CONCREMAT ambiental

Uma empresa do grupo 中国交建 CHINA COMMUNICATIONS CONSTRUCTION







ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

OBRAS EMERGENCIAIS PARA O REFORÇO DA BARRAGEM 6, DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3

MINA DE ÁGUAS CLARAS

NOVA LIMA/MG

SETEMBRO DE 2025

VALE

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

OBRAS EMERGENCIAIS PARA O REFORÇO DA BARRAGEM 6, DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3

MINA DE ÁGUAS CLARAS

SETEMBRO/2025

SUMÁRIO

VOLUME 1

SUMÁRIO EXECUTIVO 4

1. IDENTIFICAÇÃO 20

2. INTRODUÇÃO 22

3. ESTUDO DE ALTERNATIVAS 56

4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 133

5. ÁREA DE ESTUDO 300

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 313

6.1. MEIO FÍSICO 313

6.2. MEIO BIÓTICO 423

6.2.1. FLORA 423

6.2.2. FAUNA 618

6.3. MEIO SOCIOECONÔMICO 763

6.4. ANÁLISE INTEGRADA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 967

7. ÁREAS DE INFLUÊNCIA 972

8. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS ASSOCIADOS À VEGETAÇÃO NATIVA 986

9. PASSIVOS AMBIENTAIS 998

10. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS 1010

11. PROGRAMAS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO, COMPENSAÇÃO E RECUPERAÇÃO 1090

12. PROGNÓSTICO AMBIENTAL 1097

13. CONCLUSÃO 1104

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 1106

15. EQUIPE TÉCNICA 1163

SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente item apresenta o Sumário Executivo do Estudo de Impacto Ambiental associado às Obras Emergenciais para o Reforço da Barragem 6, Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o Incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3, na Mina de Águas Claras, localizada em Nova Lima/MG.

O Sumário Executivo consiste em uma versão sintética e acessível do EIA, destinada a apresentar de forma clara e objetiva as principais informações sobre a atividade em análise, os possíveis impactos ambientais associados e as medidas propostas para mitigação e compensação. O objetivo é proporcionar uma compreensão geral e integrada do estudo, uma vez que se trata de um instrumento de comunicação e transparência, que garante a ampla divulgação dos aspectos mais relevantes da atividade e subsidia o processo de tomada de decisão no âmbito do licenciamento ambiental.

INTRODUÇÃO

As intervenções propostas na Mina de Águas Claras são justificadas pela necessidade de garantir a estabilidade geotécnica das barragens 6, 7A e 8B, do Dique Auxiliar da Barragem 5 e das Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3 (PDE Grota 2 e PDE Grota 3). A necessidade das obras decorre de fatores técnicos, como Declaração de Condição de Estabilidade negativa e classificação em Nível 1 de Emergência para as barragens, além de fatores normativos relacionados aos fatores de segurança das estruturas e à preservação do entorno.

O estudo adotou abordagem integrada, avaliando conjuntamente todas as intervenções, o que permitiu analisar os impactos de forma abrangente e definir medidas de controle ambiental coordenadas. As obras foram planejadas em etapas, contemplando supressão de vegetação, movimentação de solo, execução de drenagens e implantação de sistemas de controle geotécnico e ambiental, com atenção à segurança das estruturas e do entorno.

O projeto está em conformidade com a legislação federal, estadual e municipal, incluindo normas de licenciamento ambiental, proteção da vegetação nativa e segurança de barragens, estando alinhado a planos e políticas públicas em diferentes níveis de governo, reforçando sua integração às diretrizes de desenvolvimento sustentável e segurança socioambiental.

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO / ATIVIDADES E ASPECTOS AMBIENTAIS

O objetivo da obra de **reforço da Barragem 6** é assegurar sua estabilidade estrutural no curto prazo, por meio da implantação de bermas de contenção em material rochoso no talude de jusante. Essa medida é essencial para viabilizar, com segurança, as etapas seguintes de descaracterização da estrutura. A justificativa para essa intervenção está relacionada à atual condição da barragem, que se encontra com Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e classificada em Nível 1 de Emergência, conforme Resolução ANM nº 95/2022. Estudos técnicos indicam que o fator de segurança da estrutura está abaixo do mínimo exigido pela norma ABNT NBR 13.028/2017 (FS < 1,5), o que evidencia a necessidade de ações imediatas para mitigar o risco de ruptura e preservar a integridade física do entorno.

A obra de **descaracterização da Barragem 6** têm como objetivo eliminar a função de barramento da estrutura, transformando-a em uma formação geotécnica estável e ambientalmente integrada ao relevo natural. O projeto prevê o retaludamento do maciço, reconfiguração topográfica e implantação de sistemas de drenagem superficial. A justificativa baseia-se na atual condição da barragem, que se encontra com Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e classificada em Nível 1 de Emergência, conforme Resolução ANM nº 95/2022, sendo o reforço previamente citado uma etapa anterior necessária à descaracterização da estrutura. Embora a Barragem 6 não tenha sido construída pelo método a montante — sendo essa condição restrita à Barragem 8B e ao Dique Auxiliar da Barragem 5 — a estrutura apresenta DCE negativa e risco associado, caracterizando um passivo geotécnico e ambiental que deve ser eliminado como parte do processo de encerramento da mina e recuperação da área degradada.

A **descaracterização da Barragem 7A** tem como objetivo eliminar definitivamente sua função de contenção de sedimentos e promover a reintegração da área ao ambiente natural, por meio de soluções de engenharia que assegurem a estabilidade física e hidráulica da estrutura. O projeto executivo prevê retaludamento do maciço, remoção e disposição controlada dos sedimentos do reservatório, implantação de um canal principal em gabião-colchão com bacia de dissipação no vale jusante, construção de canais secundários, execução de camadas drenantes internas em material granular, além da regularização da superfície e revegetação do antigo reservatório. A barragem encontra-se atualmente com Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e em Nível 1 de Emergência, devido ao fator de segurança inferior ao mínimo normativo (FS drenado ≈ 1,35).

A **descaracterização da Barragem 8B** teve como objetivo eliminar o risco associado à estrutura, que foi construída pelo método de alteamento a montante e apresentava condições não drenadas em seu reservatório, o que comprometia sua estabilidade e configurava um cenário de potencial rompimento (LUME, 2019a; LUME, 2019b). Alinhado às diretrizes da legislação vigente, especialmente à Lei nº 12.334/2010 e ao Termo de Compromisso firmado pela VALE S/A com o poder público, o processo visou atender às exigências de segurança dos órgãos ambientais e reguladores (SEI/GOVMG – Ofício 112/2024; IEF – Ofício 281/2021).

A intervenção buscou reestabelecer condições ambientais e geotécnicas seguras na área, promovendo a descaracterização física, hidráulica e funcional da estrutura. Para isso, foram previstas obras emergenciais em duas fases: a primeira destinada à estabilização da barragem com reforço à jusante, e a segunda voltada à remoção do alteamento e ao recobrimento do reservatório com solo compactado (LUME, 2019a; LUME, 2019b). O processo incluiu, ainda, a recomposição ambiental das áreas afetadas e a inclusão da estrutura nas análises do presente EIA visa garantir a regularização ambiental das intervenções.

Em relação à **contenção provisória para a obra de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5**, o objetivo da intervenção foi a implantação de uma estrutura de contenção provisória em gabião com manta geossintética na crista da Barragem 5, com a função de garantir a segurança do maciço e das áreas adjacentes durante as obras de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5. Essa obra emergencial foi concebida com base nas recomendações técnicas do Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR – 2º Ciclo/2020, VALE, 2021c) e nos estudos de estabilidade e simulações de ruptura hipotética (Dam Break), que indicaram Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e o enquadramento da estrutura em Nível 1 de emergência, conforme previsto na Resolução ANM nº 95/2022. A modelagem hidráulica demonstrou que, em caso de falha do Dique Auxiliar, haveria possibilidade de galgamento a crista da Barragem 5, o que justificou a necessidade de anteparo físico imediato com função de contenção de rejeitos.

Por outro lado, a **descaracterização definitiva do Dique Auxiliar da Barragem 5** teve como objetivo eliminar sua função de contenção, reintegrando-o ao relevo local e ao reservatório da Barragem 5, com implantação de soluções de drenagem superficial e reaterro controlado. A medida visou a eliminação do risco geotécnico e a remoção do passivo ambiental, em conformidade com a Lei Federal nº 14.066/2020, a Lei Estadual nº 23.291/2019 e o Decreto Estadual nº 47.749/2019, que exigem a descaracterização de barragens alteadas a montante e inativas (DF+, 2022). Uma vez concluídas as intervenções, a estrutura passou a ter o risco

associado eliminado e sua função operacional formalmente encerrada, conforme os critérios técnicos estabelecidos na Resolução ANM nº 95/2022.

Neste contexto, a **Supressão Preventiva de Indivíduos Arbóreos da Estrada de Acesso à Barragem 5** teve o objetivo de garantir a segurança das operações, da circulação de trabalhadores, equipamentos e veículos no contexto das intervenções previstas no Dique Auxiliar da Barragem 5 na Mina de Águas Claras. A medida preventiva é respaldada por análises técnicas que identificaram árvores em risco de queda na faixa de domínio da via, representando ameaça à segurança operacional.

As obras nas **Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3** têm como objetivo o fechamento dessas estruturas, por meio da regularização topográfica dos platôs, implantação de sistemas de drenagem superficial e adequação de fator de segurança. Tais ações visam eliminar condições de instabilidade que possam comprometer a segurança no entorno das estruturas.

Diante disso, a necessidade de inclusão da PDE Grota 2 no âmbito das obras de descaracterização e fechamento da Mina de Águas Claras (MAC) se justifica por sua conexão estrutural com a Barragem 7A, implantada para contenção dos sedimentos da pilha, e pelo seu enquadramento nas ações emergenciais da unidade (VALE, 2024), em razão do Fator de Segurança inferior ao mínimo exigido (FS < 1,5), conforme NBR 13.029.

De forma análoga, a inclusão da PDE Grota 3 nas obras da MAC está diretamente relacionada à sua vinculação funcional e espacial com a Barragem 6, estrutura destinada à contenção dos sedimentos oriundos da pilha. A constatação de FS < 1,5 foi determinante para a decisão técnica de fechamento da pilha, visando garantir a segurança global do sistema e atender ao princípio da precaução, conforme estabelecido nos estudos da VALE (2024) e nos relatórios da TPF ENGENHARIA (2025). Portanto, projeto de adequação da PDE Grota 3 envolve intervenções como corte e aterro no platô superior e instalação de canais de drenagem (periférico, central e extravasor), com o objetivo de promover a regularização superficial e a drenagem adequada da estrutura. Tais medidas são o ponto inicial para reduzir o risco geotécnico da pilha, mas também para evitar sobrecarga hídrica na bacia de contribuição do vale, o que comprometeria a segurança do conjunto estrutural (TPF ENGENHARIA, 2025a; 2025b; 2025c). Assim, a inclusão da Grota 3 no presente EIA é justificada tanto por sua conexão direta com o vale quanto pelas condições técnicas que exigem sua estabilização como medida complementar e necessária à gestão de segurança do empreendimento minerário.

ÁREA DE ESTUDO

As áreas de estudo foram delimitadas a partir da **Área Diretamente Afetada** pelas atividades, a qual corresponde a uma área de 129,80 hectares e que compreende as áreas das Barragens 6, 7A, 8B, dique auxiliar da Barragem 5 e sua contenção provisória, áreas das PDEs Grota 2 e Grota 3 e os indivíduos arbóreos com risco de queda localizados na estrada de acesso à Barragem 5. A partir da ADA, foram considerados os parâmetros básicos de desenvolvimento da atividade e das principais características ambientais da região, as quais foram levantadas por meio de imagens de satélites.

Nesse contexto, foram definidas duas áreas de estudo: a Área de Estudo Local (AEL) e a Área de Estudo Regional (AER) para os meios físico, biótico e socioeconômico, sendo a regional mais abrangente que a local.

