Nascente 3, a qual resultou na maior média de vazões. Considerando que o manejo das microbacias 1 e 3 são semelhantes, com pastagem e presença de gado, pode-se afirmar que a 3 mantém um considerável volume de água na nascente pela alta disponibilidade de água subterrânea, visualizada pela maior taxa de infiltração da água no solo nos pontos de entorno e encosta (ver item 5.2.1).

Além disso, a pesquisa de Silveira (2022) acompanhou as mesmas microbacias hidrográficas analisadas no período de setembro/2020 a março/2022 e também obteve um padrão de distribuição da precipitação semelhante entre as áreas de estudo. O autor observou a maior precipitação acumulada também na Nascente 1 e conseguiu entender que este fato foi ocasionado por fatores como vento, microclima e altitude (Silveira, 2022; Bertoni; Tucci, 2001).

Do mesmo modo, Silveira (2022) constatou o mesmo comportamento da vazão das nascentes, o qual apresentou maior volume no período chuvoso (outubro a março) e as vazões mínimas foram percebidas na estiagem (abril a setembro), além de maiores picos de vazão nas Nascentes 2, 3 e 4. Isso foi justificado pelo formato mais compacto das microbacias hidrográficas, o que favorece essa ocorrência. Por outro lado, a Nascente 1 mostrou menor capacidade de armazenamento de água pelo solo mais raso e mal drenado, o que contrasta com as Nascentes 2 e 3, que apresentam solo mais profundo e conseqüente melhor produção de água. A Nascente 4 evidenciou uma boa permeabilidade da água no solo, mas a maior quantidade de cobertura vegetal pode ter maximizado a evapotranspiração pela floresta e diminuído a quantidade de água superficial disponível (Silveira, 2022; Pinheiro et al., 2019; Silveira; Louzada; Beltrame, 2001).

5.1.4 Qualidade da água

Com base nos resultados dos parâmetros que compõem o cálculo do IQA, chegou-se à classificação da qualidade da água das microbacias para os três momentos analisados. Na Tabela 5 é apresentado o resumo do valor dos IQAs e suas classes quanto ao consumo humano, especialmente.

Tabela 5 - Resultado do IQA e sua classificação para as quatro microbacias, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraf, Minas Gerais, agosto/2023, janeiro/2024 e abril/2024

Microbacia	Período analisado	IQA	Classificação
Nascente 1	Seco	NA	NA
	Chuvoso	88	Ótima
	Pós-chuvoso	76	Boa
Nascente 2	Seco	90	Ótima
	Chuvoso	74	Boa
	Pós-chuvoso	74	Boa
Nascente 3	Seco	93	Ótima
	Chuvoso	64	Boa
	Pós-chuvoso	76	Boa
Nascente 4	Seco	88	Ótima
	Chuvoso	75	Boa
	Pós-chuvoso	70	Boa

NA = Não se aplica, pois o ponto estava seco.

Fonte: o autor.

Para interpretar as variáveis analisadas, tomou-se como base a Resolução CONAMA nº 357/2005, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o enquadramento, além de das condições e padrões de lançamento de efluentes; bem como a Portaria nº 2.914/2011, que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Assim, conforme condicionado a águas doces de classe 2, que é o enquadramento dos corpos hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2020), é a classificação para águas que podem ser destinadas

ao consumo humano desde que passem por tratamento simplificado ou convencional. Diante disso, com base nos valores máximos permitidos (VMP), pode-se dizer que quanto ao/à:

- **Alumínio dissolvido:** a Nascente 4 mostrou um resultado um pouco superior ao VMP no período de seca;
- **Cor verdadeira:** a Nascente 3 alterou bastante no período chuvoso e a Nascente 4 apresentou aumento no período pós-chuvoso;
- **Escherichia coli (Coliformes Termotolerantes):** a Nascente 3 apresentou valor extremamente alto no período chuvoso, mas pode ser explicado pela grande presença de fezes de bovinos num ponto antecedente ao de coleta, e todas as nascentes tiveram aumento no pós-chuvoso, exceto a Nascente 3 que decaiu comparado ao chuvoso;
- **Fósforo (fosfato):** considerando que fosfato é a forma de fósforo encontrada em condições naturais, todas as nascentes extrapolaram os resultados permitidos para fósforo total no período chuvoso e aumentaram ainda mais no pós-chuvoso (VMP = 0,050 mg/L em ambientes intermediários, como nascentes). Isso pode ser devido à presença de matéria orgânica e seu processo de decomposição, além da possibilidade de dissolução de compostos do solo e a presença de fertilizantes e excrementos de animais (Mota, 2010);
- **pH:** as Nascentes 3 e 4 obtiveram pH menor que 6,0 no período chuvoso, mas ainda estão próximos ao padrão;
- **Temperatura:** a Nascente 3 demonstrou considerável afastamento da temperatura de equilíbrio.
- As demais variáveis atenderam os padrões de enquadramento de potabilidade.

Em suma, o IQA de todas as microbacias decaiu do período seco para o chuvoso, muito provavelmente pelo carreamento de substâncias poluidoras, como sedimentos e fezes de animais, o que evidenciou a qualidade do manejo do entorno das nascentes; e mantiveram a qualidade “Boa” do período chuvoso para o pós-chuvoso que pode ser justificado pela redução da vazão e concentração dos elementos. Ademais, a acentuada alteração na concentração de fosfatos em todas as microbacias no período chuvoso e pós-chuvoso acende um alerta sobre alguma possível poluição precedente ou relacionada ao solo, o que implica na necessidade de monitoramento contínuo. Além disso, a Nascente 3 deve conter a contaminação por coliformes e matéria orgânica, a fim de refletir também na DBO, OD e turbidez, que foram parâmetros de alteração de um período para outro.

5.2 Análises físicas

5.2.1 Taxa de infiltração da água no solo

O ensaio da taxa de infiltração da água no solo mostrou resultados de baixa a alta velocidade de infiltração, os quais foram sintetizados na Tabela 6 e a partir das Figuras 33 a 44. Ressalta-se ainda, que os valores de velocidade constante final adquiridos na análise foram ajustados para a Equação de Horton (Subramanya, 2008), conforme mostra a Equação 6.

$$f = f_c + (f_o - f_c)e^{\beta t} \quad (6)$$

Em que:

f = Taxa de infiltração (mm/h)

f_c = Taxa de infiltração na condição de saturação (mm/h)

f_o = Taxa de infiltração inicial (mm/h)

t = Tempo de infiltração (min)

β = Parâmetro empírico determinado para cada medição no tempo

Tabela 6 - Velocidade de infiltração final (mm/h) para os três pontos analisados em cada uma das quatro microbacias, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, Minas Gerais, 2024

Microbacia	Ponto	Velocidade de infiltração (mm/h)
Nascente 1	P1	213
	P2	593
	P3	444
Nascente 2	P1	150
	P2	285
	P3	1021
Nascente 3	P1	934
	P2	934
	P3	235
Nascente 4	P1	767
	P2	453
	P3	1188

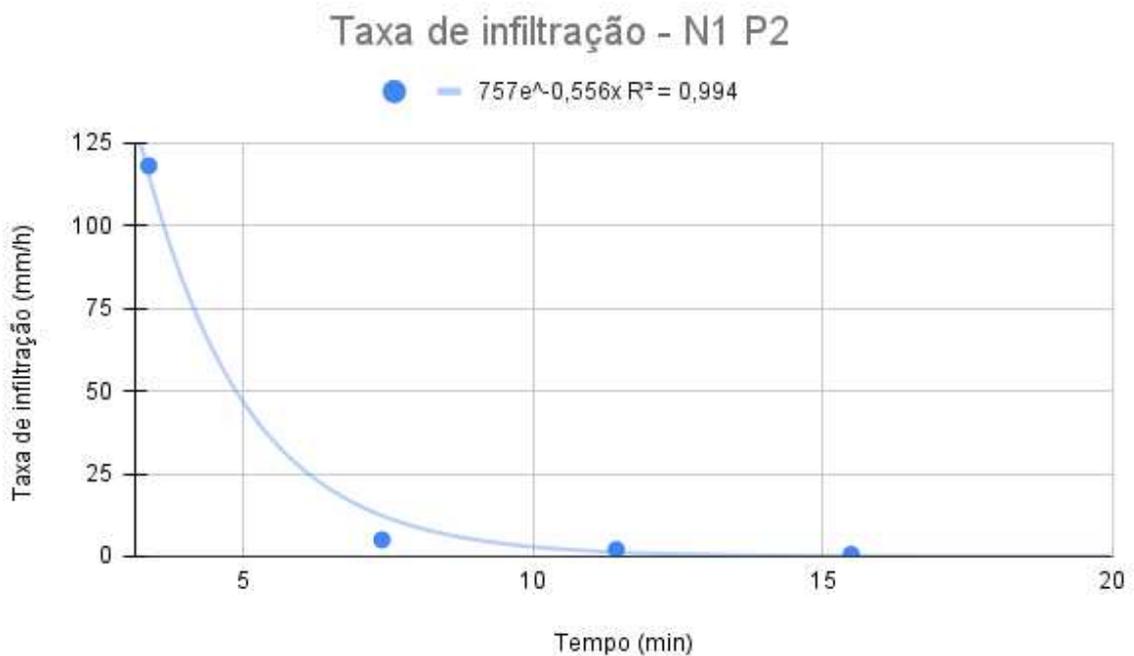
P1 = entorno da nascente; P2 = encosta da vertente; P3 = topo de morro.

Fonte: o autor.



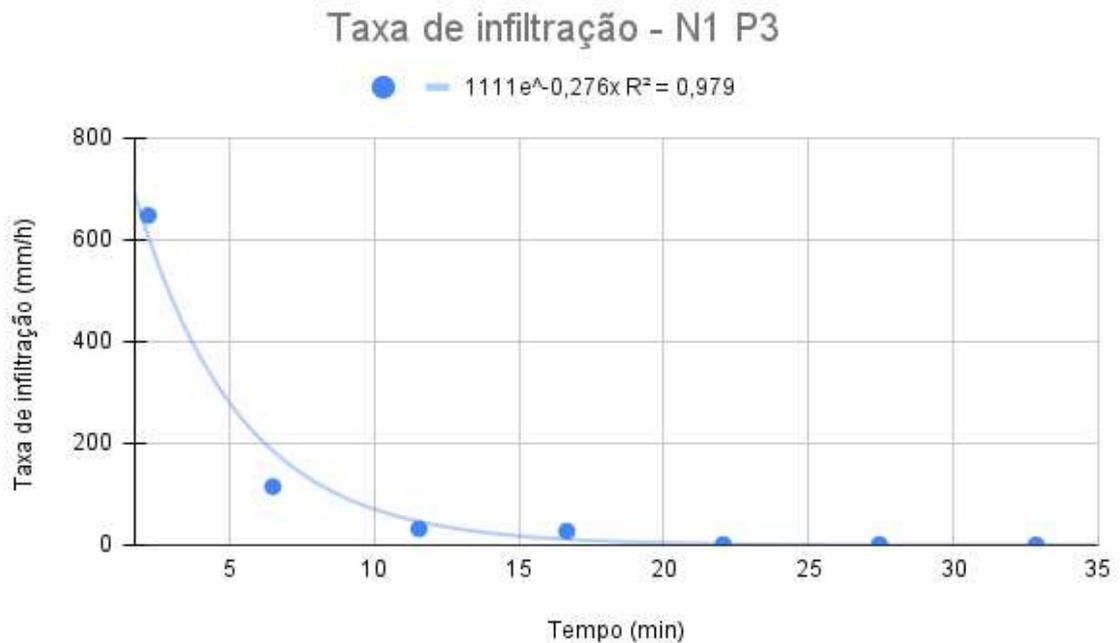
Fonte: o autor.

Figura 33 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 1, ponto 1, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2023



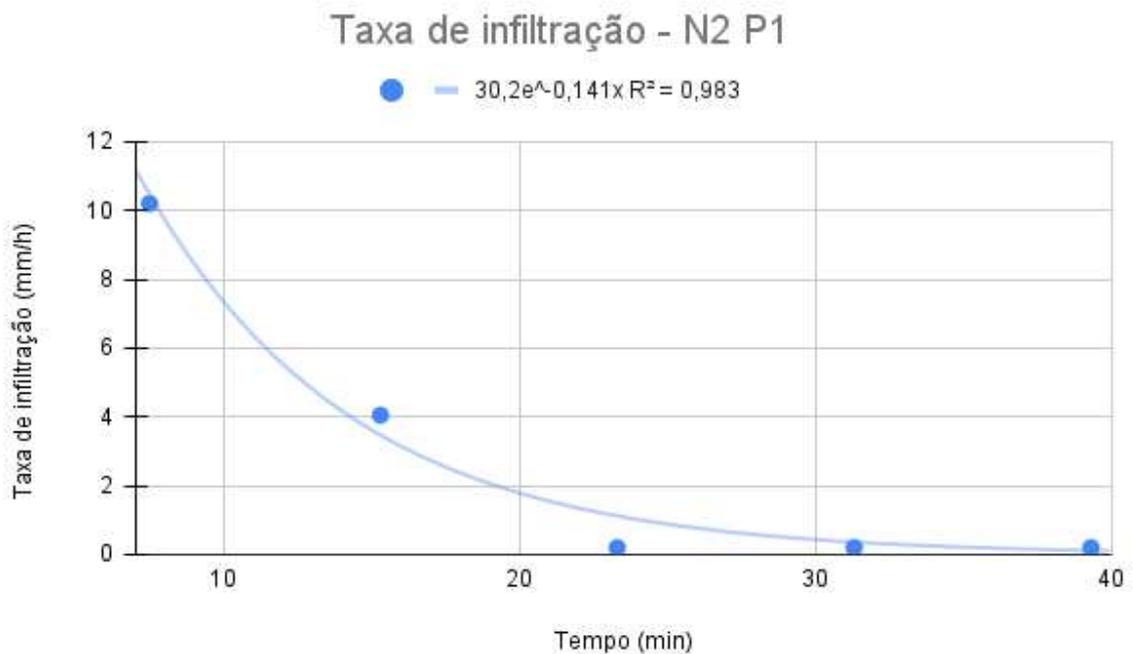
Fonte: o autor.