- Meio Físico:
  - **Área de Estudo Local (AEL):** Área de 1.514,83 hectares delimitada pelas ottobacias de nível 5k que drenam as estruturas de contenção e interceptam a ADA. A delimitação considerou os arranjos topográficos e linhas de interflúvio da região, atendendo à Resolução CONAMA n° 01/86.
  - **Área de Estudo Regional (AER):** Área de 4.368,49 hectares que considera os limites das ottobacias de nível 5k que drenam ou tangenciam diretamente a AEL. Os trechos em que os limites da AER coincidem com a AEL foi adotado um *buffer* de 500 m ao redor da AEL, de forma a englobar a confluência dos córregos mais próximos. Foram considerados também os limites previstos pela Resolução CONAMA n° 01/1986.
- Meio Biótico:
  - Área de Estudo Local (AEL): Área de 1.831,80 hectares, compreendendo as microbacias interceptadas pelo buffer de 500 metros no entorno da ADA, além da área da Reserva Particular do Patrimônio Natural Mata do Jambeiro. A delimitação considerou a variação de fitofisionomia da região, o bioma afetado (Mata Atlântica) e as sensibilidades dos recursos hídricos. Também foi levado em consideração a possível área de abrangência que receberá a pressão ambiental provocada pelas obras, a qual incidirá sobre as espécies da fauna terrestre e aquática, bem como sobre as espécies vegetais.

- Área de Estudo Regional (AER): Área de 5.379,50 hectares que compreende o agrupamento de ottobacias 5k presentes nos arredores da AEL do meio biótico, além do Parque Municipal das Mangabeiras, Parque Estadual da Baleia e da APA Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) a noroeste. Além disso, foram consideradas as áreas com potencial ocorrência de espécies de fauna.

- Meio Socioeconômio:

  - Área de Estudo Local (AEL): A AEL do meio socioeconômico foi delimitada com base inicial na Zona de Autossalvamento (ZAS), que representa as áreas mais vulneráveis identificadas nos estudos de simulação e análise de risco. A ZAS compreende as populações que podem ser afetadas pelos deslocamentos caso o nível de emergência se eleve. Portanto, trata-se da área necessária a evacuação da população devido ao risco associado ao rompimento da barragem.

  - Área de Estudo Regional (AER): Corresponde ao território que pode ser afetado pelas interferências socioambientais decorrentes das obras, isto é, os limites do município de Nova Lima, onde estão localizadas a Área Diretamente Afetada (ADA) e a Zona de Autossalvamento (ZAS). Foram consideradas fatores relacionados às dinâmicas socioeconômicas locais e regionais, incluindo impactos indiretos e diretos, como modificações na infraestrutura e circulação, além de aspectos relacionados à gestão territorial e arrecadação municipal.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO

A análise geológica e geomorfológica revelou a predominância de rochas dos Supergrupos Rio das Velhas e Minas, associadas a relevos dissecados e declivosos, com presença de estruturas de mineração que alteraram a morfologia original. Os solos da região são majoritariamente Neossolos e Cambissolos, com variação de fertilidade e suscetibilidade a processos erosivos, especialmente em áreas declivosas e expostas por atividades minerárias.

O clima é caracterizado como subtropical de altitude, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando pico de precipitação no mês de dezembro, com média de 339,1 mm e temperaturas médias entre 15°C e 24°C. Essa sazonalidade influencia diretamente a dinâmica hídrica e os processos erosivos.

Em relação aos recursos hídricos, a área do projeto está inserida na RH da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, que possui caráter interfederativo e que representa cerca de 8% do território brasileiro. O diagnóstico destacou a importância da rede de drenagem para o

abastecimento, usos múltiplos da água e manutenção dos ecossistemas aquáticos. O monitoramento de qualidade da água indicou, em alguns pontos, desvios em parâmetros físicos e químicos, comuns na região do quadrilátero ferrífero e desvios relacionados à ocupação urbana.

A avaliação da qualidade ambiental contemplou aspectos de qualidade do ar e do ambiente sonoro. Os dados coletados mostraram níveis de material particulado e ruído compatíveis com os padrões estabelecidos, embora sujeitos a incrementos temporários durante a execução das obras.

Em síntese, o diagnóstico do meio físico evidencia que a área apresenta condições naturais relativamente favoráveis, mas com fragilidades associadas à declividade do relevo, suscetibilidade erosiva dos solos e pressões antrópicas relacionadas à mineração e ao crescimento urbano.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO

Em relação à flora, a área está inserida no bioma Mata Atlântica, com ocorrência de fitofisionomias de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios sucessionais, áreas de reflorestamento de eucalipto, além de áreas alteradas pelo uso antrópico, especialmente pela mineração e expansão urbana.

Os levantamentos de campo permitiram o registro de elevada riqueza florística, incluindo espécies nativas de relevância ecológica, endêmicas e com algum grau de ameaça de extinção, conforme listas oficiais. Também foram identificadas espécies exóticas e invasoras, que representam fator de pressão sobre a vegetação nativa.

A análise do estado de conservação indicou que, embora a região ainda mantenha importantes fragmentos de vegetação, a paisagem apresenta alto grau de fragmentação e conectividade reduzida entre os remanescentes. Essa condição compromete a dinâmica ecológica, a manutenção da biodiversidade e a oferta de serviços ecossistêmicos.

O estudo destacou ainda a presença de áreas de preservação permanente (APPs), associadas a cursos d’água e nascentes, cuja vegetação desempenha papel essencial na proteção dos recursos hídricos e na estabilidade do solo.

Em síntese, o diagnóstico evidencia a relevância ambiental da área estudada, marcada pela diversidade de espécies e pela presença de fitofisionomias de Mata Atlântica em diferentes estágios de conservação. Também aponta fragilidades decorrentes da fragmentação e das pressões antrópicas, ressaltando a importância de medidas de proteção, manejo e

compensação da vegetação, a fim de garantir a conservação dos remanescentes e a manutenção da conectividade ecológica.

Em relação à fauna, a área do empreendimento está inserida em uma zona de ecótono entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, conferindo-lhe o status de *hotspot* de biodiversidade, com alta prioridade para conservação.

O estudo adotou uma metodologia bifásica: a caracterização da Área de Estudo Regional (AER) baseou-se em dados secundários, enquanto a da Área de Estudo Local (AEL) empregou dados primários *in loco*. Foram inventariados e analisados os seguintes grupos faunísticos:

- Herpetofauna (Anfíbios e Répteis): Espécies bioindicadoras, como anfíbios, foram avaliadas. Na AER, foram registradas 108 espécies, incluindo 3 espécies ameaçadas de extinção (*Pithecopus ayeaye*, *Sphaenorhynchus* canga e *Hydromedusa maximiliani*). Na AEL, a riqueza foi de 369 espécies, sem registros de táxons ameaçados, e a diversidade foi considerada baixa.

- Avifauna (Aves): A pesquisa detectou a ocorrência de espécies endêmicas e migratórias, além de táxons com relevância epidemiológica e ecológica. A riqueza e o esforço amostral foram elevados, porém a curva de acumulação de espécies não atingiu o platô, indicando a subestimação da riqueza real da comunidade local.

- Mastofauna (Mamíferos): O diagnóstico segmentou o grupo em três subcategorias:

  - Pequenos Mamíferos: Foram registradas 21 espécies na AER e 12 na AEL, sendo a maior parte generalista de baixa sensibilidade e ampla distribuição. Este cenário também é reforçado pelos descritores ecológicos, onde poucas espécies tendem a dominar, como os roedores e marsupiais comuns. No contexto regional houve registro duas espécies endêmicas, a Rhagomys rufescens (rato-do-mato-laranja) e Blarinomys breviceps (rato-do-mato). No contexto local não foram registradas espécies endêmicas ou ameaçadas.

  - Médios e Grandes Mamíferos: Foram registradas 37 espécies na AER e 16 na AEL, com destaque para a espécie endêmica do Cerrado, Lycalopex vetulus (raposinha), utilizada como bioindicadora ambiental devido às pressões antrópicas da região. No contexto local, foram registradas ainda quatro espécies listadas como “Vulnerável” em algum nível nas categorias de ameaça

- Quirópteros (Morcegos): Foram identificadas 13 espécies na AER e 8 na AEL, sendo espécies de baixa sensibilidade em relação ao caráter conservacionista e comercial. O destaque é para espécie Desmodus rotundus (morcego-vampiro), uma vez que essa espécie apresenta grande interesse epidemiológico por ser o principal vetor silvestre de transmissão do vírus da raiva, devido à sua dieta hematófaga. No geral, o padrão de espécies demonstrado no diagnóstico é compatível com comunidades de morcegos em ambientes mais simplificados, onde espécies frugívoras generalistas, como Carollia perspicillata (morcego-de-cauda-curta-comum) tendem a dominar devido à maior tolerância a distúrbios e presença de recursos previsíveis.

    - Entomofauna (Insetos): A análise registrou a presença de espécies bioindicadoras, como borboletas e abelhas. A curva de acumulação não atingiu a assíntota, indicando que mais espécies podem estar presentes na área. A identificação incluiu espécies com serviços ecossistêmicos essenciais como polinização e dispersão de sementes.
    - Ictiofauna (Peixes): Com base em dados secundários, foram registradas 65 espécies de peixes. A caracterização apontou um padrão esperado para amostragens rápidas e em ambientes com interferências antrópicas, principalmente aquelas voltadas aos processos de urbanização, industrialização e mineração, com baixa diversidade e alta dominância de espécies.

Concluiu-se que as comunidades faunísticas na AEL demonstram a ocorrência de espécies bioindicadoras, endêmicas e ameaçadas de extinção, o que reforça o papel da região para a conservação da biodiversidade. No entanto, os dados sugerem que a riqueza de espécies é significativamente maior na região circundante.

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO

O estudo foi elaborado a partir de dados secundários provenientes de órgãos oficiais (IBGE, DATASUS, INEP, IPHAN, FUNAI, FCP, INCRA, entre outros), complementados por levantamentos de campo realizados entre junho e julho de 2025, que incluíram entrevistas com gestores públicos e representantes comunitários, além de observações diretas em bairros da Área de Estudo Local (AEL).

Na Área de Estudo Regional (AER), a caracterização destacou o histórico de ocupação de Nova Lima, fortemente marcado pela mineração de ouro e ferro desde o período colonial, processo que moldou a formação urbana e as dinâmicas econômicas do município. O uso e ocupação do solo é dominado por áreas de vegetação natural (florestas e formações

campestres), mas também pela mineração e pelo crescimento urbano associado à Região Metropolitana de Belo Horizonte. O zoneamento municipal, regulamentado pelo Plano Diretor em revisão, organiza o território em macrozonas de adensamento, expansão e utilidade rural, contemplando ainda áreas especiais de preservação e interesse social.

Do ponto de vista demográfico, Nova Lima apresentou crescimento populacional expressivo nas últimas décadas, impulsionado pela proximidade com Belo Horizonte e pela expansão imobiliária em bairros como Vila da Serra e Vale do Sereno. A população é majoritariamente urbana, com predominância feminina e perfil etário concentrado em jovens e adultos. Os indicadores de qualidade de vida revelam níveis elevados: o município possui o maior IDHM de Minas Gerais (0,813 em 2010, classificado como “muito alto”), embora persistam desigualdades socioeconômicas internas. O Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) reforça a boa infraestrutura em saúde, educação e habitação, mas aponta desafios relacionados à mobilidade, segurança pública e vulnerabilidade social em alguns setores.

No campo econômico, a estrutura produtiva municipal é diversificada, mas ainda tem a mineração como eixo central, associada à geração de empregos e arrecadação tributária. O PIB per capita é elevado em relação ao estado, refletindo o dinamismo do setor mineral e imobiliário, além de atividades de comércio e serviços.

O patrimônio cultural de Nova Lima se destaca pela presença de sítios arqueológicos, bens tombados e manifestações culturais imateriais, vinculados à história da mineração e às tradições locais. Foram identificadas também organizações da sociedade civil atuantes em diferentes áreas, como cultura, esporte, meio ambiente e assistência social, além de conselhos municipais e associações comunitárias. No que se refere a povos e comunidades tradicionais, registrou-se a presença de comunidades quilombolas certificadas e de grupos indígenas em áreas próximas, cujas especificidades socioculturais devem ser consideradas na análise de impactos.

Quanto à infraestrutura urbana e serviços públicos, a AER apresenta bons níveis de cobertura de energia elétrica, abastecimento de água e comunicação, mas ainda existem desafios pontuais em coleta e tratamento de esgoto, destinação de resíduos sólidos, mobilidade urbana e transporte público. As áreas de saúde e educação contam com ampla rede de estabelecimentos e profissionais, mas enfrentam desigualdades territoriais de distribuição. A segurança pública apresenta índices de criminalidade compatíveis com a região metropolitana, com concentração de ocorrências em áreas mais populosas.