Figura 34 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 1, ponto 2, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2023



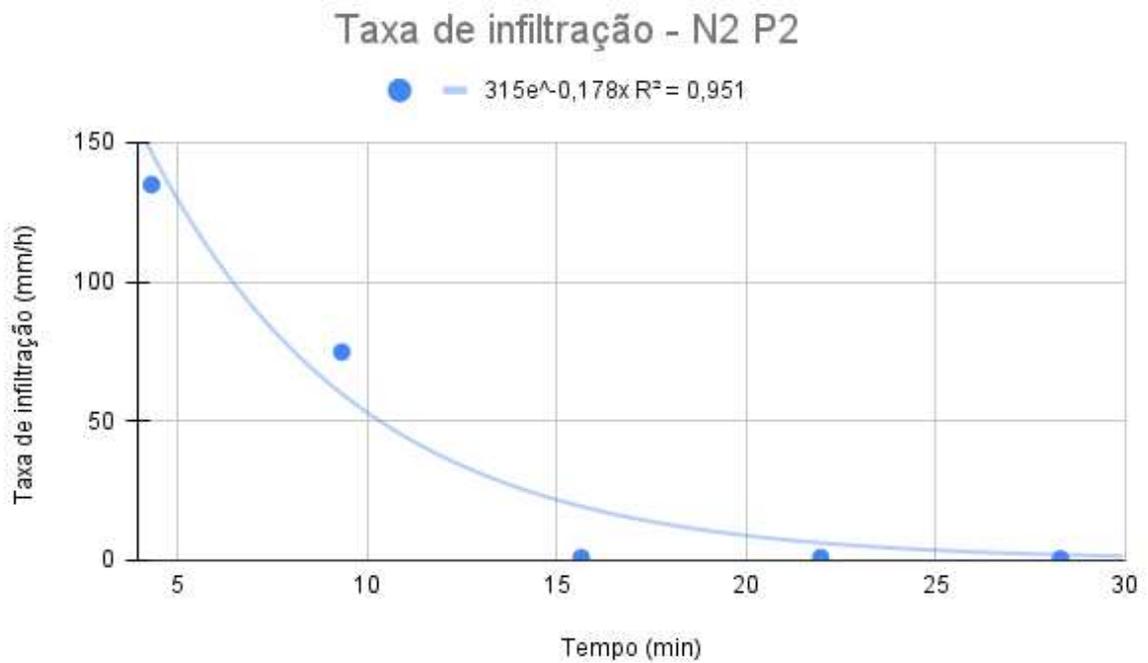
Fonte: o autor.

Figura 35 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 1, ponto 3, município de Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2023



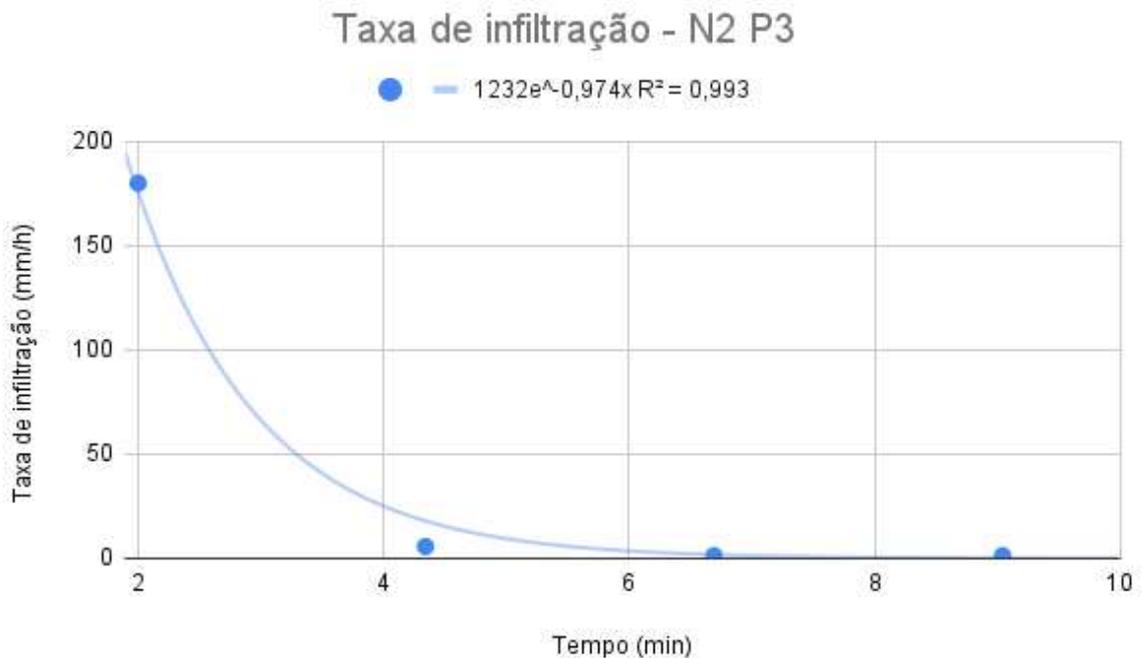
Fonte: o autor.

Figura 36 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 2, ponto 1, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023



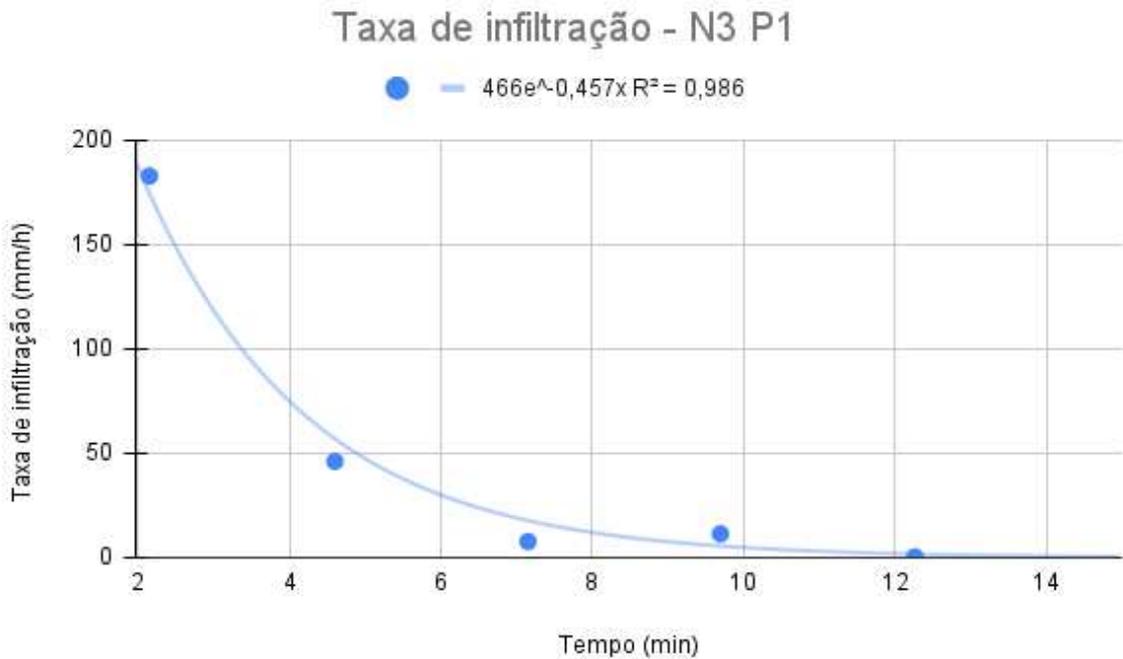
Fonte: o autor.

Figura 37 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 2, ponto 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023



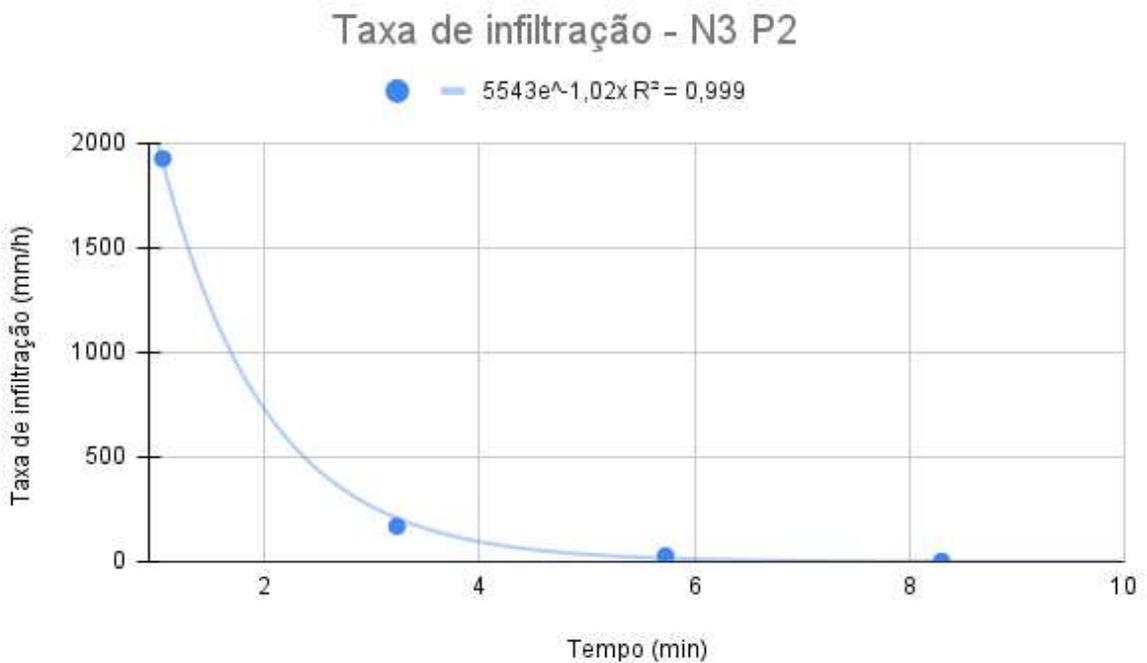
Fonte: o autor.

Figura 38 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 2, ponto 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023



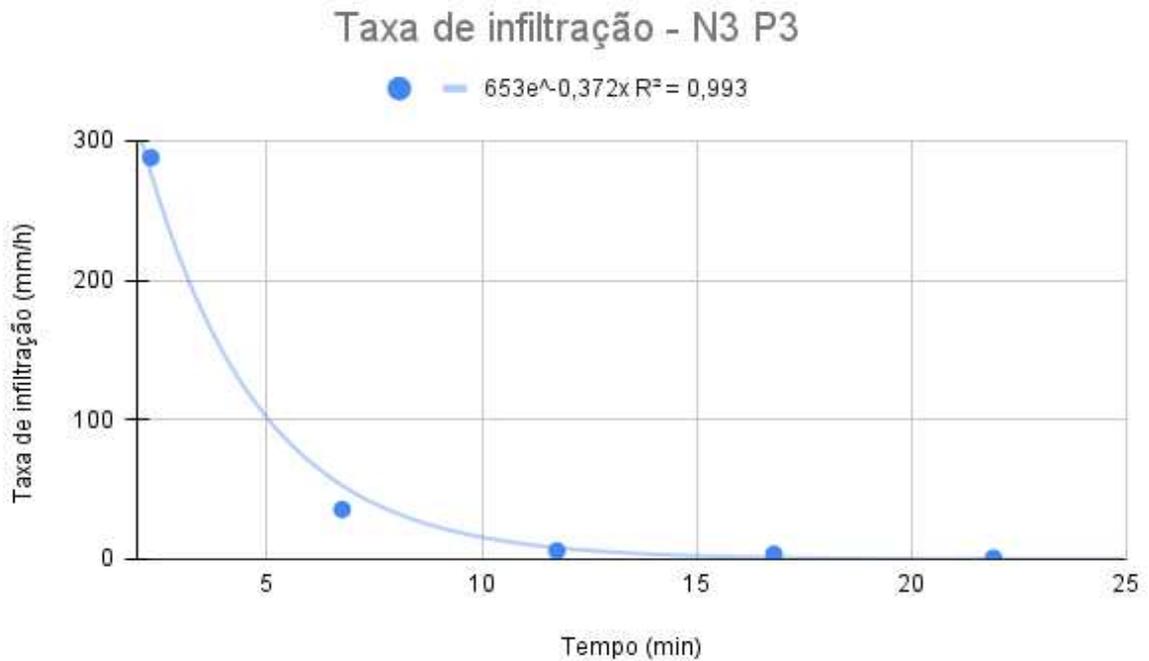
Fonte: o autor.

Figura 39 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 3, ponto 1, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023



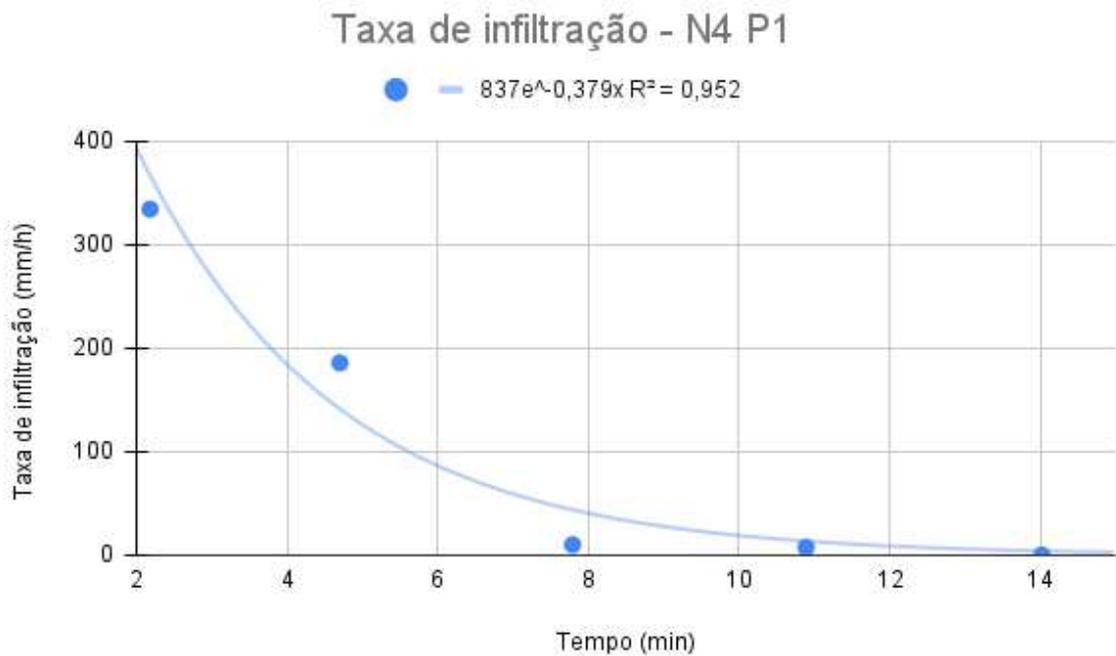
Fonte: o autor.