Na Área de Estudo Local (AEL), o diagnóstico detalhou a realidade dos bairros diretamente afetados pelas obras, com base em dados censitários e no levantamento de campo. Foram analisados aspectos populacionais, condições de vida, serviços urbanos, atividades econômicas e bens de interesse histórico e cultural. O estudo também incluiu entrevistas com lideranças comunitárias, que permitiram captar percepções da população local em relação ao empreendimento. De forma geral, observou-se uma percepção de expectativa positiva associada a possíveis melhorias em infraestrutura e geração de empregos, mas também preocupações ligadas a impactos ambientais, mobilidade e segurança.

Em síntese, o diagnóstico do meio socioeconômico fornece um panorama abrangente sobre a realidade regional e local de Nova Lima, evidenciando tanto as potencialidades — como elevado IDHM, diversidade cultural e relevância econômica — quanto as vulnerabilidades relacionadas à mobilidade urbana, desigualdade social e dependência da mineração. Essas informações são fundamentais para subsidiar a avaliação de impactos, orientar medidas mitigadoras e compensatórias e fortalecer o diálogo entre o empreendimento, o poder público e a sociedade.

ÁREAS DE INFLUÊNCIA

As áreas foram delimitadas a partir da caracterização do empreendimento, do desenvolvimento dos diagnósticos ambientais para as Áreas de Estudo e da avaliação dos impactos ambientais identificados em termos de sua magnitude e abrangência espacial. As Áreas de Influência se estabelecem nos limites do espaço geográfico a ser impactado direta ou indiretamente, considerando as interferências ambientais e o tipo de impacto gerado sobre componentes abióticos, bióticos e antrópicos.

A delimitação das áreas de influência teve como ponto de partida a Área Diretamente Afetada da atividade, parâmetros básicos de desenvolvimento da atividade, além das principais características ambientais da região, levantadas por meio de imagens de satélites e visitas à Área de Estudo. A seguir são descritas as Áreas de Influência para cada meio analisado e os seus critérios de delimitação.

- Área Diretamente Afetada (ADA): corresponde a uma área de 129,80 hectares e se refere à área que poderá sofrer a ação direta da atividade, isto é, onde estão localizadas as estruturas objeto do estudo;

- Área de Influência Direta (AID): corresponde à área que poderá sofrer os impactos diretos da atividade, englobando a porção territorial existente no entorno imediato da ADA. Essa

área é delimitada com base nas características do local, considerando os meios Físico, Biótico e Socioeconômico.; e

- Área de Influência Indireta (AII): corresponde à área real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos da atividade, englobando a AID e ADA. Diferente da AID, que abrange os impactos mais imediatos, a AII considera os efeitos menos evidentes, mas que ainda podem ser relevantes.

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS ASSOCIADOS À VEGETAÇÃO NATIVA

Os serviços ecossistêmicos representam os benefícios essenciais que a natureza e seus ecossistemas fornecem à sociedade, contribuindo para a manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais. Apesar de ser uma floresta secundária, situada em área alterada pelas atividades de mineração executadas antes do encerramento da operação da MAC, a vegetação nativa remanescente ainda contribui para a manutenção desses serviços ecossistêmicos.

A supressão da vegetação nativa para as obras da MAC promoverá afetações sobre os serviços ecossistêmicos locais. A perda de cobertura vegetal pode comprometer serviços de provisão, como a regulação do ciclo hidrológico, e levar a uma maior erosão do solo e assoreamento dos corpos hídricos. Nos serviços de regulação, a remoção da vegetação pode intensificar o aquecimento local, reduzir a umidade do ar e liberar carbono armazenado na biomassa. Espécies da fauna, como anfíbios, morcegos e aves, que atuam no controle de pragas e vetores, poderão ser afetadas, impactando esse serviço de regulação. A perda de vegetação também afetará os serviços de suporte, como a ciclagem de nutrientes e a dispersão de sementes, essenciais para a resiliência dos ecossistemas. A fragmentação de habitats pode levar à perda de biodiversidade, já que a fauna depende da vegetação para abrigo, alimentação e reprodução. A polinização, realizada por morcegos, aves e abelhas, também poderão ser afetados pela supressão da vegetação.

Como forma de mitigar os efeitos da supressão da vegetação sobre os serviços ecossistêmicos foram propostas medidas de mitigação, compensação e recuperação para minimizar e até beneficiá-los positivamente. Essas ações foram detalhadas em programas ambientais específicos, como o Programa de Supressão da Vegetação, o Programa de Resgate de Flora e o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), detalhados no Plano de Controle Ambiental do empreendimento.

As medidas incluem o resgate e a relocação da fauna, a restauração de áreas degradadas com espécies nativas para auxiliar na dispersão de sementes e polinização, e a recuperação do solo e da cobertura vegetal para a ciclagem de nutrientes. Além disso, a implementação do PRAD e o plantio de espécies vegetais ajudarão a restaurar os serviços de regulação. As medidas compensatórias de acordo com a legislação vigente promoverão a conservação e recuperação de áreas naturais, preferencialmente em áreas prioritárias, maximizando os benefícios ecológicos. O Programa de Comunicação Social (PCS) também desempenhará um papel crucial, conscientizando os trabalhadores sobre a importância da conservação e do uso sustentável dos recursos naturais, o que se alinha aos princípios do desenvolvimento

AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

A identificação e a avaliação dos impactos ambientais tiveram como base as características técnicas das atividades previstas, incluindo as suas diferentes fases de implementação e suas áreas de influência, assim como os diagnósticos ambientais desenvolvidos.

A metodologia de avaliação de impactos adotada no EIA considera os seguintes critérios de classificação de impacto ambiental: Natureza dos Impactos (positivo/benéfico, negativo/adverso, indeterminado/com ambas características); Localização e espacialização; Fase de ocorrência (planejamento, implantação, desativação); Incidência (direto, indireto); Duração (temporário, permanente ou cíclico); Temporalidade (imediato, curta, média, alta, ou indefinida); Reversibilidade (reversível, irreversível); Grau de Incerteza (baixo, médio, alto, certo); Magnitude (Desprezível, Baixa, Média, Alta e Muito Alta); e Cumulatividade e Sinergia. Outros critérios, tais como Abrangência Espacial; Distribuição Espacial; Resiliência Climática; Intensidade de Carbono, Interseccionalidade, Prazo de manifestação e Intensidade da Alteração também foram considerados. Em conjunto, esta análise permite identificar a importância dos impactos, que pode ser classificada como mínima, pequena, intermediária, grande e muito grande.

Ao todo, a avaliação identificou 17 impactos ambientais relevantes, sendo que alguns deles se repetem em mais de uma fase e a maioria tem previsão de ocorrência durante a fase de Implantação. No **Quadro 1** a seguir são apresentados os Impactos previstos por Meio, Fase e Importância.

Para cada impacto são propostas medidas mitigadoras, corretivas ou compensatórias para os impactos de natureza negativa e medidas potencializadoras direcionadas aos impactos de natureza positiva. Tais medidas compõem um conjunto de Programas Ambientais.

Quadro 1 – Principais resultados da Avaliação de Impacto Ambiental desenvolvida

Todas as fases			
Impacto Ambiental	**Meio**	**Natureza**	**Importância**
Aumento da geração de expectativas	Socioeconômico	Indeterminada	Intermediária
Fase de planejamento			
Impacto Ambiental	**Meio**	**Natureza**	**Importância**
Alteração da condição de estabilidade geotécnica	Físico	Negativa	Muito Grande
Fase de implantação			
Impacto Ambiental	**Meio**	**Natureza**	**Importância**
Alteração da cobertura vegetal	Biótico	Negativa	Muito Grande
Fragmentação e perda de habitats	Biótico	Negativa	Grande
Interferência em áreas legalmente protegidas	Biótico	Negativa	Grande
Interferências sobre a fauna	Biótico	Negativa	Grande
Perda de indivíduos da flora de espécies ameaçadas	Biótico	Negativa	Grande
Alteração da condição de estabilidade geotécnica	Físico	Indeterminada	Muito Grande
Alteração da disponibilidade e dinâmica hídrica superficial	Físico	Negativa	Pequena
Alteração da dinâmica de escoamento superficial e intensificação de processos erosivos	Físico	Negativa	Grande
Alteração da qualidade das águas superficiais	Físico	Negativa	Grande
Alteração da qualidade do ar	Físico	Negativa	Intermediária
Alteração dos níveis de pressão sonora e vibração	Físico	Negativa	Intermediária
Acréscimo nas receitas orçamentárias	Socioeconômico	Positiva	Intermediária
Alteração das condições de tráfego	Socioeconômico	Negativa	Muito Grande
Aumento na geração de empregos temporários	Socioeconômico	Positiva	Intermediária
Incômodos para população do entorno decorrentes das obras	Socioeconômico	Negativa	Intermediária
Fase de encerramento			
Impacto Ambiental	**Meio**	**Natureza**	**Importância**
Alteração da condição de estabilidade geotécnica	Físico	Positiva	Muito Grande
Alteração da sensação de segurança da população local	Socioeconômico	Positiva	Intermediária

PROGRAMAS AMBIENTAIS

O Estudo de Impacto Ambiental em questão apresenta os programas ambientais propostos com o objetivo de mitigar, acompanhar, compensar e recuperar os possíveis impactos negativos – além de maximizar os positivos – a serem gerados pela atividade em questão e identificados no capítulo anterior.

Alguns desses programas ocorrem somente durante a fase de obras, enquanto outros continuarão após a desativação. Ao todo, são propostos 12 Programas Ambientais, sendo eles:

- Programa de Gestão Ambiental do Canteiro de Obras;
- Programa da Qualidade do Ar;
- Programa de Controle de Ruído e Vibração Ambiental;
- Programa de Manutenção de Máquinas, Equipamentos e Veículos;
- Programa de Gestão de Resíduos Sólidos;
- Programa de Monitoramento e Controle da Dinâmica Erosiva;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e eventual Salvamento/Resgate de Fauna;
- Programa de Supressão da Vegetação;
- Programa de Resgate de Flora;
- Programa de Compensação Ambiental;
- Programa de Comunicação Social.

Destaca-se que o detalhamento dos Programas Ambientais é apresentado em um documento chamado de Plano de Controle Ambiental (PCA), que será submetido à aprovação da Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM.

PROGNÓSTICO AMBIENTAL

No cenário sem obras, a avaliação constatou a perpetuação de instabilidades geotécnicas, degradação ambiental, insegurança social, passivos ambientais e geotécnicos, com riscos relevantes de instabilidade estrutural, e perda de biodiversidade. Esse quadro comprometeria a conformidade legal das estruturas e ampliaria os impactos socioambientais ao longo do tempo.

No cenário com obras, as intervenções propostas eliminam a função de barramento das estruturas alteadas a montante, reforçam a estabilidade geotécnica da Barragem 6 e das pilhas de estéril e promovem a reconformação topográfica e ambiental da área. Embora envolvam impactos temporários durante a implantação, tais efeitos são localizados, reversíveis e passíveis de controle mediante programas ambientais específicos.

A análise comparativa evidenciou que a realização das obras representa não apenas o atendimento a requisitos legais e normativos, mas uma estratégia estruturada de eliminação de riscos e reversão de passivos em benefícios coletivos. Os benefícios incluem ganhos em segurança, estabilidade territorial, recuperação ecológica e melhoria da qualidade socioambiental da região.

CONCLUSÃO

As análises realizadas demonstraram que, na ausência das obras propostas, permaneceriam riscos relevantes de instabilidade geotécnica nas barragens e pilhas de estéril, à qualidade ambiental e à segurança da população, devido à manutenção de passivos históricos e condições construtivas não mais aceitas pela legislação. A execução das obras permitirá a eliminação progressiva desses passivos, a redução dos riscos de acidentes e instabilidades, e a requalificação socioambiental da área, ainda que envolva impactos temporários durante a implantação, todos localizados e reversíveis, com medidas de controle adequadas.

As compensações ambientais vão além da reposição florestal, contemplando a recuperação de áreas prioritárias, reforço da conectividade entre fragmentos florestais e manutenção dos serviços ecossistêmicos. O acompanhamento pós-obra assegurará a estabilidade geotécnica, a recuperação ambiental e a efetividade das medidas compensatórias.

Dessa forma, a equipe técnica conclui que as intervenções são ambientalmente viáveis, desde que todas as medidas e programas propostos sejam plenamente executados, garantindo a proteção dos ecossistemas, a redução dos impactos e a conformidade legal.