Figura 40 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 3, ponto 2, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023



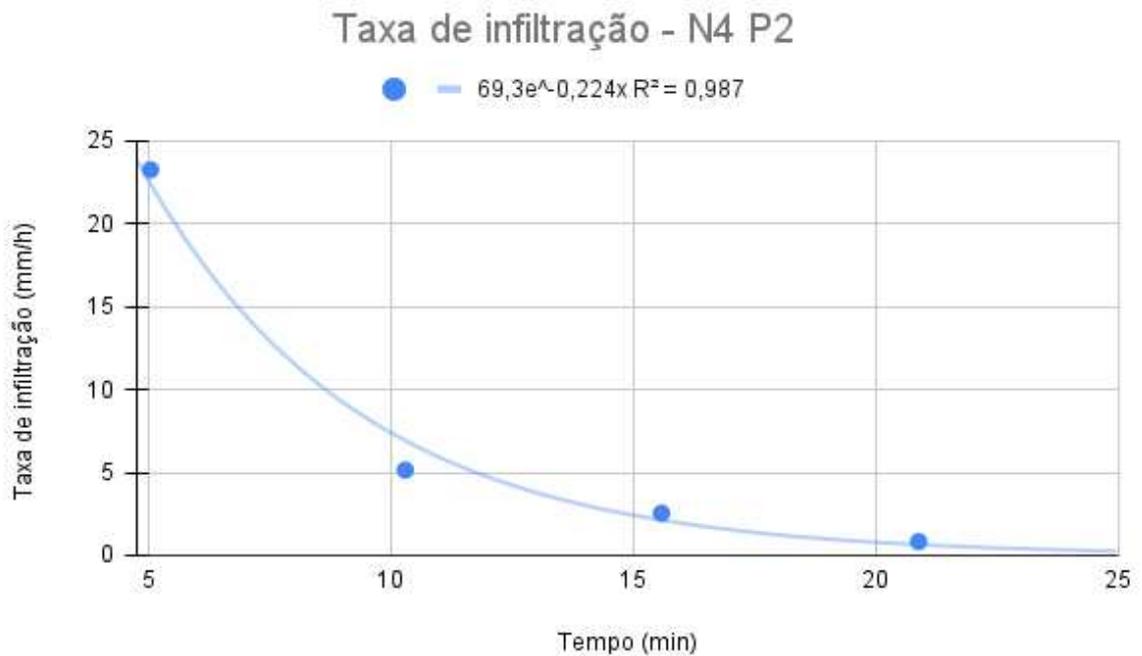
Fonte: o autor.

Figura 41 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 3, ponto 3, município de São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2023



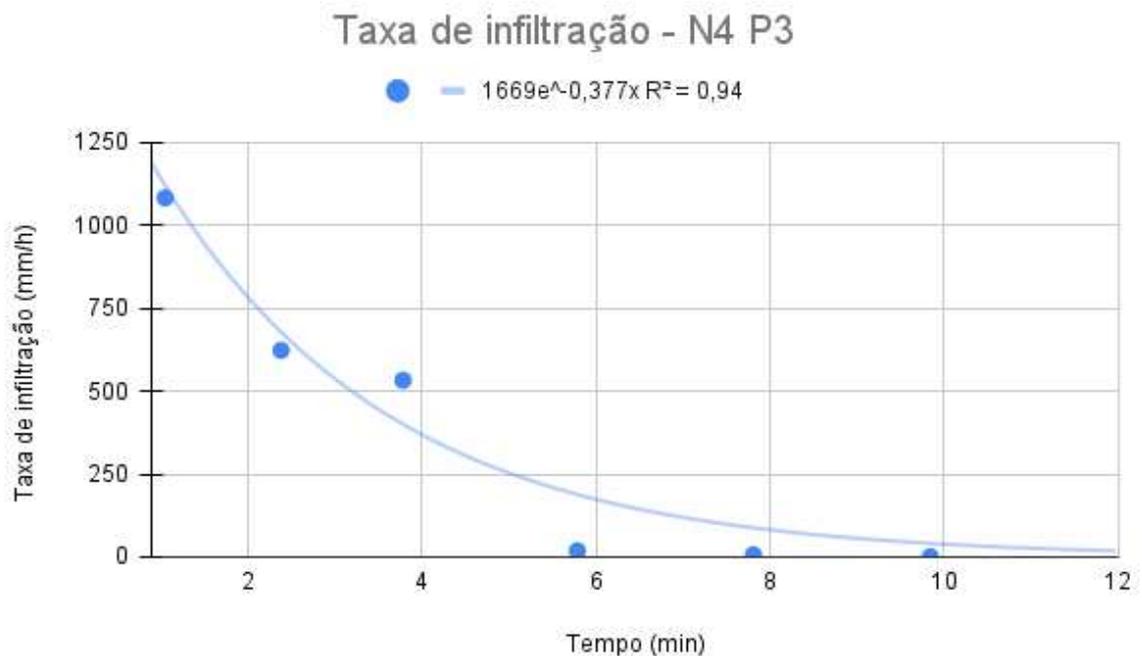
Fonte: o autor.

Figura 42 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 4, ponto 1, município de Mirai, Minas Gerais, 2023



Fonte: o autor.

Figura 43 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 4, ponto 2, município de Miraí, Minas Gerais, 2023



Fonte: o autor.

Figura 44 - Taxa de infiltração (mm/h) ajustada para a Equação de Horton na Nascente 4, ponto 3, município de Miraí, Minas Gerais, 2023

A taxa de infiltração da água no solo pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles o grau de compactação do solo, bem como sua porosidade, densidade e textura, além da umidade atual, tempo, condutividade hidráulica e vegetação cultivada na superfície. Como a infiltração é um processo vertical e descendente, à medida que o tempo passa, a capacidade de infiltração diminui e tende a uma taxa constante, a qual é entendida como a condutividade hidráulica da camada limitante (Klein, 1998). Outra resposta que a taxa de infiltração fornece é sobre a qualidade estrutural do solo que, assim como sua relação com o tamanho dos poros e a resistência dos agregados, a rápida estabilização da infiltração indica a degradação do solo e uma baixa estabilidade do perfil do solo (Duley, 1939).

Diante disso e da pesquisa realizada por Kertzmann (1996), em que também foi ensaiado com infiltrômetros cilíndricos duplos concêntricos e encontrou o valor de taxa constante de infiltração igual a 139 cm/h (1390 mm/h) para uma realidade de Latossolo Vermelho Distrófico em mata nativa e também para área agricultada com plantio direto, foi tomado como base para classificar as taxas de infiltração como altas ou baixas de acordo com as realidades similares deste experimento, essencialmente para a Nascente 4.

Por outro lado, um estudo conduzido por Bertol (1998) mostrou um resultado para pastagem com forragem e superpastejo de gado igual a uma taxa de infiltração de 10 mm/h. Além desse, Miguel (2009) chegou num valor de 66 mm/h para a taxa de infiltração em realidade de pastagem com a presença de braquiária em sistema rotacionado de pastejo de gado e Bono (2012) encontrou o valor de VIB (Velocidade de Infiltração Básica) de 337 mm/h para pastagem contínua e adubada em latossolo. Portanto, considerando que as Nascentes 1, 2 e 3 estão inseridas num contexto de pastagem com pastejo moderado, tomou-se como referência o último valor para analisar os dados obtidos neste experimento.

Assim, pode-se afirmar que a Nascente 4, na condição de mata nativa, mostrou resultados um pouco abaixo da referência de 1390 mm/h, especialmente no ponto da encosta da vertente, porém não apresentou alta RMSP e nem baixa umidade. Isso pode ser explicado pela boa estrutura do solo e pela sua saturação, contando que a análise foi realizada próxima de dias de chuva intensa.

Ainda, para as situações de pastagem, os pontos de taxa de infiltração mais baixa foram os entornos das Nascente 1 e 2, os quais estavam visivelmente muito úmidos e podem ter estabilizado pelo elevado teor de umidade, já que não obtiveram alta RMSP; na encosta da Nascente 2, que apresentou presença de fragmentos rochosos e pode ter a infiltração dificultada, pois obteve a maior RMSP; e o topo de morro da Nascente 3, o qual teve uma elevação na

RMSP compara aos outros pontos da mesma microbacia, mas manteve considerável umidade no solo.

Ressalta-se também que a pequena quantidade de pontos coletados nos ensaios de infiltração se deve ao fato de terem sido realizados em época chuvosa que, por consequência, o solo se encontrava muito úmido e já com relativa quantidade de água infiltrada, por isso a rápida estabilização. Além disso, Duley (1939) também afirmou que a taxa de infiltração decai de acordo com a diminuição da oferta de forragem, ou seja, cobertura do solo, o que é comum em manejo de pastagem.

5.2.2 Umidade atual do solo

A análise de umidade atual do solo apresentou resultados considerados de alta umidade para alguns pontos e umidade média para os demais, de acordo com um estudo realizado por Ralisch (2008) que apresentou uma média de 25% para o teor de umidade em pastagens e florestas de latossolo vermelho amarelo. Desse modo, na Tabela 7 são apresentados os dados obtidos para os três pontos de cada uma das quatro microbacias de estudo.

Tabela 7 - Teor de umidade atual do solo (%) nos três pontos das quatro microbacias, nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, Minas Gerais, 2024

Microbacia (Nascente)	Ponto	Teor de umidade atual do solo (%)
1	P1	52
	P2	72
	P3	63
2	P1	41
	P2	30
	P3	58
3	P1	28
	P2	32
	P3	40
4	P1	59
	P2	59
	P3	48

P1 = entorno da nascente; P2 = encosta da vertente; P3 = topo de morro.

Fonte: o autor.

Conforme apresentou Cherlinka (2022), o nível de umidade ideal do solo deve estar entre o PMP (Ponto de Murcha Permanente) e a CC (Capacidade de Campo), pois é o intervalo em que as plantas encontram água disponível. Dessa maneira, um solo saturado pode chegar até a 45% de teor de umidade, o que varia de acordo com a textura, mais argilosa ou arenosa. Para o caso desse experimento, baseou-se no valor de Ralisch (2008) e constatou-se que todos os pontos analisados se encontraram com alta umidade atual do solo.

Os pontos analisados mantiveram uma média para o teor de umidade do solo entre 30 e 60%, exceto o ponto 2 de nascente 1 que extrapolou com um valor de 72% e o ponto 1 da nascente 3 que teve a menor umidade apresentada, 28%. Isso se justifica pela contínua quantidade de chuva que precedeu o dia em que a análise foi efetuada, além da boa estruturação dos solos das microbacias.

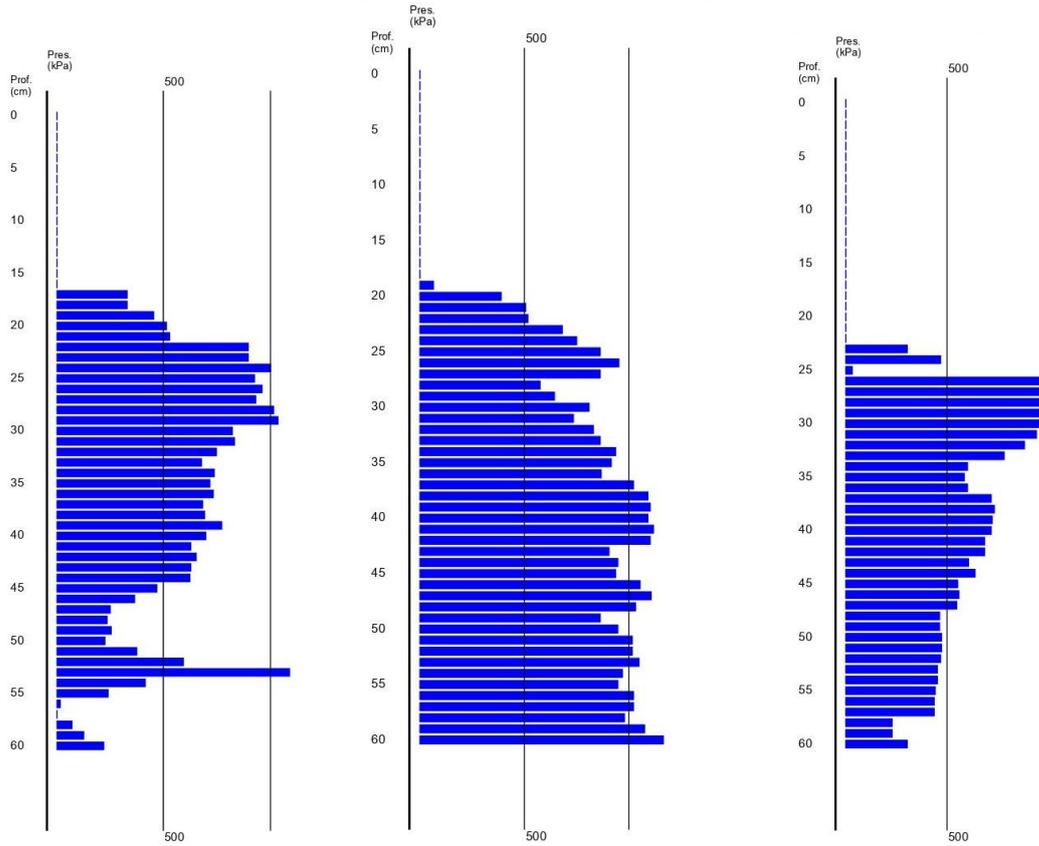
5.2.3 Resistência mecânica do solo à penetração

Os resultados de RMSP (Resistência Mecânica do Solo à Penetração) foram sintetizados na Tabela 8 e podem ser entendidos como grau médio ou alto de compactação do solo nos pontos analisados, comparados com o estudo de Taylor (1996). Além disso, as Figuras 45, 46, 47 e 48, exibem, respectivamente, os gráficos da distribuição da pressão pela RMSP no perfil do solo dos pontos 1, 2 até o 3 em cada microbacia (Nascente 1, 2, 3 e 4).

Tabela 8 - Resultado da pressão máxima e média nos pontos de análise da Resistência Mecânica do Solo à Penetração (RMSP), nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Miraí, Minas Gerais, 2023

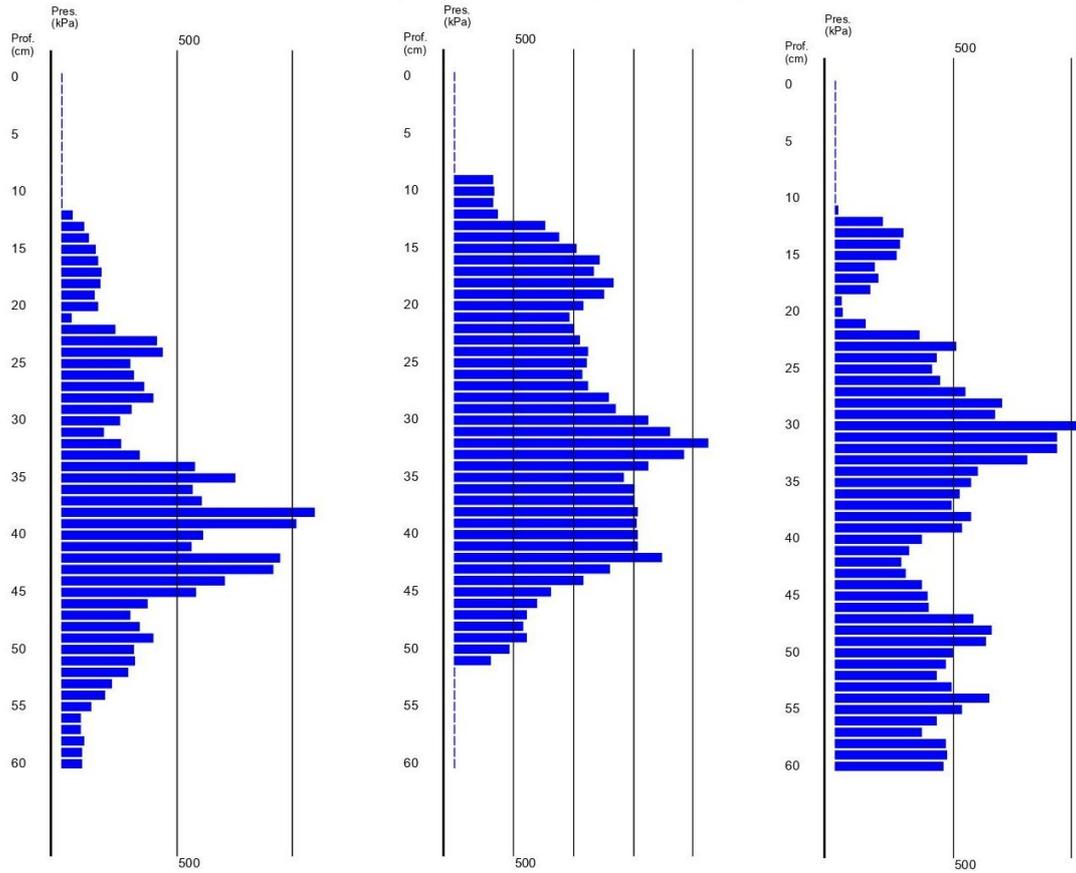
Microbacia (Nascente)	Ponto	Pressão máxima (kPa)	Profundidade da pressão máxima (cm)
1	P1	1090	53
	P2	1167	60
	P3	1160	26
2	P1	1098	38
	P2	2126	32
	P3	1067	30
3	P1	611	38
	P2	595	40
	P3	1485	55
4	P1	1461	22
	P2	479	23
	P3	1794	31

P1 = entorno da nascente; P2 = encosta da vertente; P3 = topo de morro.



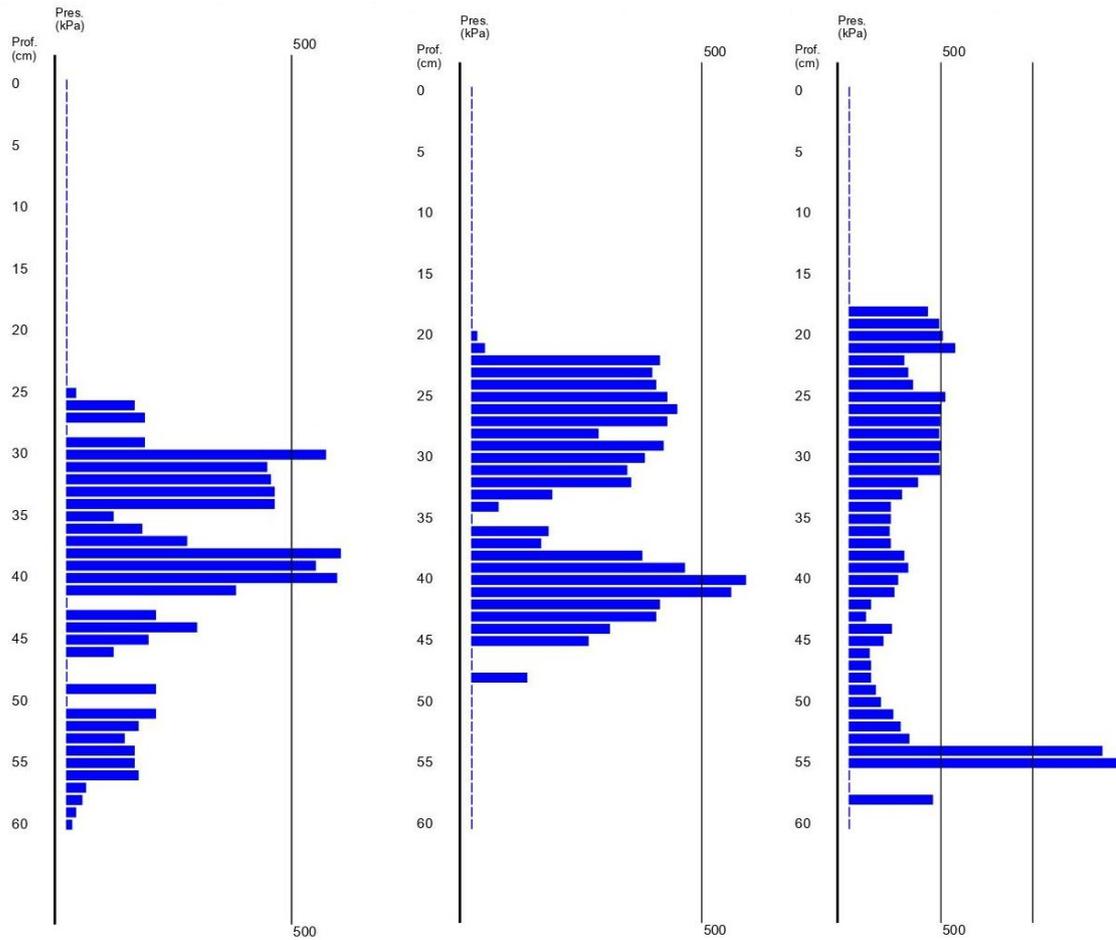
Fonte: o autor.

Figura 45 - Distribuição da pressão (kPa) através da RMSP no perfil do solo e as profundidades (cm) nos pontos consecutivos, P1, P2 e P3 da Nascente 1, Rosário da Limeira, Minas Gerais, 2024



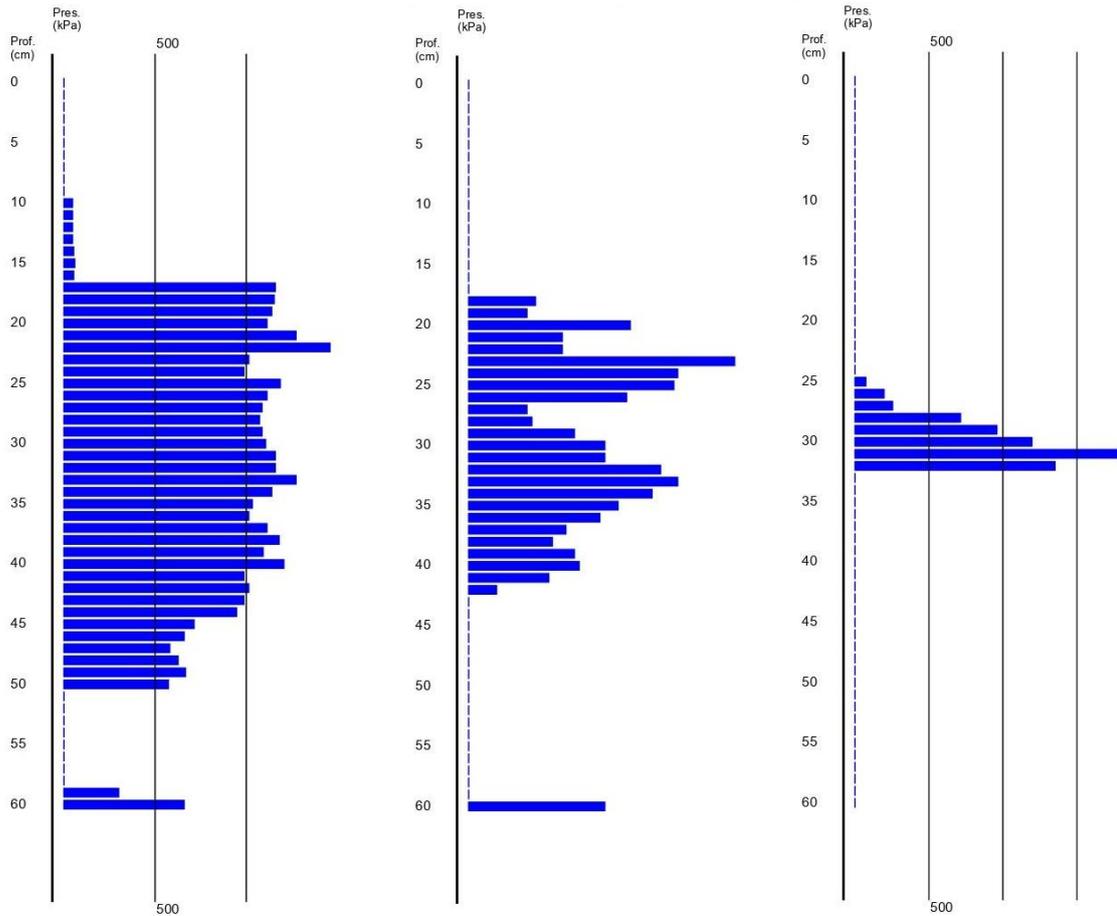
Fonte: o autor.

Figura 46 - Distribuição da pressão (kPa) através da RMSP no perfil do solo e as profundidades (cm) nos pontos consecutivos, P1, P2 e P2 da Nascente 2, São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2024



Fonte: o autor.

Figura 47 - Distribuição da pressão (kPa) através da RMSF no perfil do solo e as profundidades (cm) nos pontos consecutivos, P1, P2 e P2 da Nascente 3, São Sebastião da Vargem Alegre, Minas Gerais, 2024



Fonte: o autor.

Figura 48 - Distribuição da pressão (kPa) através da RMSP no perfil do solo e as profundidades (cm) nos pontos consecutivos, P1, P2 e P2 da Nascente 4, Miraí, Minas Gerais, 2024

De acordo com experimentos realizados em campo, Taylor (1996) chegou a um resultado para resistência máxima igual a 2 MPa (2000 kPa) como sendo o limite em que é possível o crescimento das raízes de plantas no solo. Dessa forma, tomou-se como referência esse valor para classificar os dados obtidos como alto grau de compactação aqueles que ultrapassaram essa marca. Assim, Silva (2003) reforça que quanto mais alta for a pressão pela RMSP, maior é a compactação das camadas do solo, especialmente num solo seco.

Os resultados apontaram baixa pressão nos pontos 1 e 2 da nascente 3 nas camadas mais superficiais do solo. Em contrapartida, a maior pressão foi encontrada no ponto 2 da nascente 2 a uma profundidade de 32 cm, o qual foi o único a extrapolar a marca de 2000 kPa. Em geral, as pressões máximas estiveram próximas a 1000 kPa e à profundidade em torno de 20 a 50 cm, salvo o ponto 2 da nascente 1 que chegou a 60 cm.

5.2.4 Análise dos resultados de taxa de infiltração da água no solo, umidade atual do solo e RMSP

A Nascente 1, caracterizada por área de pastagem e presença de gado, teve uma taxa de infiltração baixa no Ponto 1, mas é explicada pela alta umidade do solo, o qual apresentou uma visível saturação por causa das chuvas nos dias antecedentes. Já o Ponto 2 apresentou uma taxa de infiltração maior do que os outros dois pontos, mesmo com a maior umidade comparadas a todos os pontos analisados. E o Ponto 3 mostrou uma velocidade constante final relativamente baixa, mas também estava com alta umidade no solo. Assim, todos os três pontos foram considerados médio grau de compactação por não terem ultrapassado a marca de 2000 kPa.

A Nascente 2, que também possui uma realidade de pastagem e pisoteio de gado, expressou baixa taxa de infiltração para os pontos 1 e 2, os quais mostraram umidade alta no solo. No caso do Ponto 3, a taxa de infiltração foi elevada, assim como a umidade, e isso foi observado porque é uma área um pouco mais arenosa do que as demais. Para a compactação, os Pontos 1 e 3 foram classificados em médio grau, mas o Ponto 2 obteve a maior pressão comparado aos outros pontos das demais microbacias, e isso pode ser justificado pela presença de rochas na superfície e na subsuperfície da encosta.

A Nascente 3, uma propriedade de pastagem, gado e encostas íngremes, expressou as menores pressões à RMSP e, também, altas velocidades constantes finais de infiltração da água no solo nos Pontos 1 e 2, e por outro lado, menores teores de umidade, o que indica um efetivo fluxo da água no perfil do solo. Porém, o Ponto 3 apresentou baixa velocidade de infiltração, maior teor de umidade do solo e uma maior pressão mecânica do solo, o que evidencia maior grau de compactação do que os outros dois pontos.

A Nascente 4, que possui uma situação de mata nativa conservada e presença de bastante serapilheira no solo, mostrou elevado teor de umidade nos três pontos, mas baixa velocidade de infiltração da água no solo no Ponto 2, o qual obteve menor pressão da RMSP e isso pode ter ocorrido por motivos relacionados à grande quantidade de água já presente no solo antes do início do ensaio. O Ponto 3 apresentou alta pressão, mas também alta velocidade constante final de infiltração, o que se deve ao proeminente volume de serapilheira presente no solo e favorece a sua estrutura de modo a facilitar a infiltração da água.

Contudo, os resultados apresentados na Tabela 9 permitem afirmar ainda que a Correlação de Pearson da vazão com as demais variáveis prediz valores satisfatórios, como que quanto maior a RMSP, menor a vazão; assim como maior a umidade atual do solo, menor também será a vazão das nascentes pela concentração da água nos macroporos do solo; mas

quanto maior a taxa de infiltração da água no solo, maior a vazão das nascentes nas microbacias. Já em relação à precipitação, a sua correlação negativa com a RMSP diz que se a quantidade de chuvas for alta, baixa será a compactação do solo; porém os valores positivos para a taxa de infiltração e umidade atual do solo podem conduzir à afirmação de que elas aumentam com a presença de chuva.

De modo análogo, a taxa de infiltração apresentou forte correlação negativa com a RMSP, pois quanto maior a compactação do solo, mais difícil será o movimento da água no perfil do solo; e quanto mais saturado o solo, também será difícil de acontecer a infiltração. Todavia, a correlação entre umidade atual do solo e RMSP resultou num valor positivo inesperado, mesmo tendo sido estatisticamente significativo. Com isso, vale ressaltar que todas as correlações foram estatisticamente significativas, de acordo com os resultados para os p-valores do teste F de Graybill.

Tabela 9 - Matriz do coeficiente Correlação de Pearson (r) para os dados pareados de vazão (L/s), precipitação (mm), RMSP (kPa), umidade atual do solo (%) e taxa de infiltração da água no solo (mm/h) nos municípios de Rosário da Limeira, São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai, Minas Gerais, 2024

	r				
	Vazão	Precipitação	RMSP	Umidade atual do solo	Taxa de infiltração da água no solo
Vazão	1	0,63	-0,26	-0,29	0,27
Precipitação	0,63	1	-0,06	0,11	0,02
RMSP	-0,26	-0,06	1	0,11	-0,97
Umidade atual do solo	-0,29	0,11	0,11	1	-0,21
Taxa de infiltração da água no solo	0,27	0,02	-0,97	-0,21	1

Fonte: o autor.