1. IDENTIFICAÇÃO

Empreendedor	
Nome ou Razão Social	Vale S.A.
CNPJ	33.592.510/0001-54
Endereço para correspondência	Edifício Concórdia Corporate - Avenida Alameda Oscar Niemeyer, 132, CONJ 1501, Vale do Sereno, Nova Lima – MG, CEP 34.006-049
Representante Legal	Luís de Souza Breda
Cargo	Gerente de Licenciamento de Projetos de Minério de Ferro, Geotecnia, Sondagem e Exploração
Telefone	(31) 99723-5806
E-mail	luis.breda@vale.com

Empreendimento					
Nome do empreendimento	Obras Emergenciais para o Reforço da Barragem 6, Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o Incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 – Mina de Águas Claras – Nova Lima/MG				
Informações do imóvel	Denominação	Área total (ha)	Livro	Folha	Matrícula
	Fazenda do Rodrigo e Morro velho – Gleba A	916,23	2RG	ND	36.532
CAR	MG-3144805-10A4CF1BC23243CAAF55D315297AF46C				
Endereço:	Av. Doutor Marco Paulo Simon Jardim, 3.580, Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG. CEP 34.006-270				
Logradouro	VALE S.A – Mina de Águas Claras				
CNPJ	33.592.510/0037-65				
Código atividade DN COPAM Nº 217/2017	H-01-01-1 Atividades e empreendimento não listados ou não enquadrados em outros códigos, com supressão de vegetação primária ou secundária nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica, em estágios médio e/ou avançado de regeneração, sujeitam a EIA/Rima nos termos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, exceto árvores isolada				

Empresa responsável pela elaboração do EIA-RIMA	
Nome ou Razão Social	Concremat Engenharia e Construção Ltda
CNPJ	30.744.416/0001-85
Endereço Completo	Av. das Nações Unidas, n° 14.401, 11° andar, Torre Jatobá, sala Vila Gertrudes, São Paulo/SP – CEP 04.794-000
Cadastro Técnico Federal (CTF)	899658
Coordenadora Geral do EIA-Rima	Maria Josefina Reyna Kurtz
Telefone	(21) 3535-4237
E-mail	josefina.kurtz@concremat.com.br

2. INTRODUÇÃO

O presente documento técnico consiste no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado pela Concremat Engenharia e Construção para fins de regularização e instrução da autorização para as intervenções ambientais relacionadas à execução das obras emergenciais do Projeto integrado de descaracterização de barragens e obras para fechamento de pilhas de estéril da Mina de Águas Claras (MAC), situada no município de Nova Lima, Minas Gerais. Busca-se, portanto, a regularização das obras emergenciais relacionadas ao reforço da barragem 6, à descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e do dique auxiliar B5 e às obras para incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3.

A Mina de Águas Claras foi a principal operação da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas S.A.) entre as décadas de 1970 e 1990 e é considerada como a primeira grande operação mineral do país, além de ter representado um marco para a indústria mineral brasileira devido ao seu porte industrial e suas características minerais, operacionais e de localização, tais como a excelente qualidade dos produtos e sua proximidade com a capital mineira. Implantada na década de 70 no flanco sudeste da Serra do Curral, região metropolitana de Belo Horizonte, a Mina de Águas Claras (MAC) teve suas operações paralisadas no ano de 2002, tendo produzido um volume de minério da ordem de 291 Mt ao longo de seus quase 30 anos de operação.

O projeto integrado de descaracterização de barragens e obras para fechamento de pilhas de estéril da Mina de Águas Claras visa garantir a estabilidade geotécnica dessas estruturas, assegurando de forma inequívoca a proteção de pessoas, animais e recursos naturais situados a jusante das barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5. A necessidade para tais intervenções está relacionada à Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e classificação em Nível 1 de Emergência, conforme Portaria ANM nº 70389/2017 e Resolução ANM nº 95/2022, para as barragens 6 e 7A. Já a barragem 8B e o Dique Auxiliar B5 eram estruturas construídas pelo método de montante e já foram descaracterizadas. Em relação às pilhas de estéreis (PDEs) Grota 2 e Grota 3, estudos técnicos indicam que o fator de segurança das estruturas está abaixo do mínimo exigido pela norma ABNT NBR 13.028/2017 (FS < 1,5), o que evidencia a necessidade de ações imediatas para mitigar o risco de ruptura e preservar a integridade física do entorno.

É pertinente esclarecer que as intervenções referentes à supressão de indivíduos arbóreos com risco de queda na estrada de acesso à B5, a contenção provisória para a descaracterização do dique auxiliar da B5, a própria descaracterização do dique auxiliar da

B5 e a descaracterização da Barragem 8B já foram concluídas. Os comunicados de obras emergenciais relativos a essas intervenções foram protocolados entre os anos de 2019 e 2022, e as respectivas regularizações das intervenções ambientais emergenciais foram formalizadas junto ao IEF, conforme estabelecido no § 2º do Art. 36 do Decreto nº 47.749, de 11/11/2019.

Entretanto, por incluírem em seu escopo a supressão de vegetação primária ou secundária nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica, em estágios médio e/ou avançado de regeneração, a FEAM, considerando as orientações institucionais exaradas no Memorando-Circular nº 1/2021/SEMAD/ASGER, convocou a Vale ao licenciamento ambiental das intervenções ambientais realizadas para a descaracterização do Dique Auxiliar B5 e da barragem 8B. Deste modo, faz-se necessária a elaboração de EIA/Rima e demais documentos técnicos pertinentes às atividades enquadradas no código “H-01-01-1 - Atividades e empreendimentos não listados ou não enquadrados em outros códigos, com supressão de vegetação primária ou secundária nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica, em estágios médio e/ou avançado de regeneração, sujeita a EIA/Rima nos termos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, exceto árvores isoladas”, o qual foi incluído na Deliberação Normativa COPAM Nº 217/2017 por meio do Art. 2º da Deliberação Normativa COPAM Nº 246/2022. Destaca-se que a Deliberação Normativa COPAM Nº 246/2022 foi publicada após a formalização da regularização das Intervenções Ambientais para descaracterização da barragem 8B e do Dique Auxiliar B5, trazendo, só depois, a instrução para orientação dos processos de regularização.

O **Quadro 2-1** apresenta os processos de regularização das intervenções ambientais em estruturas pertencentes à Mina de Águas Claras e respectivas convocações ao licenciamento ambiental supracitados. Vale ressaltar que a construção da contenção provisória no maciço da barragem 5 e a supressão de indivíduos arbóreos na estrada de acesso ao Dique Auxiliar B5 foram necessários para viabilizar a descaracterização do dique e foram tratados como processos separados.

Quadro 2-1 - Detalhamento dos processos de regularização das intervenções ambientais em estruturas da Mina de Águas Claras e respectivas convocações ao licenciamento, conforme código H-01-01-1 da Deliberação Normativa COPAM nº 17/2027.

Projeto	Protocolo do Comunicado de Obra Emergencial (COE)		Protocolo de Regularização		Convocação para Licenciamento Ambiental
	Data	Nº do Processo	Data	Nº do Processo	
Descaracterização da Barragem 8B	13/05/2019	00104176-1501-2019	12/08/2019	2100.01.0002944/2019-70	02/08/2022 - Ofício IEF/UFRBIO METRO - NUREG nº 150/2022 15/10/2024 - Ofício FEAM/URA CM nº 112/2024
Atividades Preliminares da Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem B5: Contenção Provisória	24/04/2021	2100.01.0024977/2021-74	22/07/2021	2100.01.0045222/2021-54	03/05/2022 - Ofício IEF/UFRBIO METRO - NUREG nº 148/2022 15/10/2024 - Ofício FEAM/URA CM nº 119/2024
Supressão de Indivíduos Arbóreos em risco de queda - Estrada de acesso à Barragem B5 MAC	03/12/2021	2100.01.0075399/2021-75	28/02/2022	1370.01.0009832/2022-98 1370.01.0009834/2022-44	15/10/2024 - Ofício FEAM/URA CM nº 113/2024 15/10/2024 - Ofício FEAM/URA CM nº 114/2024
Obras Emergenciais para Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem B5 Mina de Águas Claras	24/01/2022	2100.01.0003135/2022-45	21/04/2022	2100.01.0018456/2022-83 1370.01.0018366/2022-55	15/10/2024 - Ofício FEAM/URA CM nº 110/2024

Posto isso, em conformidade com o planejamento de descaracterização das barragens sob sua responsabilidade, em 23 de setembro de 2024 a Vale emitiu o comunicado de obras emergenciais referente ao reforço da Barragem 6, descaracterização das Barragens 6 e 7A e referente às obras para incremento do Fator de Segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3, todas estruturas integrantes da Mina de Águas Claras, o qual foi protocolado no Instituto Estadual de Florestas (IEF), por meio da carta CA-2020GG-G-00366 (Protocolo Nº 97915370; Processo Nº 2100.01.0032366/2024-91), e na Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), por meio da carta CA-2020GG-G-00346 (Protocolo Nº 97914693; Processo Nº 2090.01.0028488/2024-02).

Destaca-se que os estudos relativos à intervenção em vegetação nas barragens 6, 7A, PDE Grota 2 e PDE Grota 3 foram apresentados ao IEF (Protocolo Nº 104274816; 19 de dezembro de 2024; Processo Nº 2090.01.0032679/2024-44). Já no âmbito do licenciamento ambiental, a Vale, após receber a convocação ao licenciamento dos processos descritos no **Quadro 2-1**, optou por elaborar um EIA integrado, visando a obtenção da licença ambiental referente às intervenções nas barragens 6, 7A, 8B, no Dique Auxiliar B5 e nas PDEs Grota 2 e Grota 3.

Ressalta-se que, ao optar pela elaboração do EIA integrado, ainda que as intervenções na MAC sejam executadas em momentos distintos, buscou-se garantir a análise das ações previstas de forma abrangente, considerando o empreendimento como um todo — desde o planejamento até a conclusão da descaracterização e fechamento das estruturas. Essa abordagem se justifica pelo fato de que os impactos ambientais decorrem da totalidade das atividades, e não de suas etapas isoladas, sendo fundamental para a identificação e avaliação assertiva dos efeitos ambientais inerentes às obras executadas e previstas. Adicionalmente, considerando o princípio da eficiência e da economia processual, visou-se promover maior utilidade na alocação de recursos humanos e no tempo a ser despendido pela equipe técnica dos órgãos ambientais, ao concentrar em um único estudo os elementos necessários à instrução do processo de regularização do licenciamento ambiental das obras emergenciais da MAC.

Para execução das obras emergenciais para a descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e dique auxiliar B5 e para o incremento do fator de segurança (FS) das PDE Grota 2 e Grota 3 faz-se necessária supressão de vegetação nativa, tendo como destaque a presença de trechos que podem ser classificados como de Mata Atlântica, do tipo Floresta Estacional Semidecidual, em estágio inicial, médio e/ou avançado de regeneração.

Destaca-se que, embora as obras de descaracterização não estejam sujeitas ao licenciamento ambiental, conforme determinações da Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, a supressão de vegetação nativa em estágios médio e/ou avançado do Bioma Mata Atlântica está condicionada à apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), seguindo as diretrizes do Art. 32 da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, corroborado pelo Termo de Acordo da Mata Atlântica (Ação Civil Pública nº 0581752-37.2014.8.13.0024) assinado pelo Estado de Minas Gerais (compromissário) em 20 de setembro de 2021.

Sendo assim, o presente documento visa apresentar o Estudo de Impacto Ambiental do Projeto integrado de descaracterização de barragens e obras para fechamento de pilhas de estéril da Mina de Águas Claras, contemplando obras emergenciais para a descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e dique auxiliar B5 e para o incremento do Fator de Segurança (FS) das PDE Grota 2 e Grota 3, tendo sido desenvolvido com base no “Termo de Referência (TR) para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para atividades ou empreendimento com necessidade de corte ou supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica”, emitido pelo SISEMA em 20 de dezembro de 2021. O TR supracitado foi elaborado exclusivamente em função da Lei Federal nº 11.428, 22 de dezembro de 2006. Por fim, destaca-se que o EIA é acompanhado pelo seu respectivo RIMA, em arquivo à parte, conforme previsto na legislação ambiental vigente, em especial a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 01/1986 (VALE, 2024).

Em suma, o presente estudo ambiental, por meio do código “H-01-01-1 - Atividades e empreendimentos não listados ou não enquadrados em outros códigos, com supressão de vegetação primária ou secundária nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica, em estágios médio e/ou avançado de regeneração, sujeita a EIA/Rima nos termos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, exceto árvores isoladas”, visa o licenciamento ambiental das obras já executadas de Descaracterização da Barragem 8B (processo nº 2100.01.0002944/2019-70), Atividades Preliminares da Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem B5: Contenção Provisória (processo nº 2100.01.0045222/2021-54), Supressão de Indivíduos Arbóreos em risco de queda - Estrada de acesso à Barragem B5 MAC (processo nº 1370.01.0009832/2022-98 e nº 1370.01.0009834/2022-44) e Obras Emergenciais para Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem B5 (Processo nº 2100.01.0018456/2022-83 e n° 1370.01.0018366/2022-55), Mina de Águas Claras. Além disso, o estudo também visa o licenciamento das obras emergenciais de reforço da barragem 6, descaracterização das barragens 6 e 7A e incremento do fator de segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3, que

foram comunicadas no dia 23/09/2025 sob Protocolo Nº 97915370, Processo Nº 2100.01.0032366/2024-91, e tiveram a regularização do processo de intervenção protocolada no IEF no dia 19/12/2025, sob Protocolo Nº 104274816, Processo Nº 2090.01.0032679/2024-44.

A localização das referidas estruturas está apresentada no **Mapa 2-3**.

2.1. ETAPAS DAS INTERVENÇÕES E OBRAS EMERGENCIAIS

O Cronograma das ações necessárias para as obras emergenciais do Projeto integrado de descaracterização de barragens e obras para fechamento de pilhas de estéril da Mina de Águas Claras que estão em andamento é apresentado no **Quadro 2-2**, o qual foi desenvolvido considerando a complexidade e dinâmicas inerentes a todo o processo. O processo de definição das etapas considerou o planejamento de descaracterizações de barragens sob responsabilidade da Vale e a proximidade das estruturas e interdependência dos acessos e controles associados. Tal planejamento inclui fases como supressão vegetal, abertura de novos acessos, construção de drenagens e implantação de sistemas de controle de obras (VALE, 2024), dentre outros. Assim, o sequenciamento de realização das obras, incluindo o avanço da supressão de vegetação (cujo sequenciamento racional em observância aos períodos chuvosos também é caracterizado como uma medida de controle ambiental e de segurança que por sua vez previne a formação de focos erosivos e/ou carreamento excessivos de sedimentos de solos expostos) e movimentações de material e maquinário envolvido, deverá observar todos os parâmetros de controle geotécnico e ambiental. Portanto, uma vez iniciadas, as obras deverão seguir o referido cronograma visando garantir a segurança geotécnica e ambiental das referidas estruturas, até a finalização de todas as intervenções associadas.

Devido à complexidade e dinamicidade das obras, foi necessária a realização de ajustes no cronograma anteriormente informado no comunicado emergencial. Sobre a Grota 3, em função de sua configuração geométrica até meados de 2024, a região do topo da estrutura (Platô da Grota 3) propiciava um grande acúmulo de água durante os períodos chuvosos, ocasionando infiltração e percolação no maciço, influenciando diretamente no fator de segurança da pilha e na sua condição de estabilidade. Devido a isso, viu-se a necessidade de adequação da área através da realização de corte de material da porção nordeste do topo da estrutura e execução de um aterro na região de cotas mais baixas, buscando a regularização da superfície e garantindo o escoamento adequado da drenagem superficial para fora da área da pilha, reduzindo ao máximo a infiltração de água e favorecendo a

condição de segurança da estrutura. Paralelamente às atividades de adequação no topo da estrutura, foi realizada uma ampla campanha de investigação geológico-geotécnica dentro do escopo de elaboração do seu *As Is*, de modo a possibilitar um melhor conhecimento das suas condições atuais de estabilidade e segurança, subsidiando a tomada de decisões e definição de ações futuras para fechamento e estabilização de longo prazo.

Com a conclusão do *As Is* da estrutura e com as atividades de terraplanagem (reconfiguração geométrica) na região do topo praticamente finalizadas, eliminando qualquer condição de acúmulo de água, serão desenvolvidos novos estudos dentro do escopo do projeto de fechamento, contabilizando o cenário atual da PDE e de seu entorno. Este estudo tem como objetivo definir as ações de fechamento a serem implementadas no ativo, em conformidade com as normas vigentes e as boas práticas de engenharia, garantindo sua segurança física e ambiental a longo prazo, propiciando a integração eficiente ao meio ambiente. Assim, a nova data prevista para todas as atividades necessárias para o fechamento da PDE Grota 3 é em 2030.

Sobre as obras de descaracterização da Barragem 7A, houve uma otimização para que fossem realizadas em um período mais curto do que o anteriormente apresentado no comunicado emergencial, estando previstas para serem concluídas até julho de 2026. Com isso, considerando as estruturas encaixantes do vale, tem-se que as obras para fechamento da Grota 2 também foram adiantadas e se iniciam de fato no período final de obras da Barragem 7A, já com as sondagens realizadas ainda em 2025.

Em continuidade das obras de reforço da Barragem 6, foram estabelecidas ações para construção de um canal de desvio para controle do fluxo proveniente da PDE Grota 3, direcionando a água para jusante da estrutura, durante o período chuvoso de 2025-2026, resguardando sua integridade e garantindo a segurança. Futuramente, esse canal poderá auxiliar as obras de descaracterização da barragem, que estão previstas para iniciar no período seco de 2026, em que procederão as intervenções no reservatório, com finalização esperada da obra em março de 2027.

É importante ressaltar que o cronograma de implantação das obras em andamento na MAC está definido de acordo com a estratégia vigente de sequenciamento das obras nas estruturas, que leva em consideração a interferência nos acessos e, caso ocorra possibilidade de entrada concomitante, o sequenciamento das obras poderá ser ajustado. Nesse contexto, cumpre salientar que o cronograma de obras está sujeito a potenciais modificações em virtude da natureza iterativa inerente ao processo construtivo. A cada etapa da fase de execução, a análise técnica aprofundada das novas condições de cada estrutura e a supervisão in loco

poderão revelar a necessidade de ajustes no projeto executivo ou a implementação de ações adicionais não previstas inicialmente.

Quadro 2-2 - Cronograma de Obras do Projeto integrado de descaracterização de barragens e obras para fechamento de pilhas de estéril – Mina de Águas Claras, Nova Lima/MG

Estrutura	Iniciativas	2019												2020												2021												2022											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
B8B	Descaracterização																																																
B5 - Dique Auxiliar	Contenção provisória																																															
B5 - Dique Auxiliar	Supressão de Indivíduos arbóreos com risco de queda																																														
B5 - Dique Auxiliar	Descaracterização																																														

Estrutura	Iniciativas	2024												2025												2026												2027											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
B6	Obras de Reforço																																															
PDE Grota 3	Sondagem + Contratação + Obras																																														
B7A	Mobilização + Descaracterização																																														
B6	Mobilização + Descaracterização																																														
PDE Grota 2	Sondagem + Contratação + Obras																																														

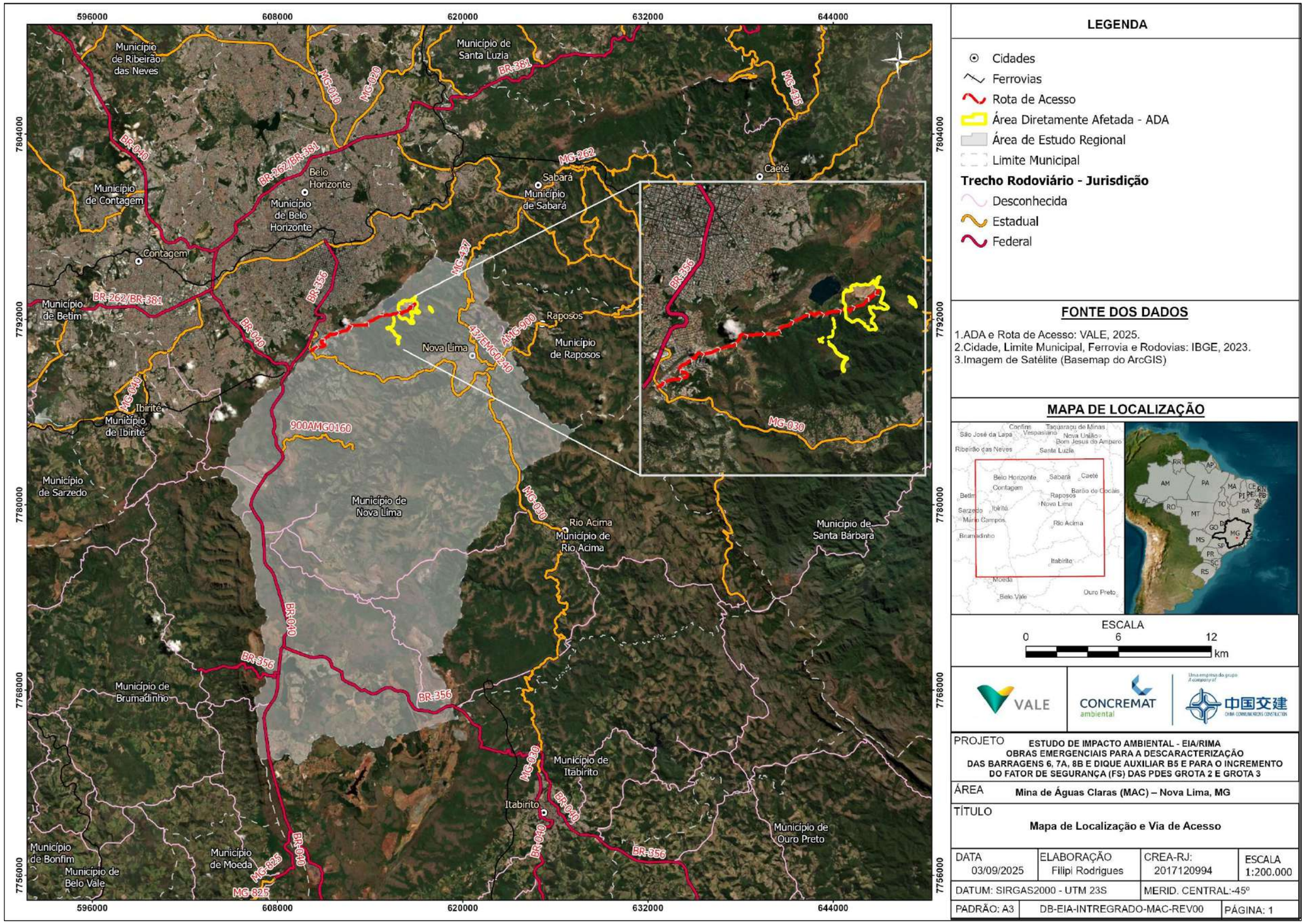
Estrutura	Iniciativas	2028												2029												2030											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PDE Grota 3	Sondagem + Contratação + Obras																																				
PDE Grota 2	Sondagem + Contratação + Obras																																				