6. CONCLUSÃO

Em suma, os resultados deste estudo direcionam para as conclusões:

- As microbacias seguiram o padrão de regime de vazão e pluviometria esperados para a sazonalidade da região, exceto a Nascente 1;
- A vazão zero na Nascente 1 se justifica notadamente pela captação alternativa do proprietário e não por questões ambientais, já que apresentou a maior precipitação anual acumulada e não demonstrou criticidade nos parâmetros físicos. Além disso, deixa evidente a não implicação dos efeitos da atividade mineradora sobre a conservação das microbacias hidrográficas, sobretudo por ter sido constatado em situação de pré-mineração;
- A vazão e a precipitação, coletados de forma pareada, apresentam alta correlação e confirmam a influência que a quantidade de chuva tem sobre o volume de água disponível em nascentes;
- O vertedor se mostrou um método eficaz e simples de operar, além de otimizar a manutenção ao longo do ano por não precisar reconstruir no período chuvoso, como no caso das barragens de terra, apesar de ser estatisticamente diferente do método direto;
- A qualidade da água deve ser monitorada continuamente, especialmente pela queda do IQA no período chuvoso nas quatro microbacias, pela concentração de Alumínio dissolvido encontrada na Nascente 1 e pela possível contaminação biológica por fezes de animais na Nascente 3, além da alteração de fosfato em todas as microbacias;
- As análises físicas não apontaram situação crítica para a degradação das microbacias, pois a RMSP não alegou compactação do solo a níveis elevados, mas a Taxa de infiltração da água no solo pode ser um parâmetro melhorado no processo de reabilitação e reconformação do solo, na situação de pós-lavra;
- As microbacias indicadas ao monitoramento automatizado da vazão, precipitação e altura do nível do lençol freático são: Nascente 2, 3 e 4. Isso se deve ao fato de manterem os critérios de acessibilidade e operacionalidade, além de continuarem dentro do direito minerário da empresa parceira do estudo (CBA - Companhia Brasileira de Alumínio). Com isso, far-se-á necessária a instalação de equipamentos como: pluviógrafo, piezômetro e calha H com sensor de vazão;
- A quantidade e qualidade da água de nascentes depende diretamente do estado de conservação das bacias hidrográficas, por isso se tornam tão importantes as práticas conservacionistas.

REFERÊNCIAS

ABAL. **Bauxita no Brasil: Mineração responsável e competitividade.** São Paulo, SP: Associação Brasileira do Alumínio – ABAL, 2017.

BASTOS, R. K. X. **Apostila de aulas teóricas: Qualidade da água.** Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

BERTOL, Ildegardis et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 779-786, 1998.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. **Precipitação.** In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre - RS: Ed. Universidade/UFRGS; ABRH, 2001. p. 391–442.

BONO, José Antonio Maior et al. Infiltração de água no solo em um Latossolo Vermelho da região sudoeste dos cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1845-1853, 2012.

BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. MMA, 1997.

BRASIL. **Proteção da vegetação nativa.** Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. 2012.

CALHEIROS, R. de Oliveira et al. **Preservação e recuperação das nascentes.** Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ. Piracicaba. 2004.

CÂMARA, C. D.; LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **Critérios e indicadores hidrológicos de monitoramento em microbacias.** LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. As florestas plantadas e a água implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: RiMa. 2006. p. 109-140.

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Enquadramento**. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/instrumentos-de-gestao/enquadramento>. Acesso em 26 mar. 2024.

CETESB. **Relatório da Qualidade das Águas Superficiais**. Apêndice C - Índice de Qualidade das Água. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, 2013.

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Porto Alegre, 2015. 336p.

DA SILVEIRA, Lucas Jesus et al. Seleção de microbacias para fins de Monitoramento hidrológico: estudo de caso em área de mineração de bauxita. **Engenharia Florestal Desafios, Limites e Potencialidade**. 1ed. Guarujá-SP: Editora Científica Digital, v. 1, p. 793-807, 2020.

DIAS, Herly C. T. et al. **Curso de Pluviômetro na Semana do Produtor Rural da UFRV**. Laboratório de Hidrologia Florestal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.

DONAGEMMA, Guilherme Kangussú et al. **Manual de métodos de análise de solos**. Embrapa solos. Rio de Janeiro, 2011. 230 p.

DOS SANTOS, Humberto Gonçalves, et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF : Embrapa, 2018. 356 p.

DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intalce of water by soils. Soil Science Society of America. Proceedings, Madison, v.4, p.60-64, 1939.

ESTAIANO, João Claudio. **Impactos da mineração de areia em planícies fluviais meândricas da bacia hidrográfica do Alto Tietê: o caso do rio Embu Guaçu, São Paulo-SP**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FREITAS, João Paulo Oliveira de. **PROCESSOS HIDROLÓGICOS EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE BAUXITA NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2018.

IBGE. **Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil**. Brasil, 2021.

IBGE. **Cidades e Estados**. Censo de 2022. Rio de Janeiro, 2022.

IBGE. **Banco de Dados e Informações Ambientais**. 2023. Disponível em <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>> Acesso em: abr. de 2024.

KERTZMANN, F.F. **Modificações na estrutura e no comportamento de um Latossolo Roxo provocados pela compactação**. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 1996.

KLEIN, V.A. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um Latossolo Roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 150p. Piracicaba, 1998.

KOPPEN. **Classificação climática de Koppen para os municípios brasileiros**. Brasil, 2023. Disponível em <<https://koppenbrasil.github.io/>>. Acesso em fevereiro de 2024.

LEAL, Mariana Santos et al. **Caracterização hidroambiental de nascentes**. Revista Ambiente & Água, v. 12, p. 146-155, 2017.

LOPES, L. M.; CARVALHO, A. **Gênese da bauxita de Mirai, MG**. Revista Brasileira de Geo-ciências, v.19, n.4, p.462-469, 1990.

MARTINS, F.B. et al. **Zoneamento Ambiental da sub – bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS)**. Estudo de caso. Cerne, Lavras, v.11, n.3, p.315-322, jul./set. 2005.

MIGUEL, Fernanda Ribeiro Marques; VIEIRA, Sidney Rosa; GREGO, Célia Regina. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1513-1519, 2009.

MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. 2003. 96p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2010. 4 ed. 388 p.

PÉ VERMELHO AMBIENTAL. **Conhecendo e preservando as nascentes**. 2017. Disponível em <<https://pevermelhoambiental.com.br/blog/conhecendo-e-preservando-as-nascentes-CDS8903>> Acesso em 21 nov de 2023.

PINHEIRO, J. A. C.; DIAS, H. C. T.; PAIVA, H. N.; SILVA, C. M.; FERNANDES FILHO, E. I.; OLIVEIRA NETO, S. N. D.; BARBOSA, R. A. **Processos hidrológicos na bacia hidrográfica do Córrego Zerede em Timóteo-MG**. *Ciência Florestal*, v. 29, p. 1658-1671, 2019.

PIROLI, E. L. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. In: *Água e bacias hidrográficas: planejamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas*. São Paulo: Editora UNESP, 2022, pp. 87-123.

RALISCH, Ricardo et al. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 381-384, 2008.

REVISTA ALUMÍNIO. **Especial Mineração de Bauxita - Como é feita a extração e qual a importância da atividade para o Brasil**: Matéria-prima do alumínio é minerada de maneira sustentável no país, mas projetos de lei podem inviabilizar a atividade. 2019. Disponível em: <https://revistaaluminio.com.br/especial-mineracao-de-bauxita-como-e-feita-a-extracao-e-qual-a-importancia-da-atividade-para-o-brasil/>. Acesso em: 10 out. 2023.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2003. 62 p.

SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.) 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>. Acesso em fevereiro de 2024.

SILVA, V.R. **Propriedades físicas e hídricas em solos sob diferentes estados de compactação**. 171p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2003.

SILVEIRA, I. I. da. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica** (Capítulo 2 - trecho). In TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 3ª ed., 2004. 943 p.

SILVEIRA, Lucas Jesus da. **Seleção, caracterização e eleição de microbacias com jazidas de bauxita para fins de monitoramento automatizado**. 2022. 103 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2022.

SILVEIRA, A. L.; LOUZADA, J. A.; BELTRAME, L. F. **Infiltração e Armazenamento no Solo**. In: TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre - RS: Ed. Universidade/UFRGS; ABRH, 2001. p. 336–372.

SOUZA, J. O. **Dos sistemas ambientais ao sistema fluvial - uma revisão de conceitos**. Caminhos de Geografia, v. 14, n. 46, p. 224–233, 2013.

SUBRAMANYA, K. *Engineering Hydrology*. 3ª edição. Nova Delhi: Tata-McGraw-Hill. 2008.

TAFFARELLO, D.; LOMBARDI, R. K. S.; GUIMARÃES, J.; ZAFFANI, A. G.; CALIJURI, M. C.; MENDIONDO, E. M. **Plano de Monitoramento Hidrológico do Projeto Produtor de Água nas Bacias PCJ**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves, 2013. p. 17-22.

TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER JUNIOR, J.J. **Soil strength-root penetration relations for medium- to coarse-textured soil materials**. Soil Science, v.102, p.18-22, 1966.

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local.** Revista Brasileira Multidisciplinar, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.

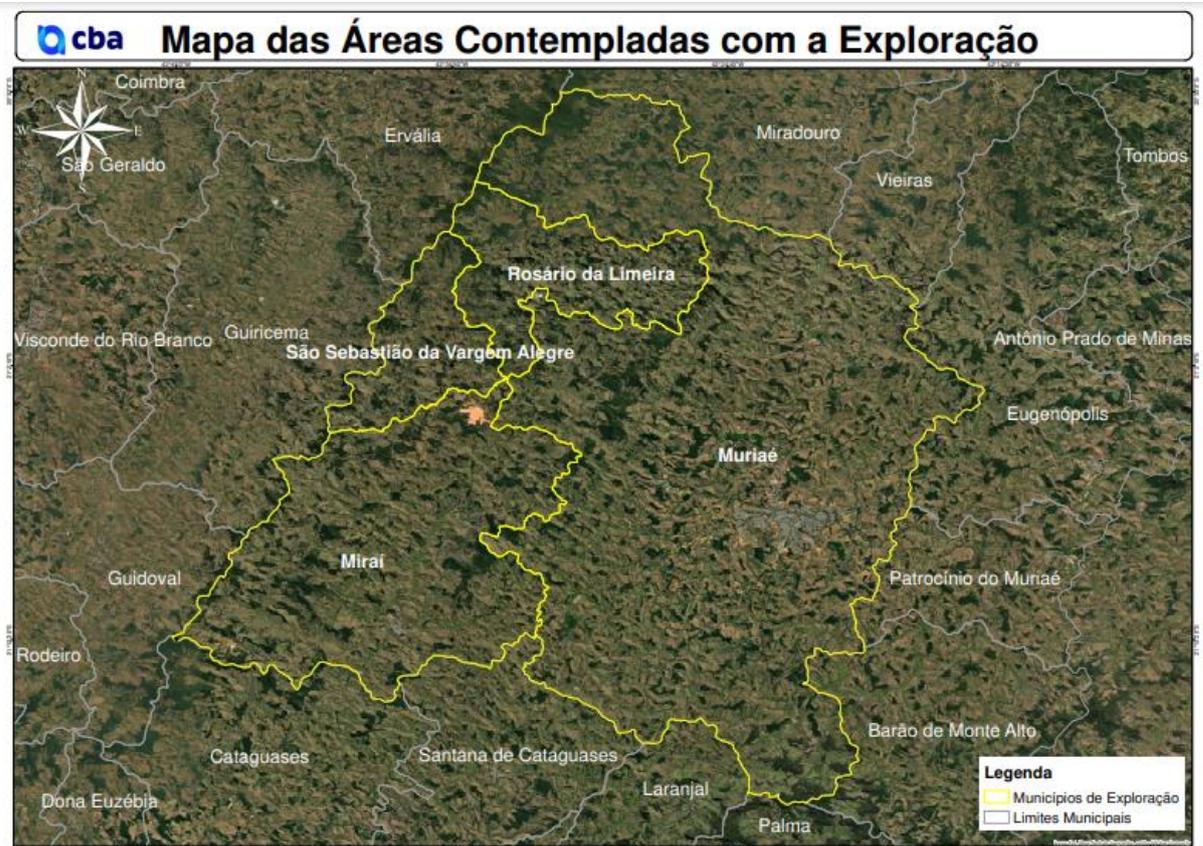
TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 3ª ed., 2004. 943 p.

TURF-TEC INTERNATIONAL. **Turf-Tec Infiltrometer Easy to use Double Ring Infiltrometer.** USA. Disponível em: <https://store.turf-tec.com/IN2lit.html>. Acesso em 20 fev. 2024.

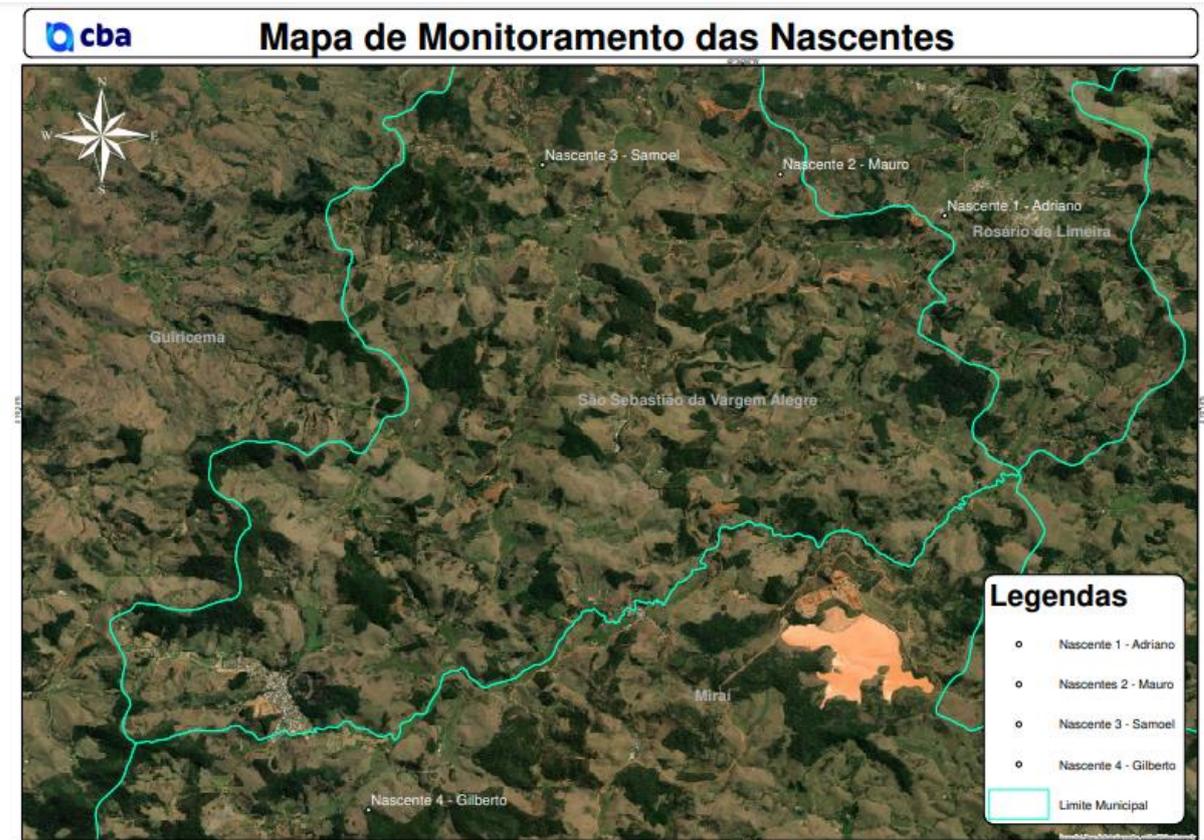
VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1975.