Fonte: VALE S.A, 2024

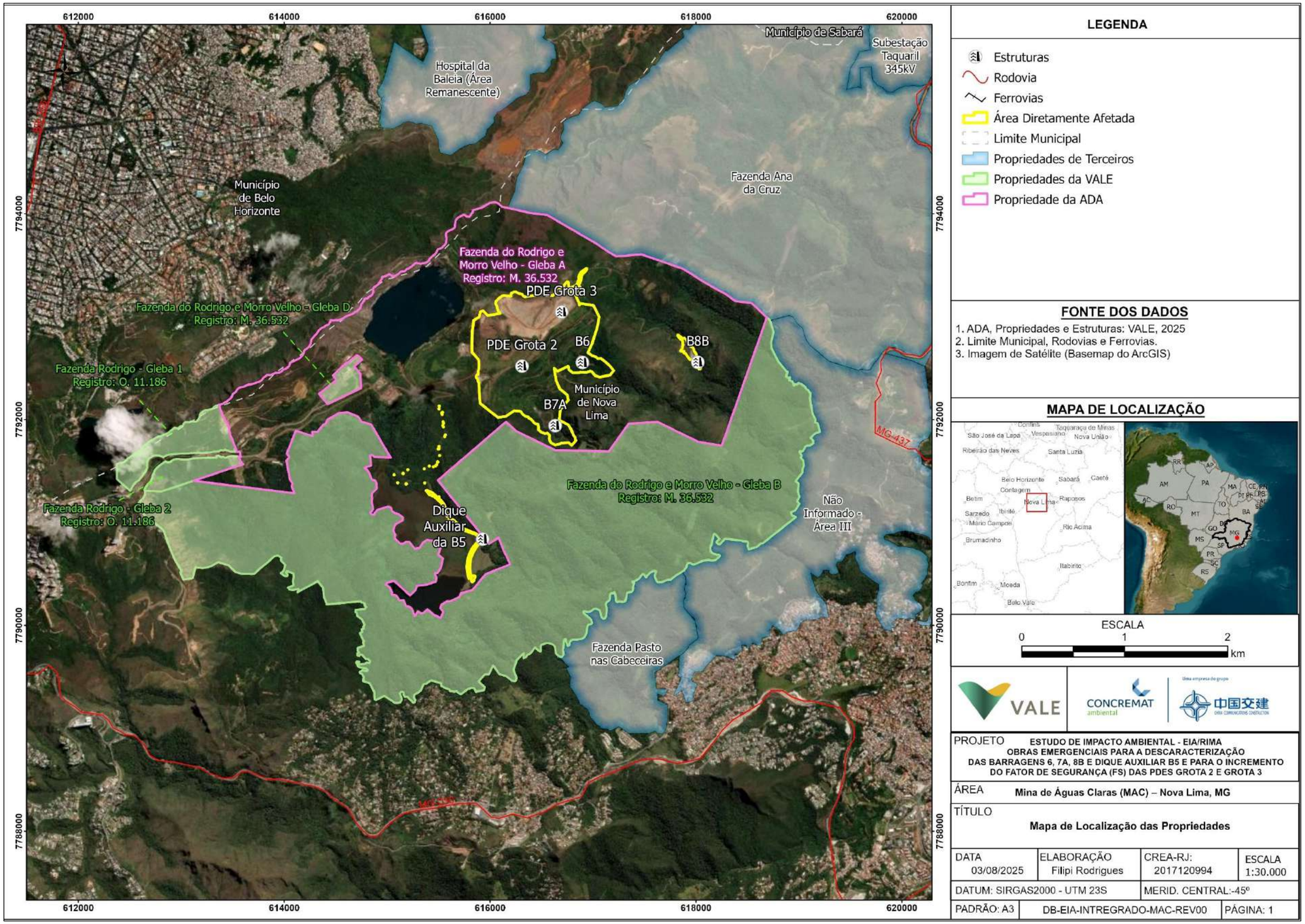
2.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO EMPREENDIMENTO

O acesso principal à Mina de Águas Claras pode ser realizado partindo de Belo Horizonte, utilizando a rodovia federal BR-356 em direção a Ouro Preto (MG). Após percorrer aproximadamente 4 km, chega-se à alça viária do bairro Vila da Serra, em Nova Lima, seguindo pela Alameda da Serra até a Av. de Ligação, que conduz à portaria da mina. Outra opção de acesso é partir do bairro Belvedere, também em Belo Horizonte, trafegando pela rua Jornalista Djalma Andrade até a Av. de Ligação, localizada na divisa entre Belo Horizonte e Nova Lima, onde o trajeto é complementado pela rodovia MG-30 (**Mapa 2-1**) (VALE, 2022).

A Área Diretamente Afetada (ADA) está situada em uma propriedade rural de 916,66 hectares, pertencente à Vale S.A., conhecida como Fazenda do Rodrigo e Morro Velho – Gleba A (**Mapa 2-2**). A ADA considera todas as áreas que sofrerão interferência, abrangendo 129,80 hectares com diferentes tipos de uso e cobertura do solo (**Mapa 2-3**)



Mapa 2-1 - Localização e Acesso à Área Diretamente Afetada – ADA.



LEGENDA

- Estruturas
- Rodovia
- Ferrovias
- Área Diretamente Afetada
- Limite Municipal
- Propriedades de Terceiros
- Propriedades da VALE
- Propriedade da ADA

FONTE DOS DADOS

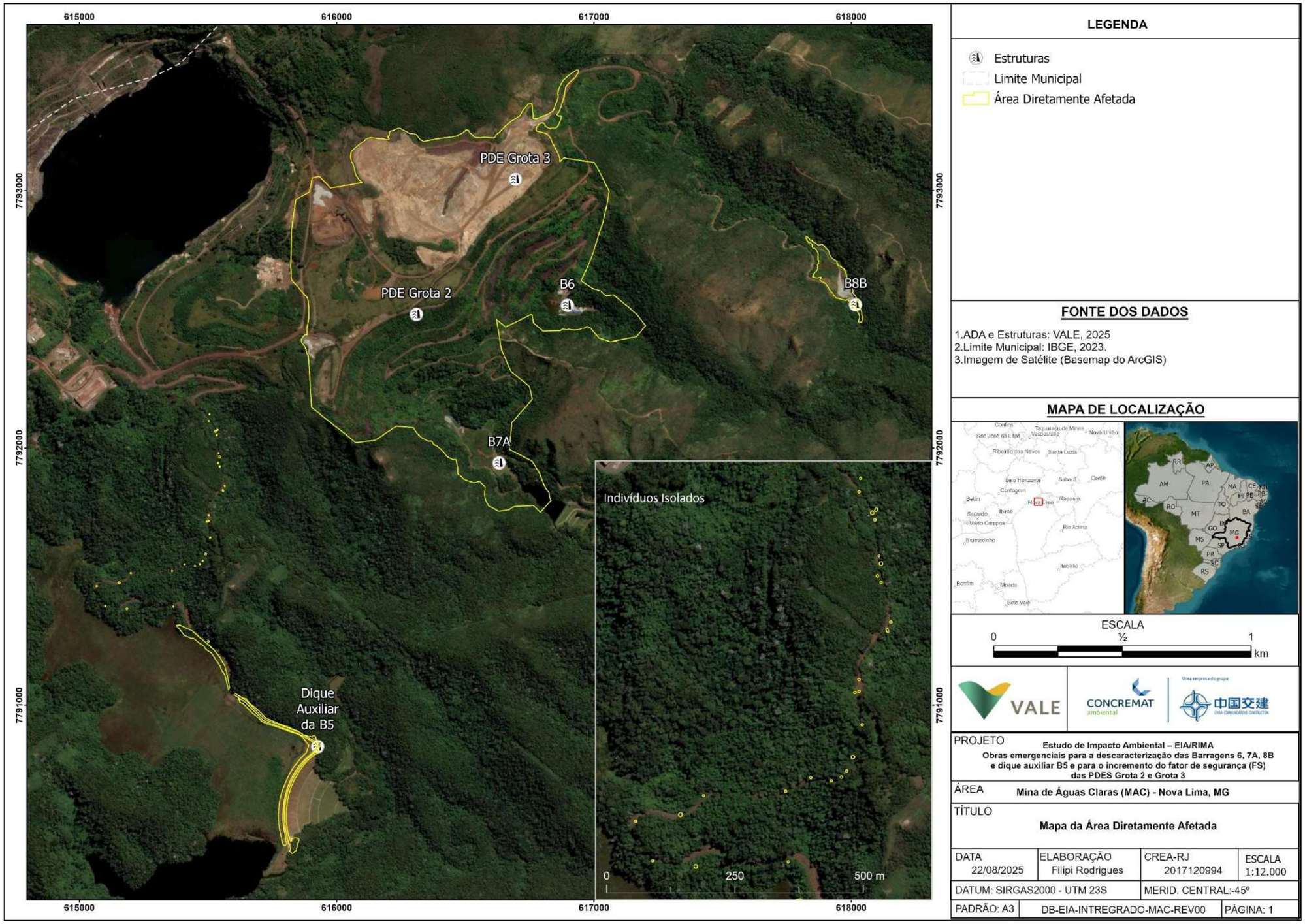
1. ADA, Propriedades e Estruturas: VALE, 2025
2. Limite Municipal, Rodovias e Ferrovias.
3. Imagem de Satélite (Basemap do ArcGIS)

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA
0 1 2 km

PROJETO	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA/RIMA OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3		
ÁREA	Mina de Águas Claras (MAC) – Nova Lima, MG		
TÍTULO	Mapa de Localização das Propriedades		
DATA 03/08/2025	ELABORAÇÃO Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA 1:30.000
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45º	
PADRÃO: A3	DB-EIA-INTREGRADO-MAC-REV00		PÁGINA: 1

Mapa 2-2 - Localização da propriedade onde está inserida a Área Diretamente Afetada - ADA



Mapa 2-3 - Área Diretamente Afetada (ADA)

2.3. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

Considerando os aspectos legais e normativos pertinentes às obras emergenciais para a descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e dique auxiliar B5 e para o incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3, foi realizado um levantamento do conjunto de leis e normas atualmente em vigor que se aplicam ao tema, como crimes ambientais, processos de licenciamento ambiental, proteção da flora, preservação de áreas e biomas específicos, regulamentação de barragens e legislação municipal, cuja síntese pode ser verificada no **Quadro 2-3**.

É importante ressaltar que para esse levantamento foi considerada a estrutura político-administrativa do Brasil, dividida em três esferas de poder (Federal, Estadual e Municipal), cada uma com suas respectivas competências para a criação de normas legais (competência legislativa) e para a execução do licenciamento ambiental (competência executiva), conforme estabelecido na Constituição Federal de 1988.

Desta forma, a Constituição de 1988 define uma competência concorrente entre União, Estados e Municípios para legislar sobre temas como florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição (art. 24, VI); proteção do patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico (art. 24, VII); e responsabilidade por danos ao meio ambiente, ao consumidor e a bens de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (art. 24, VIII). Nesse contexto, cabe à União estabelecer normas gerais válidas em todo o território nacional (art. 24, §1º); aos Estados, complementar essas normas (art. 24, §2º); e aos Municípios, criar regras que atendam aos interesses locais (art. 30, I).

Em adição à competência legislativa, essa Constituição também expande aos seus entes federativos a atribuição executiva para proteger documentos, obras e bens de valor histórico, artístico e cultural, monumentos, paisagens naturais notáveis e sítios arqueológicos (art. 23, III); proteger o meio ambiente e combater a poluição em suas diversas formas (art. 23, VI); preservar florestas, fauna e flora (art. 23, VII); e registrar, acompanhar e fiscalizar concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios (art. 23, XI).

Em relação à legislação estadual, a Constituição Estadual de Minas Gerais, em consonância com a Constituição Federal de 1988, estabelece em seu texto princípios e diretrizes voltados à proteção do meio ambiente, reconhecendo-o como um bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida. Ela assegura o direito de todos ao meio ambiente

ecologicamente equilibrado, impondo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Nesse contexto, a Constituição mineira fortalece a conservação dos recursos naturais, a gestão participativa e o desenvolvimento sustentável, integrando a proteção ambiental às políticas públicas de planejamento urbano, uso do solo, educação ambiental e licenciamento de atividades potencialmente poluidoras.

A Lei nº 7.772, de 8 de setembro de 1980, estabelece diretrizes para a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente, definindo-o como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. A norma também conceitua fonte de poluição como qualquer atividade, processo, operação, equipamento, instalação, maquinaria, sistema ou dispositivo, móvel ou fixo, que cause ou possa vir a causar poluição. Já o agente poluidor é caracterizado como a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por uma fonte de poluição.

No âmbito da legislação municipal de Nova Lima, destaca-se a Deliberação Normativa CODEMA nº 14, de 15 de junho de 2021, que estabelece os critérios para classificação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais com base em seu porte, potencial poluidor e características locacionais. Essa norma visa orientar o processo de licenciamento ambiental, promovendo uma abordagem técnica e proporcional à complexidade dos impactos ambientais envolvidos, de forma a garantir maior efetividade na proteção do meio ambiente e no controle das atividades potencialmente degradadoras.

Complementando esse instrumento, o Decreto nº 10.117, de 1º de junho de 2020, regulamenta os procedimentos de regularização e licenciamento ambiental no município, integrando-os às esferas urbanística e econômica. Esse decreto é fundamental para a operacionalização das políticas ambientais locais, pois define as competências, etapas e exigências legais aplicáveis ao licenciamento, buscando maior eficiência, segurança jurídica e articulação entre os diferentes setores da administração pública. Já o Decreto nº 10.453, de 24 de setembro de 2020 atualiza e ajusta dispositivos do decreto anterior, com o objetivo de aperfeiçoar as diretrizes e corrigir eventuais lacunas, assegurando a continuidade e a coerência da política ambiental municipal.