WWF BRASIL. **Nascentes do Brasil: Estratégias para a proteção de cabeceiras em Bacias Hidrográficas.** Imprensa Oficial. São Paulo, 2007.

**ANEXO A - Mapa das áreas contempladas com a exploração de bauxita pela CBA na
Zona da Mata mineira**



ANEXO B - Mapa de monitoramento das nascentes





Laboratório de Análises Ambientais e Solos

Relatório de Ensaios Nº: 137.2023.V0.B	
01. Dados da Solicitação:	
Solicitante:	
Razão Social:	Universidade Federal de Viçosa
Ordem de Trabalho:	8.2023.V0 Plano Amostragem: 29.2023.V0
Contato:	Bruna Queiroz E-mail: bruna.queiroz@ufv.br

02.1. Dados da Amostragem:28524.2023	
Descrição da Amostra:	Nascente 1 Data de Amostragem: 31/08/2023
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Nublado, Vento ausente, Temp Ambiente 23,40°C, Temp Transporte 30,90°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Coordenadas:	23K 754134 7674449
Data Recebimento:	31/08/2023
Data Conclusão Amostra:	31/08/2023
Resultados	
Parâmetros	Resultados Un Incerteza L.Q. Início Ensaio Metodologia
Amostra não coletada	Ponto seco - - - 31/08/2023 ABNT NBR 9898/87 e SMWW 23ªMétodo 1060 A,B e C

Opiniões e Interpretações:Ponto seco

03.1. Dados da Amostragem:28525.2023	
Descrição da Amostra:	Nascente 1 Data de Amostragem: 31/08/2023
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Nublado, Vento ausente, Temp Ambiente 23,90°C, Temp Transporte 30,40°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Data Recebimento:	31/08/2023
Data Conclusão Amostra:	31/08/2023
Resultados	
Parâmetros	Resultados Un Incerteza L.Q. Início Ensaio Metodologia
Amostra não coletada	Ponto seco - - - 31/08/2023 ABNT NBR 9898/87 e SMWW 23ªMétodo 1060 A,B e C

Opiniões e Interpretações:Ponto seco

Legenda



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 137.2023 || Data Emissão:13/09/2023 - Página.:1/2



Laboratório de Análises Ambientais e Solos

Relatório de Ensaio tipo B

SMEWW* - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition
Procedimento Amostragem: PO-001 - PO-VM-AL-ZM-LAB-001_Procedimento_de_coleta

Informações Importantes:

Ensaio de Amostra não coletada executados *in loco*

PRISCILA CRUZ ROCHA
CRQ-MG 021003518
TÉCNICO QUÍMICO PLENO

Rodrigo Domingos
CRQ-MG 02103202
SUPERVISOR DE QUALIDADE

Os resultados acima apresentados se referem exclusivamente às amostras analisadas.
Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alterações.
Código de Verificação: 0011700000023000558490202300000



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 137.2023 || Data Emissão:13/09/2023 - Página.:2/2



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Relatório de Ensaios Nº: 137.2023.V0.A

01. Dados da Solicitação:

Solicitante:

Razão Social: Universidade Federal de Viçosa
Ordem de Trabalho: 8.2023.V0 **Plano Amostragem:** 29.2023.V0
Contato: Bruna Queiroz **E-mail:** bruna.queiroz@ufv.br

04.1. Dados da Amostragem:28526.2023

	Descrição da Amostra:	Nascente 2	Data de Amostragem:	31/08/2023
	Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta		
	Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Nublado, Vento ausente, Temp Ambiente 39,90°C, Temp Transporte 41,10°C		
	Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Miral, s/n s/n s/n - Miral/MG CEP: 36790000		
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa			
Coordenadas:	23K 751950 7675183			
Data Recebimento:	31/08/2023			
Data Conclusão Amostra:	13/09/2023			

Resultados

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,12	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 B
Condutividade	10,6	µS/cm	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2510 B
Cor Verdadeira	<5,00	uC	±9,00 %	5,00 uC	01/09/2023	SMEWW* 23ªEd 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	±16,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	±8,00 %	1,00 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 5210 D
Escherichia coli	1,00	NMP/100 mL	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 9223 C
Ferro dissolvido	0,19	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 B



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
 Companhia Brasileira de Alumínio
 Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Miral - MG
 Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Ferro Total	0,47	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	<0,20	mg/L	±10,00 %	0,20 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	±10,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	±3,00 %	0,20 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	5,6	mg/L O ₂	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	7,9	U pH	±5,00 %	-	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 4500 H+B
Potencial Oxi-redução	<10,0	mV	±2,0	10,0	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	±10,0 %	1,0 mL/L	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	10,1	mg/L	±8,00 %	9,00 mg/L	04/09/2023	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	19,10	mg/L	±10,00 %	15,00 mg/L	06/09/2023	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	29,20	mg/L	±7,00 %	15,00 mg/L	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	23,9	°C	±3,0 %	-10,0 °C	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	4,2	UNT	±1,00 %	1,00 NTU	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

05.1. Dados da Amostragem:28527.2023						
Descrição da Amostra:	Nascente 2	Data de Amostragem:	31/08/2023			
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta					
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Nublado, Vento ausente, Temp Ambiente 39,90°C, Temp Transporte 41,10°C					
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000					
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa					
Data Recebimento:	31/08/2023					
Data Conclusão Amostra:	13/09/2023					
Resultados						
Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,09	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 B
Condutividade	11,2	µS/cm	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2510 B
Cor Verdadeira	<5,00	uC	±9,00 %	5,00 uC	01/09/2023	SMEWW* 23ªEd 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	±16,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	±8,00 %	1,00 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 5210 D
Escherichia coli	3,10	NMP/100 mL	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 9223 C
Ferro dissolvido	0,14	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 B
Ferro Total	0,59	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Fosfato Total	<0,20	mg/L	±10,00 %	0,20 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	±10,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	±3,00 %	0,20 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	7,8	mg/L O ₂	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 4500 -O-G
pH	7,8	U pH	±5,00 %	-	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 4500 H+B
Potencial Oxi-redução	<10,0	mV	±2,0	10,0	01/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	±10,0 %	1,0 mL/L	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 2540 F
Sólidos Suspensos	9,7	mg/L	±8,00 %	9,00 mg/L	04/09/2023	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	22,70	mg/L	±10,00 %	15,00 mg/L	06/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2540 C
Sólidos Totais Secos	32,40	mg/L	±7,00 %	15,00 mg/L	01/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2540 B
Temperatura água	23,9	°C	±3,0 %	-10,0 °C	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 2550B
Turbidez	4,1	UNT	±1,00 %	1,00 NTU	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: **559.01**

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Zircônio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

06.1. Dados da Amostragem: 28528.2023



Descrição da Amostra: Nascente 3 **Data de Amostragem:** 31/08/2023

Matriz e Origem Amostra: Água - Água Superficial/Bruta

Condições Ambientais: Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Nublado, Vento ausente, Temp Ambiente 29,40°C, Temp Transporte 32,60°C

Endereço Amostragem: Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Miral, s/n s/n - Miral/MG CEP: 36790000

Responsável pela Amostragem: clelio.sousa



Coleta S'UFV
Nascente 3
31/08/2023 12:12
23K 748970 7675358 (L7m)
Altitude: 769m
Dores da Vitória - MG

Coordenadas:

23K 748970 7674915

Data Recebimento:

31/08/2023

Data Conclusão Amostra:

13/09/2023

Resultados

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,17	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	12,9	µS/cm	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	<5,00	uC	±9,00 %	5,00 uC	01/09/2023	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	±16,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	±8,00 %	1,00 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	2,00	NMP/100 mL	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,18	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,45	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	<0,20	mg/L	±10,00 %	0,20 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	±10,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	±3,00 %	0,20 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miral - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	9,5	mg/L O ₂	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	7,0	U pH	±5,00 %	-	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 4500 H+B
Potencial Oxi-redução	<10,0	mV	±2,0	10,0	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	±10,0 %	1,0 mL/L	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	<9,00	mg/L	±8,00 %	9,00 mg/L	04/09/2023	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	28,40	mg/L	±10,00 %	15,00 mg/L	06/09/2023	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	30,40	mg/L	±7,00 %	15,00 mg/L	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	24,8	°C	±3,0 %	-10,0 °C	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	4,7	UNT	±1,00 %	1,00 NTU	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

07.1. Dados da Amostragem:28529.2023						
Descrição da Amostra:	Nascente 3	Data de Amostragem:	31/08/2023			
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta					
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Nublado, Vento ausente, Temp Ambiente 29,40°C, Temp Transporte 32,60°C					
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000					
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa					
Data Recebimento:	31/08/2023					
Data Conclusão Amostra:	13/09/2023					
Resultados						
Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,13	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 B
Condutividade	12,7	µS/cm	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2510 B
Cor Verdadeira	<5,00	uC	±9,00 %	5,00 uC	01/09/2023	SMEWW* 23ªEd 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	±16,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	±8,00 %	1,00 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 5210 D
Escherichia coli	4,10	NMP/100 mL	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 9223 C
Ferro dissolvido	0,24	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 B
Ferro Total	0,41	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Fosfato Total	<0,20	mg/L	±10,00 %	0,20 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	±10,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	±3,00 %	0,20 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	9,6	mg/L O ₂	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 4500 -O-G
pH	7,0	U pH	±5,00 %	-	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 4500 H+B
Potencial Oxi-redução	<10,0	mV	±2,0	10,0	01/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	±10,0 %	1,0 mL/L	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 2540 F
Sólidos Suspensos	<9,00	mg/L	±8,00 %	9,00 mg/L	04/09/2023	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	24,90	mg/L	±10,00 %	15,00 mg/L	06/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2540 C
Sólidos Totais Secos	28,00	mg/L	±7,00 %	15,00 mg/L	01/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 2540 B
Temperatura água	24,8	°C	±3,0 %	-10,0 °C	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 2550B
Turbidez	4,6	UNT	±1,00 %	1,00 NTU	31/08/2023	SMEWW 23ªMétodo 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ªMétodo 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Zircônio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

08.1. Dados da Amostragem:28530.2023



Coleta: J.F.V.
Nascente 4
31/08/2023 10:33
23K 746570 7666517 (±17m)
Altitude: 758m
Dores da Vitória, Mirai - MG, Brasil

Descrição da Amostra: Nascente 4 **Data de Amostragem:** 31/08/2023

Matriz e Origem Amostra: Água - Água Superficial/Bruta

Condições Ambientais: Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Nublado, Vento ausente, Temp Ambiente 23,40°C, Temp Transporte 30,90°C

Endereço Amostragem: Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai, s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000

Responsável pela Amostragem: clelio.sousa

Coordenadas:

Data Recebimento:

Data Conclusão Amostra:

23K 746567 7666521

31/08/2023

13/09/2023

Resultados

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,21	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	16,2	µS/cm	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	8,4	uC	±9,00 %	5,00 uC	01/09/2023	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	±16,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	±8,00 %	1,00 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	4,10	NMP/100 mL	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,15	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,24	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	<0,20	mg/L	±10,00 %	0,20 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	±10,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	±3,00 %	0,20 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	7,4	mg/L O ₂	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	8,0	U pH	±5,00 %	-	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 4500 H+B
Potencial Oxi-redução	<10,0	mV	±2,0	10,0	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	±10,0 %	1,0 mL/L	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	11,7	mg/L	±8,00 %	9,00 mg/L	04/09/2023	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	24,70	mg/L	±10,00 %	15,00 mg/L	06/09/2023	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	36,40	mg/L	±7,00 %	15,00 mg/L	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	23,7	°C	±3,0 %	-10,0 °C	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	2,4	UNT	±1,00 %	1,00 NTU	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 137.2023 || Data Emissão: 13/09/2023 - Página.: 10/12



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

09.1. Dados da Amostragem: 28531.2023						
Descrição da Amostra:	Nascente 4	Data de Amostragem:	31/08/2023			
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta					
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Nublado, Vento ausente, Temp Ambiente 23,40°C, Temp Transporte 30,90°C					
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai, s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000					
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa					
Data Recebimento:	31/08/2023					
Data Conclusão Amostra:	13/09/2023					
Resultados						
Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,18	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	16,5	µS/cm	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	9,2	uC	±9,00 %	5,00 uC	01/09/2023	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	±16,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	±8,00 %	1,00 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	7,20	NMP/100 mL	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,13	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,18	mg/L	±2,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	<0,20	mg/L	±10,00 %	0,20 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	±10,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	04/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	±3,00 %	0,20 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	7,4	mg/L O ₂	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	7,8	U pH	±5,00 %	-	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 4500 H+B
Potencial Oxi-redução	<10,0	mV	±2,0	10,0	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	±10,0 %	1,0 mL/L	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	9,9	mg/L	±8,00 %	9,00 mg/L	04/09/2023	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	29,70	mg/L	±10,00 %	15,00 mg/L	06/09/2023	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	39,60	mg/L	±7,00 %	15,00 mg/L	01/09/2023	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	23,7	°C	±3,0 %	-10,0 °C	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	2,5	UNT	±1,00 %	1,00 NTU	31/08/2023	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Zircônio Total	<0,05	mg/L	±5,00 %	0,05 mg/L	05/09/2023	SMEWW 23ª Método 3120 C

Legenda

mg/L - Miligrama por Litro, µS/cm - Microsiemens por Centímetro, uC - Unidades de Cor, NMP/100 mL - Número Mais Provável por 100 mL, mg/L O₂ - Miligrama por Litro de oxigênio, U pH - Unidade de pH, mV - Mili Volt, mL/L - Mililitro por Litro, °C - Graus Celsius, UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez Relatório de Ensaios tipo A - Ensaios Acreditados conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017

SMEWW* - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition

Procedimento Amostragem: PO-001 - PO-VM-AL-ZM-LAB-001_Procedimento_de_coleta

Informações Importantes:

Ensaio de Oxigênio Dissolvido executados *in loco*

Ensaio de pH executados *in loco*

Ensaio de Temperatura água executados *in loco*

Ensaio de Turbidez executados *in loco*

PRISCILA CRUZ ROCHA
CRQ-MG 021003518
TÉCNICO QUÍMICO PLENO

Rodrigo Domingos
CRQ-MG 02103202
SUPERVISOR DE QUALIDADE

Os resultados acima apresentados se referem exclusivamente às amostras analisadas.

Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alterações.