O Projeto integrado de descaracterização de barragens e obras para fechamento de pilhas de estéril da Mina de Águas Claras envolve a supressão de vegetação nativa em estágio inicial, médio e avançado de regeneração no bioma Mata Atlântica, o que exige a elaboração de um Estudo Prévio de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), conforme a Lei nº 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica). Essa legislação estabelece critérios para a

supressão de vegetação e define as obrigações de compensação ou recuperação ambiental. Além disso, a Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro) é relevante, pois estabelece diretrizes para a proteção de florestas e outras formas de vegetação nativa, incluindo regras para a supressão e recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Por fim, o Art. 4º da Deliberação Normativa COPAM nº 246/2022, que inclui a "Listagem H - Outras Atividades" sob o código "H-01-01-1" à Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, contempla no licenciamento ambiental as atividades com supressão de vegetação primária ou secundária em estágios médio e/ou avançado de regeneração no bioma Mata Atlântica, sujeitas à elaboração de EIA/RIMA, conforme a Lei Federal nº 11.428/2006. O § 7º da mesma deliberação determina que essas atividades devem ser regularizadas por meio do Licenciamento Ambiental Concomitante Monofásico (LAC-1), no qual as licenças prévia, de instalação e de operação são emitidas em uma única etapa.

Quadro 2-3 - Síntese da legislação aplicável ao processo de licenciamento ambiental das Obras emergenciais para o reforço da Barragem 6, descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para incremento do fator de segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 – Mina de Águas Claras – Nova Lima/MG

Tema	Esfera de Atuação	Instrumento Legal	Objeto
MEIO AMBIENTE	Federal	Constituição da República Federativa do Brasil-1988	A Constituição Federal estabelece em seu capítulo relacionado ao meio ambiente, a seguridade do direito de todos “ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”.
	Estadual	Constituição do Estado de Minas Gerais - 2024	Dispõe em sua seção VI sobre as medidas de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.
	Estadual	Lei nº 7.772, de 8 de setembro de 198	Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.
CRIMES AMBIENTAIS	Federal	Lei No 9.605 de 12 de fevereiro de 1998	Lei de crimes ambientais - Dispõe: “sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.”
LICENCIAMENTO AMBIENTAL	Federal	Resolução CONAMA n° 1, de 23 de janeiro de 1986	Dispõe sobre as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental - EIA/RIMA.
	Federal	Resolução CONAMA n° 6, de 24 de janeiro de 1986	Aprova os modelos de publicação de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão e aprova os novos modelos para publicação.
	Federal	Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.
	Federal	Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
	Estadual	Decreto nº 47.383, de 02 de março de 2018	Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos
	Estadual	Deliberação Normativa COPAM Nº 217, de 06 de dezembro de 2017	Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais.
	Estadual	Deliberação Normativa COPAM Nº 246, de 26 de maio de 2022	Altera a Deliberação Normativa Copam n° 217, de 6 de dezembro de 2017.
	Estadual	Deliberação Normativa CERH Nº 37, de 04 de junho de 2011	Estabelece procedimentos e normas gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos relativa a atividades minerárias, diretrizes para elaboração do Plano de Utilização da Água - PUA
	Federal	Instrução Normativa ICMBio nº 30, de 19 de setembro de 2012	Estabelecer procedimentos Administrativos e técnicos para a execução de compensação espeleológica de que trata o art. 4º, § 3º, do Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, alterado pelo Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008, para empreendimentos que ocasionem impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto e que não possuam na sua área, conforme análise do órgão licenciador, outras cavidades representativas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades testemunho.
	Federal	Instrução Normativa MMA nº 02 de 20 de agosto de 2009	Dispõe sobre a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavernas de acordo com o Decreto 6.640/2008.
	Federal	Instrução Normativa MMA Nº 02, de 30 de agosto de 2017	Define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5º do Decreto no 99.556, de 1º de outubro de 1990.
	Estadual	Decreto Estadual nº 47.041, de 31 de agosto de 2016	Dispõe sobre os critérios para a compensação e a indenização dos impactos e danos causados em cavidades naturais subterrâneas existentes no território do Estado.
	Federal	Decreto Nº 10.935, de 12 de janeiro de 2022	Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.
	Estadual	Instrução de Serviço SISEMA/MG 08/2017	Procedimentos para análise dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos e de atividades efetiva ou potencialmente causadoras de impactos sobre cavidades naturais subterrâneas
	Federal	Portaria MMA Nº 148, de 07 de junho de 2022	Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção.
	Federal	Portaria MMA Nº 299, de 13 de dezembro de 2022	Institui o Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade - CONSERVA+, que estabelece as estratégias políticas de reconhecimento, avaliação e gestão das espécies nativas em relação ao uso sustentável e aos riscos e ameaças de extinção, com vistas a assegurar a proteção, a conservação e o manejo da diversidade biológica brasileira.
	Federal	Portaria MMA Nº 43, de 31 de janeiro de 2014 (Revogada parcialmente)	Institui o Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção - Pró-Espécies, com o objetivo de adotar ações de prevenção, conservação, manejo e gestão, com vistas a minimizar as ameaças e o risco de extinção de espécies. (Revogação parcial Portarias 316/2009 e 162/2016)
	Federal	Portaria ICMBIO Nº 208, de 14 de março de 2018	Atualiza e aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Aves da Mata Atlântica.
	Federal	Portaria ICMBIO Nº 702, de 07 de agosto de 2018	Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas da Mata Atlântica e da Preguiça-de-Coleira.
	Federal	Portaria MMA Nº 300, de 13 de dezembro de 2022	Reconhece a Lista Nacional de Espécies da Ameaçadas de Extinção.
	Estadual	Deliberação Normativa COPAM Nº 147, de 30 de abril de 2010	Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais.

Tema	Esfera de Atuação	Instrumento Legal	Objeto
	Estadual	Decreto nº 10.453, de 24 de setembro de 2020	Retifica, no que determina, o Decreto nº 10.117, de 01/06/2020, além de dar outras providências.
	Municipal	Deliberação Normativa CODEMA nº 14, de 15 de junho de 2021	Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais de Nova Lima.
	Municipal	Decreto nº 10.117, de 1º de junho de 2020	Regulamenta o procedimento administrativo de Regularização Ambiental no Município de Nova Lima, o licenciamento ambiental, a sua interface com o licenciamento urbanístico e o licenciamento de empreendimento de impacto de atividade econômica, bem como demais licenças e autorizações ambientais pertinentes, além de dar outras providências.
FLORA	Federal	Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012	Cria o Novo Código Florestal. Dispõe Sobre A Proteção da Vegetação Nativa e Dá Outras Providências.
	Estadual	Lei Nº 20.922, de 16 de outubro de 2013	Dispõe Sobre As Políticas Florestal e de Proteção À Biodiversidade No Estado.
	Estadual	Portaria IEF Nº 27, de 07 de abril de 2017	Estabelece procedimentos para o cumprimento da medida compensatória a que se refere o§ 2º do Art. 75 da Lei Estadual n°. 20.922/2013 e dá outras providências.
	Estadual	Decreto Nº 47.749, de 11 de novembro de 2019	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais.
	Estadual	Portaria IEF Nº 172, de 28 de novembro de 2007	Dispõe Sobre As Estimativas Volumétricas de Material Lenhoso Em Processos Autorizativos Em Áreas Onde Houver A Supressão Para O Uso Alternativo do Solo.
	Estadual	Resolução Conjunta SEMAD - IEF Nº 3.102, de 26 de outubro de 2021	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais
	Estadual	Resolução Conjunta SEMAD - IEF Nº 3.162, de 20 de julho de 2022	Altera a Resolução Conjunta Semad/IEF n° 3.102, de 26 de outubro de 2021, que dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais
	Federal	Instrução Normativa MMA Nº 02, de 10 de julho de 2015	Dispõe sobre a supressão de vegetação e a captura, o transporte, o armazenamento, a guarda e manejo de espécimes da fauna, no âmbito do licenciamento ambiental de que trata o art. 10 da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a supressão de vegetação em caso de uso alternativo do solo conforme definido pelo inciso VI, do art. 3º, da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que envolvam espécies constantes das Listas Nacionais Oficiais de Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção, publicadas por meio das Portarias nos 443, 444 e 445, de 17 de dezembro de 2014.
	Estadual	Lei Nº 20.922, de 16 de outubro de 2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.
	Federal	Resolução CONAMA Nº 369, de 28 de março de 2006	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação Em Área de Preservação Permanente-APP.
ÁREAS E BIOMAS ESPECIALMENTE PROTEGIDOS	Federal	Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.
	Federal	Instrução Normativa MMA Nº 05, de 08 de setembro de 2009	Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal.
	Federal	Resolução CONAMA Nº 429, de 28 de fevereiro de 2011	Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs.
	Federal	Resolução CONAMA Nº 302, de 20 de março de 2002	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.
	Federal	Resolução CONAMA Nº 278, de 24 de maio de 2001	Dispõe sobre o corte e a exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica.
	Federal	Portaria MMA Nº 463, de 18 de dezembro de 2018	Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade.
	Federal	Resolução CONAMA Nº 388, de 23 de fevereiro de 2007	Dispõe a convalidação das Resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica.
	Federal	Lei Nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
	Federal	Decreto Nº 6.660 de 02 de novembro de 2008	Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica
	Estadual	Lei Nº 10.883, de 02 de outubro de 1992	Declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o Pequizeiro (Caryocar brasiliensis).
	Estadual	Lei Nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988	Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo.
	Estadual	Lei Nº 13.635, de 12 de julho de 2000	Declara o Buriti de interesse comum e imune a corte. Alterada pela Lei Nº 22.919, de 12-01-2018.
	Estadual	Decreto Nº 47.749, de 11 de novembro de 2019	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais.
	Estadual	Portaria IEF Nº 30, de 03 de fevereiro de 2015	Estabelece diretrizes e procedimentos para o cumprimento da compensação ambiental decorrente do corte e da supressão de vegetação nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica.
	Federal	Lei Federal nº 9985/2005	O empreendedor fica obrigado a apoiar a implantação e a manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral.
	Estadual	Decreto Federal nº 45.175/2009	Estabelece a metodologia de gradação dos impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental.

Tema	Esfera de Atuação	Instrumento Legal	Objeto
	Estadual	Lei Estadual nº 20.922/2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado
	Estadual	Decreto nº 47.383/2018	Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos
	Estadual	Instrução de Serviço SISEMA/MG 02/2017	Compensação pelo corte ou supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração no bioma Mata Atlântica
BARRAGEM	Federal	Resolução ANM 95/2022	Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração.
	Estadual	Lei nº 23.291 de 25/02/2019	Institui a Política Estadual de Segurança de Barragens
	Estadual	Deliberação Normativa Copam Nº 210, de 21/09/2016	Definidos os critérios para o licenciamento ambiental da atividade de disposição de rejeito e estéril em cava e de reaproveitamento desses materiais quando dispostos em pilha, barragem ou em cava.
	Estadual	Decreto 48.140 de 25/02/2017	Regulamenta dispositivos da Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a Política Estadual de Segurança de Barragens, estabelece medidas para aplicação do art. 29 da Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, e dá outras providências.

2.4. COMPATIBILIDADE COM PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS COLOCALIZADOS

Este subitem tem como finalidade apresentar, de forma sucinta, os principais planos e programas governamentais nas esferas federal, estadual e municipal, bem como projetos públicos e privados em operação ou em fase de implantação, localizados na área de influência do empreendimento. Consideram-se colocalizadas as iniciativas situadas na mesma região ou em áreas próximas à Área Diretamente Afetada (ADA), cujas ações podem, de algum modo, interagir ou exercer influência direta ou indireta sobre as obras.

A identificação dos planos, programas e projetos colocalizados levou em conta aqueles com conexão direta com a ADA e/ou inseridos na mesma região ou entorno imediato, além dos que possuem relação temática ou funcional com o tipo de empreendimento em análise. A seleção foi feita a partir de fontes secundárias, por meio de levantamento em plataformas oficiais de órgãos públicos federais, estaduais e municipais, bem como em bancos de dados institucionais que reúnem informações sobre políticas públicas e projetos em curso.

A elaboração deste conteúdo está em conformidade com a Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986), que estabelece critérios e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental, especialmente no que se refere ao artigo 5º, inciso IV, o qual orienta sobre os aspectos que devem ser considerados na análise.

2.4.1. Esfera Nacional

Neste item são identificados alguns dos principais planos e programas desenvolvidos pelo governo federal relacionados à temática da mineração, recursos hídricos e resíduos sólidos.

Plano Nacional de Mineração – PNM

A mineração no Brasil, ao longo dos anos, passou por uma grande evolução em diversos aspectos, como infraestrutura, técnicas, tecnologias e bases legais. Sendo assim, estas evoluções geraram resultados como o desenvolvimento socioeconômico e industrial no país.