Código de Verificação: 0011700000023000558490202300000



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Relatório de Ensaios Nº: 29.2024.V0.A

01. Dados da Solicitação:

Solicitante:

Razão Social: Universidade Federal de Viçosa
Ordem de Trabalho: 8.2023.V0 **Plano Amostragem:** 29.2023.V0
Contato: Bruna Queiroz **E-mail:** bruna.queiroz@ufv.br

02.1. Dados da Amostragem:17178.2024

Descrição da Amostra: Nascente 1
Matriz e Origem Amostra: Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais: Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Média nas 48h, Tempo: Sol Brillante, Vento fraco, Temp Ambiente 25,20°C, Temp Transporte 28,50°C
Endereço Amostragem: Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem: clelio.sousa
Coordenadas: 31N 166021 0
Data Recebimento: 31/01/2024
Data de Amostragem: 31/01/2024
Data Conclusão Amostra: 07/02/2024

Imagens Relacionadas



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
 Companhia Brasileira de Alumínio
 Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
 Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01



UFV
Nascente T
31.01.2024 11:19
23K 754137 7674450
Altitude: 731m

Resultados

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	9,3	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	8,6	uC	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	54,50	NMP/100 mL	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,09	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,16	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão: 07/02/2024 - Página.: 2/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Fosfato Total	0,50	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	10,1	mg/L O ₂	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	7,0	U pH	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 H+ B
Potencial Oxi-redução	7,3	mV	N.A	-	-	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	Ausente	mL/L	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	<9,00	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	31/01/2024	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	<15,00	mg/L	N.A	±10,00	15,00	05/02/2024	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	<15,00	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	23,5	°C	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	<1,00	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão:07/02/2024 - Página.:3/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

03.1. Dados da Amostragem:17179.2024	
Descrição da Amostra:	Nascente 1
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Forte nas 24h, Chuva Média nas 48h, Tempo: Neblina, Vento ausente, Temp Ambiente 25,20°C, Temp Transporte 28,50°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Data Recebimento:	31/01/2024
Data de Amostragem:	31/01/2024
Data Conclusão Amostra:	07/02/2024
Imagens Relacionadas	
 <p>UFV Nascente 1 31.01.2024 11:19 23K 754137 7674450 Altitude: 731m</p>	
Resultados	



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão:07/02/2024 - Página.:4/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	9,1	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	9,3	uC	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	42,00	NMP/100 mL	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,11	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,18	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	0,48	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	10,6	mg/L O ₂	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	7,1	U pH	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 H+ B
Potencial Oxi-redução	7,1	mV	N.A	-	-	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	Ausente	mL/L	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	<9,00	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	31/01/2024	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	15,40	mg/L	N.A	±10,00	15,00	05/02/2024	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	19,20	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	23,5	°C	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	<1,00	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

04.1. Dados da Amostragem:17180.2024	
Descrição da Amostra:	Nascente 2
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Forte nas 24h, Chuva Forte nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 31,20°C, Temp Transporte 29,60°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Coordenadas:	23K 751903 7675165
Data Recebimento:	29/01/2024
Data de Amostragem:	29/01/2024
Data Conclusão Amostra:	07/02/2024
Imagens Relacionadas	
 <p>UFV Nascente 2 29.01.2024 14:07 23K 751949 7675178 (±3m) Altitude: 797m Estrada sem nome - Dores da Vitória - MG, 36790-000</p>	
Resultados	



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão:07/02/2024 - Página.:6/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	8,9	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	2,1	uC	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	52,00	NMP/100 mL	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,12	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,29	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	0,71	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	5,3	mg/L O ₂	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	5,9	U pH	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 H+ B
Potencial Oxi-redução	6,7	mV	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	0,1	mL/L	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	<9,00	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	31/01/2024	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	<15,00	mg/L	N.A	±10,00	15,00	05/02/2024	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	16,40	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	25,2	°C	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	1,8	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão: 07/02/2024 - Página: 7/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

05.1. Dados da Amostragem:17181.2024

Descrição da Amostra:	Nascente 2
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Forte nas 24h, Chuva Forte nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 31,20°C, Temp Transporte 29,60°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Coordenadas:	23K 751904 7675167
Data Recebimento:	29/01/2024
Data de Amostragem:	29/01/2024
Data Conclusão Amostra:	07/02/2024

Imagens Relacionadas



UFV
Nascente 2
29.01.2024 14:07
23K 751949 7675178 (±3m)
Altitude: 797m
Estrada sem nome - Dores da Vitória - MG, 36790-000

Resultados



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão:07/02/2024 - Página.:8/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	9,0	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	1,9	uC	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	42,80	NMP/100 mL	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,09	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,32	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	0,76	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	5,3	mg/L O ₂	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	6,0	U pH	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 H+ B
Potencial Oxi-redução	6,6	mV	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	Ausente	mL/L	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	<9,00	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	31/01/2024	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	17,90	mg/L	N.A	±10,00	15,00	05/02/2024	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	20,40	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	25,2	°C	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	2,1	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão:07/02/2024 - Página.:9/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

06.1. Dados da Amostragem:17182.2024	
Descrição da Amostra:	Nascente 3
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Forte nas 24h, Chuva Forte nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 31,20°C, Temp Transporte 29,60°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Coordenadas:	23K 748813 7675313
Data Recebimento:	29/01/2024
Data de Amostragem:	29/01/2024
Data Conclusão Amostra:	07/02/2024
Imagens Relacionadas	
<p>UFV Nascente 3 29.01.2024 14:45 23K 748978 7675354 (±17m) Altitude: 774m Estrada sem nome - Dores da Vitória - MG, 36790-000</p>	
Resultados	



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão:07/02/2024 - Página.:10/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,08	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	11,4	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	43,6	uC	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	3,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	1.986,30	NMP/100 mL	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,17	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	1,76	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	0,83	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	6,4	mg/L O ₂	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	5,8	U pH	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 H+ B
Potencial Oxi-redução	11,6	mV	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	0,5	mL/L	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	33,7	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	31/01/2024	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	<15,00	mg/L	N.A	±10,00	15,00	05/02/2024	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	37,20	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	28,6	°C	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	15,0	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão: 07/02/2024 - Página.: 11/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

07.1. Dados da Amostragem:17183.2024	
Descrição da Amostra:	Nascente 3
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Forte nas 24h, Chuva Forte nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 31,20°C, Temp Transporte 29,60°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Coordenadas:	23K 748814 7675311
Data Recebimento:	29/01/2024
Data de Amostragem:	29/01/2024
Data Conclusão Amostra:	07/02/2024
Imagens Relacionadas	
<p>UFV Nascente 3 29.01.2024 14:45 23K 748978 7675354 (±17m) Altitude: 774m Estrada sem nome - Dores da Vitória - MG, 36790-000</p>	
Resultados	



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão:07/02/2024 - Página.:12/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	0,09	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	10,9	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	41,5	uC	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	3,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	1.413,60	NMP/100 mL	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,20	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	1,83	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	0,90	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	6,4	mg/L O ₂	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	5,8	U pH	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 H+ B
Potencial Oxi-redução	12,3	mV	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	0,6	mL/L	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	29,2	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	31/01/2024	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	<15,00	mg/L	N.A	±10,00	15,00	05/02/2024	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	32,80	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	28,6	°C	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	15,0	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	0,06	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão: 07/02/2024 - Página.: 13/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

08.1. Dados da Amostragem:17184.2024	
Descrição da Amostra:	Nascente 4
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Forte nas 24h, Chuva Forte nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 29,20°C, Temp Transporte 29,90°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Coordenadas:	23K 746562 7666518
Data Recebimento:	29/01/2024
Data de Amostragem:	29/01/2024
Data Conclusão Amostra:	07/02/2024
Imagens Relacionadas	
<p>UFV Nascente 4 29.01.2024 15:33 23K 746567 7666507 (±5m) Altitude: 748m Dores da Vitória - MG</p>	
Resultados	



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	15,5	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	6,1	uC	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	173,20	NMP/100 mL	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,18	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,38	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	0,56	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	6,6	mg/L O ₂	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	5,8	U pH	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 H+ B
Potencial Oxi-redução	5,4	mV	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	Ausente	mL/L	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	<9,00	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	31/01/2024	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	<15,00	mg/L	N.A	±10,00	15,00	05/02/2024	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	<15,00	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	22,5	°C	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	4,2	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão: 07/02/2024 - Página.: 15/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

09.1. Dados da Amostragem:17185.2024	
Descrição da Amostra:	Nascente 4
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Forte nas 24h, Chuva Forte nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 29,20°C, Temp Transporte 29,90°C
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n s/n s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem:	clelio.sousa
Coordenadas:	23K 746554 7666525
Data Recebimento:	29/01/2024
Data de Amostragem:	29/01/2024
Data Conclusão Amostra:	07/02/2024
Imagens Relacionadas	
 <p>UFV Nascente 4 29.01.2024 15:33 23K 746567 7666507 (±5m) Altitude: 748m Dores da Vitória - MG</p>	
Resultados	



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão:07/02/2024 - Página.:16/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Condutividade	15,4	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 2510 B
Cor Verdadeira	6,5	uC	N.A	-	-	31/01/2024	SMEWW* 23ª Ed 2120 C
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Demanda biológica de oxigênio	1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 5210 D
Escherichia coli	145,60	NMP/100 mL	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 9223 C
Ferro dissolvido	0,20	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Ferro Total	0,42	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Fosfato Total	0,55	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 P C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	01/02/2024	SMEWW 23ª Método 4500 NH3 F
Oxigênio Dissolvido	6,6	mg/L O ₂	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 -O-G
pH	5,8	U pH	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 4500 H+ B
Potencial Oxi-redução	5,6	mV	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2580 B
Sólidos Sedimentáveis	Ausente	mL/L	N.A	-	-	30/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 F
Sólidos Suspensos	<9,00	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	31/01/2024	PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	<15,00	mg/L	N.A	±10,00	15,00	05/02/2024	SMEWW 23ª Método 2540 C
Sólidos Totais Secos	17,60	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	31/01/2024	SMEWW 23ª Método 2540 B
Temperatura água	22,5	°C	N.A	-	-	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2550B
Turbidez	4,2	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	29/01/2024	SMEWW 23ª Método 2130 B
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	02/02/2024	SMEWW 23ª Método 3120 C

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme Sem legislação,



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão: 07/02/2024 - Página.: 17/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Legenda

mg/L - Miligrama por Litro, $\mu\text{S}/\text{cm}$ - Microsiemens por Centímetro, uC - Unidades de Cor, NMP/100 mL - Número Mais Provável por 100 mL, mg/L O₂ - Miligrama por Litro de oxigênio, U pH - Unidade de pH, mV - Mili Volt, mL/L - Mililitro por Litro, °C - Graus Celsius, UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez

SMEWW* - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition

Procedimento Amostragem: PO-001 - PO-VM-AL-ZM-LAB-001_Procedimento_de_coleta

Informações Importantes:

Ensaio de Oxigênio Dissolvido executados *in loco*

Ensaio de pH executados *in loco*

Ensaio de Temperatura água executados *in loco*

Ensaio de Turbidez executados *in loco*

PRISCILA CRUZ ROCHA
CRQ-MG 021003518
TÉCNICO QUÍMICO PLENO

Rodrigo Domingos
CRQ-MG 02103202
SUPERVISOR DE QUALIDADE

Os resultados acima apresentados se referem exclusivamente às amostras analisadas.

Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alterações.

Código de Verificação: 0011700000023000902230202400000



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 29.2024 || Data Emissão: 07/02/2024 - Página.: 18/18



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Relatório de Ensaios Nº: 104.2024.V0.A

01. Dados da Solicitação:

Solicitante:

Razão Social: Universidade Federal de Viçosa
Ordem de Trabalho: 8.2023.V0 **Plano Amostragem:** 29.2023.V0
Contato: Bruna Queiroz **E-mail:** bruna.queiroz@ufv.br

02.1. Dados da Amostragem:22697.2024

Descrição da Amostra: Nascente 1
Matriz e Origem Amostra: Água - Água Superficial/Bruta
Condições Ambientais: Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 28,00°C, Temp Transporte 28,00°C
Endereço Amostragem: Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n UFV/Unidade de Mineração de Mirai s/n - Mirai/MG CEP: 36790000
Responsável pela Amostragem: Mateus.Reis
Coordenadas: Latitude: -21.0580278000 Longitude: -42.5667783000
Data de Amostragem: 22/04/2024
Data Início Amostra: 22/04/2024 **Data Conclusão Amostra:** 17/05/2024

Imagens Relacionadas



Resultados



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
 Companhia Brasileira de Alumínio
 Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
 Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	8,1	mg/L O ₂	N.A	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	22/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 45000-G
pH	6,5	U pH	N.A	±5,00 %	1,00 pH	22/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 4500H+ B
Temperatura água	21,8	°C	N.A	±3,0 %	-10,0 °C	22/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 2550B
Turbidez	3,6	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	22/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 2130B
Condutividade	18,2	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	25/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 2510B
Cor Verdadeira	6,5	uC	N.A	±9,00 %	5,00 uC	23/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 2120C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	23/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 5210D
Potencial Oxi-redução	31,2	mV	N.A	±2,00 %	10,00 mV	23/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 2580B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	N.A	±10,0 %	1,0 mL/L	23/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 2540F
Sólidos Suspensos	18,5	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	23/04/2024	Método Interno: PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	27,50	mg/L	N.A	±10,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 2540C
Sólidos Totais Secos	46,00	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 2540B
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120 B
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120C
Ferro dissolvido	0,18	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120 B
Ferro Total	0,58	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120C
Gálio Total	0,08	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120C
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23 ^ª ED 3120C
Fosfato Total	0,54	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	24/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 4500P C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	23/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 4500H+ B
Escherichia coli	99,70	NMP/100 mL	N.A	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	22/04/2024	SMEWW23 ^ª ED 9223C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

03.1. Dados da Amostragem:22698.2024							
Descrição da Amostra:	Nascente 1						
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta						
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 28,00°C, Temp Transporte 28,00°C						
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai,s/n UFV/Unidade de Mineração de Mirai s/n - Mirai/MG CEP: 36790000						
Responsável pela Amostragem:	Mateus.Reis						
Coordenadas:	Latitude: -21.0577951000 Longitude: -42.5676465000						
Data de Amostragem:	22/04/2024						
Data Início Amostra:	22/04/2024			Data Conclusão Amostra:		17/05/2024	
Imagens Relacionadas							
Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	8,1	mg/L O ₂	N.A	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	22/04/2024	SMEWW23®ED 45000-G
pH	6,5	U pH	N.A	±5,00 %	1,00 pH	22/04/2024	SMEWW23®ED 4500H+ B
Temperatura água	21,8	°C	N.A	±3,0 %	-10,0 °C	22/04/2024	SMEWW23®ED 2550B
Turbidez	3,6	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	22/04/2024	SMEWW23®ED 2130B



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Condutividade	16,9	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	25/04/2024	SMEWW23ªED 2510B
Cor Verdadeira	5,9	uC	N.A	±9,00 %	5,00 uC	23/04/2024	SMEWW23ªED 2120C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 5210D
Potencial Oxi-redução	28,9	mV	N.A	±2,00 %	10,00 mV	23/04/2024	SMEWW23ªED 2580B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	N.A	±10,0 %	1,0 mL/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 2540F
Sólidos Suspensos	10,1	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	23/04/2024	Método Interno: PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	25,10	mg/L	N.A	±10,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540C
Sólidos Totais Secos	35,20	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540B
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Ferro dissolvido	0,23	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Ferro Total	0,34	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Fosfato Total	0,52	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	24/04/2024	SMEWW23ªED 4500P C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 4500H+ B
Escherichia coli	128,80	NMP/100 mL	N.A	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	22/04/2024	SMEWW23ªED 9223C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

04.1. Dados da Amostragem:22699.2024							
Descrição da Amostra:	Nascente 2						
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta						
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 28,00°C, Temp Transporte 28,00°C						
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai, s/n UFV/Unidade de Mineração de Mirai s/n - Mirai/MG CEP: 36790000						
Responsável pela Amostragem:	Mateus.Reis						
Coordenadas:	Latitude: -21.0580271000 Longitude: -42.5667806000						
Data de Amostragem:	22/04/2024						
Data Início Amostra:	22/04/2024			Data Conclusão Amostra:	17/05/2024		
Imagens Relacionadas							
Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	8,0	mg/L O ₂	N.A	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	22/04/2024	SMEWW23*ED 45000-G
pH	6,6	U pH	N.A	±5,00 %	1,00 pH	22/04/2024	SMEWW23*ED 4500H+ B
Temperatura água	22,4	°C	N.A	±3,0 %	-10,0 °C	22/04/2024	SMEWW23*ED 2550B
Turbidez	2,6	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	22/04/2024	SMEWW23*ED 2130B



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Condutividade	8,6	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	25/04/2024	SMEWW23ªED 2510B
Cor Verdadeira	11,9	uC	N.A	±9,00 %	5,00 uC	23/04/2024	SMEWW23ªED 2120C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 5210D
Potencial Oxi-redução	18,9	mV	N.A	±2,00 %	10,00 mV	23/04/2024	SMEWW23ªED 2580B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	N.A	±10,0 %	1,0 mL/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 2540F
Sólidos Suspensos	31,3	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	23/04/2024	Método Interno: PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	<15,00	mg/L	N.A	±10,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540C
Sólidos Totais Secos	37,60	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540B
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Ferro dissolvido	0,14	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Ferro Total	0,54	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Fosfato Total	0,99	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	24/04/2024	SMEWW23ªED 4500P C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 4500H+ B
Escherichia coli	135,40	NMP/100 mL	N.A	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	22/04/2024	SMEWW23ªED 9223C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

05.1. Dados da Amostragem: 22700.2024							
Descrição da Amostra:	Nascente 2						
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta						
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 28,00°C, Temp Transporte 28,00°C						
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai, s/n UFV/Unidade de Mineração de Mirai s/n - Mirai/MG CEP: 36790000						
Responsável pela Amostragem:	Mateus.Reis						
Coordenadas:	Latitude: -21.0580275000 Longitude: -42.5667855000						
Data de Amostragem:	22/04/2024						
Data Início Amostra:	22/04/2024			Data Conclusão Amostra:		17/05/2024	
Imagens Relacionadas							
Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	8,0	mg/L O ₂	N.A	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	22/04/2024	SMEWW23*ED 45000-G
pH	6,6	U pH	N.A	±5,00 %	1,00 pH	22/04/2024	SMEWW23*ED 4500H+ B
Temperatura água	22,4	°C	N.A	±3,0 %	-10,0 °C	22/04/2024	SMEWW23*ED 2550B
Turbidez	2,6	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	22/04/2024	SMEWW23*ED 2130B



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Condutividade	8,4	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	25/04/2024	SMEWW23ªED 2510B
Cor Verdadeira	10,8	uC	N.A	±9,00 %	5,00 uC	23/04/2024	SMEWW23ªED 2120C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 5210D
Potencial Oxi-redução	16,7	mV	N.A	±2,00 %	10,00 mV	23/04/2024	SMEWW23ªED 2580B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	N.A	±10,0 %	1,0 mL/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 2540F
Sólidos Suspensos	9,8	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	23/04/2024	Método Interno: PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	<15,00	mg/L	N.A	±10,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540C
Sólidos Totais Secos	<15,00	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540B
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Ferro dissolvido	0,20	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Ferro Total	0,45	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Fosfato Total	1,02	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	24/04/2024	SMEWW23ªED 4500P C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 4500H+ B
Escherichia coli	155,90	NMP/100 mL	N.A	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	22/04/2024	SMEWW23ªED 9223C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

06.1. Dados da Amostragem: 22701.2024							
Descrição da Amostra:	Nascente 3						
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta						
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 28,00°C, Temp Transporte 28,00°C						
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai, s/n UFV/Unidade de Mineração de Mirai s/n - Mirai/MG CEP: 36790000						
Responsável pela Amostragem:	Mateus.Reis						
Coordenadas:	Latitude: -21.0578850000 Longitude: -42.5674889000						
Data de Amostragem:	22/04/2024						
Data Início Amostra:	22/04/2024			Data Conclusão Amostra:	17/05/2024		
Imagens Relacionadas							
Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	9,0	mg/L O ₂	N.A	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	22/04/2024	SMEWW23*ED 45000-G
pH	7,2	U pH	N.A	±5,00 %	1,00 pH	22/04/2024	SMEWW23*ED 4500H+ B
Temperatura água	23,6	°C	N.A	±3,0 %	-10,0 °C	22/04/2024	SMEWW23*ED 2550B
Turbidez	15,5	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	22/04/2024	SMEWW23*ED 2130B



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Condutividade	9,6	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	25/04/2024	SMEWW23ªED 2510B
Cor Verdadeira	7,8	uC	N.A	±9,00 %	5,00 uC	23/04/2024	SMEWW23ªED 2120C
Demanda biológica de oxigênio	1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 5210D
Potencial Oxi-redução	37,8	mV	N.A	±2,00 %	10,00 mV	23/04/2024	SMEWW23ªED 2580B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	N.A	±10,0 %	1,0 mL/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 2540F
Sólidos Suspensos	28,4	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	23/04/2024	Método Interno: PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	22,80	mg/L	N.A	±10,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540C
Sólidos Totais Secos	51,20	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540B
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Ferro dissolvido	0,19	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Ferro Total	1,21	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Fosfato Total	1,22	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	24/04/2024	SMEWW23ªED 4500P C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 4500H+ B
Escherichia coli	364,90	NMP/100 mL	N.A	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	22/04/2024	SMEWW23ªED 9223C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 104.2024 || Data Emissão:23/05/2024 - Página.:10/17



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

07.1. Dados da Amostragem: 22702.2024							
Descrição da Amostra:	Nascente 3						
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta						
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 28,00°C, Temp Transporte 28,00°C						
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai, s/n UFV/Unidade de Mineração de Mirai s/n - Mirai/MG CEP: 36790000						
Responsável pela Amostragem:	Mateus.Reis						
Coordenadas:	Latitude: -21.0580250000 Longitude: -42.5667800000						
Data de Amostragem:	22/04/2024						
Data Início Amostra:	22/04/2024			Data Conclusão Amostra:	17/05/2024		
Imagens Relacionadas							
Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	9,0	mg/L O ₂	N.A	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 45000-G
pH	7,2	U pH	N.A	±5,00 %	1,00 pH	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 4500H+ B
Temperatura água	23,6	°C	N.A	±3,0 %	-10,0 °C	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 2550B
Turbidez	15,5	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 2130B



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 104.2024 || Data Emissão: 23/05/2024 - Página: 11/17



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Condutividade	6,3	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	25/04/2024	SMEWW23ªED 2510B
Cor Verdadeira	6,3	uC	N.A	±9,00 %	5,00 uC	23/04/2024	SMEWW23ªED 2120C
Demanda biológica de oxigênio	1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 5210D
Potencial Oxi-redução	36,9	mV	N.A	±2,00 %	10,00 mV	23/04/2024	SMEWW23ªED 2580B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	N.A	±10,0 %	1,0 mL/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 2540F
Sólidos Suspensos	27,8	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	23/04/2024	Método Interno: PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	19,80	mg/L	N.A	±10,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540C
Sólidos Totais Secos	47,60	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540B
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Ferro dissolvido	0,21	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Ferro Total	1,54	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Fosfato Total	1,30	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	24/04/2024	SMEWW23ªED 4500P C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 4500H+ B
Escherichia coli	238,10	NMP/100 mL	N.A	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	22/04/2024	SMEWW23ªED 9223C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 104.2024 || Data Emissão:23/05/2024 - Página.:12/17



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

08.1. Dados da Amostragem: 22703.2024							
Descrição da Amostra:	Nascente 4						
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta						
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 25,50°C, Temp Transporte 25,50°C						
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai, s/n UFV/Unidade de Mineração de Mirai s/n - Mirai/MG CEP: 36790000						
Responsável pela Amostragem:	Mateus Reis						
Coordenadas:	Latitude: -21.0581812000 Longitude: -42.5671276000						
Data de Amostragem:	22/04/2024						
Data Início Amostra:	22/04/2024			Data Conclusão Amostra:	17/05/2024		
Imagens Relacionadas							
Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	5,6	mg/L O ₂	N.A	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 45000-G
pH	7,0	U pH	N.A	±5,00 %	1,00 pH	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 4500H+ B
Temperatura água	21,3	°C	N.A	±3,0 %	-10,0 °C	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 2550B
Turbidez	4,3	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 2130B



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 104.2024 || Data Emissão: 23/05/2024 - Página: 13/17



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Condutividade	15,6	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	25/04/2024	SMEWW23ªED 2510B
Cor Verdadeira	26,4	uC	N.A	±9,00 %	5,00 uC	23/04/2024	SMEWW23ªED 2120C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 5210D
Potencial Oxi-redução	41,3	mV	N.A	±2,00 %	10,00 mV	23/04/2024	SMEWW23ªED 2580B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	N.A	±10,0 %	1,0 mL/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 2540F
Sólidos Suspensos	12,3	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	23/04/2024	Método Interno: PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	25,30	mg/L	N.A	±10,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540C
Sólidos Totais Secos	37,60	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540B
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Ferro dissolvido	0,42	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Ferro Total	0,53	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Fosfato Total	1,09	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	24/04/2024	SMEWW23ªED 4500P C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 4500H+ B
Escherichia coli	150,60	NMP/100 mL	N.A	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	22/04/2024	SMEWW23ªED 9223C



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 104.2024 || Data Emissão:23/05/2024 - Página.:14/17



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

09.1. Dados da Amostragem: 22704.2024							
Descrição da Amostra:	Nascente 4						
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial/Bruta						
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento fraco, Temp Ambiente 25,00°C, Temp Transporte 25,00°C						
Endereço Amostragem:	Ponto de Monitoramento ao entorno da Unidade de Mineração Mirai, s/n UFV/Unidade de Mineração de Mirai s/n - Mirai/MG CEP: 36790000						
Responsável pela Amostragem:	Mateus Reis						
Coordenadas:	Latitude: -21.0580782000 Longitude: -42.5675860000						
Data de Amostragem:	22/04/2024						
Data Início Amostra:	22/04/2024			Data Conclusão Amostra:	17/05/2024		
Imagens Relacionadas							
Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	5,6	mg/L O ₂	N.A	±5,00 %	1,00 mg/L O ₂	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 45000-G
pH	7,0	U pH	N.A	±5,00 %	1,00 pH	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 4500H+ B
Temperatura água	21,3	°C	N.A	±3,0 %	-10,0 °C	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 2550B
Turbidez	4,3	UNT	N.A	±1,00 %	1,00 NTU	22/04/2024	SMEWW23 [®] ED 2130B



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dolores da Vitória - Zona Rural, Mirai -MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 104.2024 || Data Emissão: 23/05/2024 - Página: 15/17



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Parâmetros	Resultados	Un	Sem legislação	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio	Metodologia
Condutividade	16,8	µS/cm	N.A	±2,00 %	0,20 µS/cm	25/04/2024	SMEWW23ªED 2510B
Cor Verdadeira	24,5	uC	N.A	±9,00 %	5,00 uC	23/04/2024	SMEWW23ªED 2120C
Demanda biológica de oxigênio	<1,00	mg/L	N.A	±8,00 %	1,00 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 5210D
Potencial Oxi-redução	43,5	mV	N.A	±2,00 %	10,00 mV	23/04/2024	SMEWW23ªED 2580B
Sólidos Sedimentáveis	<1,0	mL/L	N.A	±10,0 %	1,0 mL/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 2540F
Sólidos Suspensos	10,9	mg/L	N.A	±8,00 %	9,00 mg/L	23/04/2024	Método Interno: PO-VM-AL-ZM-LAB-023 V4.0
Sólidos Totais Dissolvidos	26,30	mg/L	N.A	±10,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540C
Sólidos Totais Secos	37,20	mg/L	N.A	±7,00 %	15,00 mg/L	29/04/2024	SMEWW23ªED 2540B
Alumínio dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Cromo total	<0,05	mg/L	N.A	±16,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Ferro dissolvido	0,40	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Ferro Total	0,65	mg/L	N.A	±2,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Gálio Total	<0,05	mg/L	N.A	±10,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Manganês dissolvido	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120 B
Manganês Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Vanádio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Zircônio Total	<0,05	mg/L	N.A	±5,00 %	0,05 mg/L	13/05/2024	SMEWW23ªED 3120C
Fosfato Total	1,12	mg/L	N.A	±10,00 %	0,20 mg/L	24/04/2024	SMEWW23ªED 4500P C
Nitrogênio Amoniacal	<0,20	mg/L	N.A	±3,00 %	0,20 mg/L	23/04/2024	SMEWW23ªED 4500H+ B
Escherichia coli	169,10	NMP/100 mL	N.A	±11,00 %	1,00 NMP/100 mL	22/04/2024	SMEWW23ªED 9223C

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme Sem legislação,

Legenda

mg/L O₂ - Miligrama por Litro de oxigênio, U pH - Unidade de pH, °C - Graus Celsius, UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez, µS/cm - Microsiemens por Centímetro, uC - Unidades de Cor, mg/L - Miligrama por Litro, mV - Mili Volt, mL/L - Mililitro por Litro, NMP/100 mL - Número Mais Provável por 100 mL Relatório de Ensaio tipo A - Ensaio Acreditado conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017

SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition

Procedimento Amostragem: PO-001 - PO-VM-AL-ZM-LAB-001_Procedimento_de_coleta



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Mirai - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329

Versão: V.02 - Certificado: 104.2024 || Data Emissão: 23/05/2024 - Página: 16/17



Laboratório de
Análises Ambientais e Solos



PRC: 559.01

Informações Importantes:

Ensaio de Oxigênio Dissolvido executados *in loco*
Ensaio de pH executados *in loco*
Ensaio de Temperatura água executados *in loco*
Ensaio de Turbidez executados *in loco*

PRISCILA CRUZ ROCHA
CRQ-MG 021003518
TÉCNICO QUÍMICO PLENO

Rodrigo Domingos
CRQ-MG 02103202
SUPERVISOR DE QUALIDADE

Os resultados acima apresentados se referem exclusivamente às amostras analisadas.
Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alterações.
Código de Verificação: 0011700000023000957420202400000



Laboratório de Análises Ambientais e Solos
Companhia Brasileira de Alumínio
Fazenda Chorona, s/n, Distrito de Dores da Vitória - Zona Rural, Miraf - MG
Contatos: (32) 3425 5309 e (32) 3426 5329