Dessa forma, o município de Nova Lima se insere em uma região com enorme potencial minerário no estado de Minas Gerais, fazendo parte do chamado “Quadrilátero Ferrífero”, com grande capacidade para a produção de minério de ferro.

Nesse sentido, o governo federal através do Ministério de Minas e Energia, publicou em 2011 o Plano Nacional de Mineração 2030 (BRASIL, 2011). Diante disso, o PNM busca realizar uma análise de aspectos do setor industrial, na esfera nacional, apontando os desafios do

setor e prevendo cenários futuros para a indústria minerária, tanto em características de investimento quanto em demandas, estabelecendo metas importantes no contexto de mineração no Brasil.

Sendo assim, o objetivo apresentado pela Plano Nacional de Mineração é orientar as políticas de médio e longo prazos que tenham a finalidade de contribuir para o desenvolvimento sustentável da mineração no Brasil, pelos próximos 20 anos.

À vista disso, o PNM - 2030 é fundamentado a partir de três diretrizes: uma governança pública eficaz, agregação de valor e adensamento de conhecimento e sustentabilidade. Portanto, estas diretrizes partem do princípio da identificação de crescimento econômico, melhorias em diferentes processos produtivos e a necessidade da sustentabilidade no processo de desenvolvimento do setor mineral.

Portanto, o PNM – 2030 é crucial no contexto do presente projeto, visto que, Minas Gerais é um doas grandes atores do setor minerário do país, assim como, o município de Nova Lima. Com isso, as diretrizes do PNM – 2030 buscam empregar a sustentabilidade nos desenvolvimentos de empreendimentos minerários, contribuindo para a evolução do plano.

Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS

A Lei n° 12.305 de 2010, sancionada pelo Governo Federal, estabeleceu o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O PNRS foi oficialmente regulamentado através do decreto n° 7.404 de 2010, sendo fundamental para a evolução de normas, objetivos e diretrizes que incentivam o tratamento e a disposição de forma sustentável dos resíduos sólidos no Brasil (BRASIL, 2010).

Em 2020, foi lançada a versão mais recente do Plano, com oito capítulos detalhados sobre a situação da disposição final dos rejeitos no país, além de apontar meios de controle e fiscalização das atividades, com intuito de atingir as metas préviamente estabelecidas pelo Plano.

Especificamente sobre as atividades de mineração, conforme apontado pelo PNRS, este setor é considerado essencial nos contextos social e econômico, no sentido da geração de vagas de emprego e de uma pontecial renda para estados e municípios impactados pelas atividades minerárias. Entretanto, baseados em dados do IBAMA, no próprio Plano é apontado que o setor também apresenta grande potencial gerador de resíduos sólidos, com cerca de 310 milhões de toneladas de resíduos oriundos de atividades minerárias encaminhados para a destinação final, em 2015. Além disso, o destaque nesse tema fica com o estado de Minas Gerais, sendo responsável por 94% do total (290 milhões de toneladas).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece diretrizes para a gestão adequada de resíduos no Brasil, incluindo os provenientes da mineração. Diante dos riscos associados à disposição de rejeitos em barragens, foi instituída a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que criou a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Essa legislação tem como objetivo estabelecer normas para garantir a segurança dessas estruturas e minimizar a ocorrência de acidentes.

Portanto, os princípios e diretrizes da PNRS se aplicam diretamente às ações de descaracterização de barragens, uma vez que orientam sobre a forma ambientalmente adequada de tratamento e destinação dos resíduos provenientes da descaracterização.

Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é um instrumento de planejamento estratégico previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), com o objetivo de orientar a implementação dessa política e fortalecer o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). O PNRH 2022-2040 estabelece diretrizes, metas e ações organizadas em programas temáticos, buscando garantir a gestão integrada e sustentável da água no país. Dentre os cinco programas estruturantes do plano, destaca-se o Programa 4 – “Integração da Política Nacional de Recursos Hídricos com Políticas e Planos Setoriais”, que compreende o Subprograma 4.3, voltado à Segurança de Barragens (BRASIL, 2022).

Esse subprograma tem como objetivo fortalecer a atuação da União, dos estados e dos entes reguladores e fiscalizadores quanto à segurança das estruturas hidráulicas, considerando os riscos à integridade física das barragens e os impactos que seu colapso pode gerar ao meio ambiente e às populações a jusante. Embora o PNRH não trate diretamente da descaracterização de barragens, seu conteúdo se alinha aos princípios da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei nº 12.334/2010, que estabelece critérios para construção, operação, manutenção e desativação de barragens com vistas à mitigação de riscos (BRASIL, 2010).

A descaracterização de barragens refere-se ao processo técnico de desativação definitiva de estruturas de contenção, especialmente as destinadas à disposição de rejeitos, como as de mineração. Essa prática tornou-se central no debate nacional após os rompimentos de barragens ocorridos em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), sendo regulamentada por normativas da Agência Nacional de Mineração (ANM) e por exigências ambientais nos processos de licenciamento. O objetivo é reduzir o risco de falhas estruturais e reintegrar a área ao ambiente natural ou a novos usos (BRASIL, 2019).

A colocalização entre o PNRH e os projetos de descaracterização de barragens ocorre principalmente na convergência de objetivos relacionados à segurança hídrica, à gestão de riscos e à proteção dos corpos hídricos. O Subprograma 4.3 do PNRH contribui para a articulação institucional necessária à execução segura desses projetos, promovendo a integração de políticas públicas de recursos hídricos, segurança de barragens, meio ambiente e mineração.

Dessa forma, ainda que o PNRH não trate de forma direta dos processos de descaracterização, ele oferece uma base técnica e política que sustenta e orienta tais ações, contribuindo para a construção de um modelo de gestão mais seguro, resiliente e sustentável dos recursos hídricos e das estruturas que sobre eles incidem.

Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB

Lançada em 20 de setembro de 2010, a Lei n° 12.334 aborda a temática de barragens, através da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Diante disso, esta legislação estabeleceu as normativas que abrangem as estruturas destinadas à acumulação de água para as mais diversificadas finalidades, desde um armazenamento temporário ou definitivo de rejeitos até a contenção de rejeitos industriais (BRASIL, 2010).

Desse modo, a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) apresenta como objetivos, garantir padrões de segurança para barragens no Brasil, minimizando riscos de acidentes, e promover a segurança da população e do meio ambiente. Nesse sentido, a PNSB estabelece diretrizes para a implementação de ações preventivas, corretivas e emergenciais, buscando a segurança ao longo da vida útil das barragens, prevenir acidentes, reduzir impactos socioambientais, definir responsabilidades entre órgãos fiscalizadores e empreendedores, além de criar uma cultura de segurança baseada no monitoramento contínuo.

Sendo assim, a PNSB define responsabilidades para os empreendedores, que devem elaborar e manter atualizado o Plano de Segurança da Barragem (PSB), adotar um Plano de Ação de Emergência (PAE) quando necessário e fornecer informações detalhadas aos órgãos fiscalizadores. Estes, por sua vez, incluem a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Agência Nacional de Mineração (ANM) e órgãos ambientais estaduais e federais, responsáveis por garantir a aplicação da legislação e a adoção das medidas de segurança pelos responsáveis pelas barragens.

Portanto, considerando o contexto em que se insere o projeto integrado de descaracterização, a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) estabelece uma relação direta com sua implementação, ao atribuir responsabilidades específicas aos empreendedores quanto à segurança das estruturas. Dessa forma, o projeto deve adotar os padrões técnicos e operacionais previstos na PNSB, contribuindo para a mitigação de riscos e a prevenção de acidentes.

Programa de Descaracterização de Barragens a Montante da Vale

Iniciado em 2019, o Programa de Descaracterização de Barragens a Montante da Vale têm como objetivo eliminar barragens construídas pelo método a montante, apoiada sobre rejeitos (VALE, 2025).

O Programa atende a legislação estabelecida pela Lei n°14.066/2020, que instituiu a descaracterização de todas as barragens a montante no Brasil até 2027 (BRASIL, 2020). Nesse sentido, o processo de descaracterização envolve a transformação, em definitivo, da estrutura da barragem para que ela deixe de exercer a função de armazenamento de rejeitos. Sendo assim, é possível garantir a estabilidade do solo e a segurança das comunidades adjacentes.

De acordo com a Vale, o programa inclui a descaracterização de 30 barragens construídas pelo método a montante (17 já concluídas), distribuídas nos estados de Minas Gerais e Pará (VALE, 2025). Dessa forma, o Programa de Descaracterização de Barragens a Montante da Vale representa uma importante ação para a gestão e segurança da mineração no Brasil, pois busca reduzir de forma significativa os riscos associados à barragens do método a montante, especialmente.

Nesse sentido, o atual empreendimento pode ser inserido no contexto do Programa de Descaracterização de Barragens a Montante da Vale, pois o projeto integrado conta com estruturas construídas pelo método de montante, mas que já tiveram suas obras finalizadas, sendo o caso da Barragem 8B e do Dique Auxiliar B5. Dessa forma, seguindo as normativas legais anteriormente citadas, o empreendedor se compromete legalmente, com o objetivo da redução dos riscos relacionados com barragens e priorizando a segurança das populações que habitam nas proximadades das obras de descaracterização.

2.4.2. Esfera Estadual

Nesta seção são apresentados os principais planos e programas desenvolvidos pelo governo de Minas Gerais associados à temática da mineração, recursos hídricos e desenvolvimento socioeconômico.

Plano Estadual de Mineração – PEM

Divulgado em julho de 2020, o Plano Estadual de Mineração (PEM) foi elaborado pelo governo estadual de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2020). O Plano apresenta como um de seus principais objetivos a orientação da gestão de políticas de mineração em Minas Gerais, a fim de transformar o setor mais atrativo no estado, além de transformar Minas Gerais em um dos principais atores em atividades minerárias no país.

Conforme apontado pelo governo estadual de Minas Gerais, o entendimento sobre os cenários e desafios e como podem impactar o setor minerário no futuro são fundamentais para o estabelecimento de ações e políticas com eficácia para o planejamento e gestão de atividades de mineração. Além disso, o Plano busca agir seguindo as diretrizes já regulamentadas pela esfera federal.

O PEM-MG elabora um diagnóstico do setor mineral do estado, assim como, um panorama da história da atividade no território, aspectos geológicos com a localização de grandes resevas e recursos estaduais, mercado de trabalho, tributação e informações sobre comércio exterior.

Portanto, o projeto integrado de descaracterização está inserido no contexto do Plano Estadual de Mineração de Minas Gerais (PEM-MG), alinhando-se às diretrizes estabelecidas para promover uma mineração mais segura, sustentável e socialmente responsável.

Política Estadual de Segurança de Barragens – PESB

Estabelecida em 2019, por meio da Lei n° 23.291, institui diretrizes e regulamentações sobre segurança de barragens no estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2019). Além disso, a Política Estadual de Segurança de Barragens busca reforçar as normas federais ao aprimorar a fiscalização e o gerenciamento de riscos.

Nessa perspectiva, esta política adota regras mais restritivas para a construção, operação e descaracterização de barragens. Sendo assim, entre suas principais determinações, se destacam a proibição de construção de novas barragens pelo método de alteamento a montante, a exigência da desativação de barragens nesse modelo, além da obrigatoriedade da apresentação de um Plano de Ação Emergencial (PAE) para as barragens classificadas como de alto dano potencial.

Além disso, é válido destacar que a Política Estadual de Segurança de Barragens amplia a responsabilidade dos empreendedores, uma vez que estes são obrigados a realizarem inspeções frequentes, auditorias externas independentes e transparência na divulgação de informações sobre a segurança das barragens. Ademais, a política também impôs diretrizes mais rigorosas na concessão de lincenças ambientais, com isso, a necessidade de estudos com maior grau de detalhamento dos impactos ambientais e sociais antes da aprovação de novos empreendimentos.

Outro ponto fundamental da Política Estadual de Segurança de Barragens é a maior rigidez da fiscalização através dos órgãos estaduais, como o caso da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA). Nesse sentido, ambos os órgãos auxiliam no monitoramento das condições de barragens e na efetividade das ações previstas pela Política Estadual de Segurança de Barragens, aplicando sanções em casos de descumprimento de normas.

Com isso, a Política Estadual de Segurança de Barragens encontra-se inserida no contexto do projeto integrado de descaracterização, visto que esta legislação prioriza medidas de gerenciamento de riscos associados à barragens. Sendo assim, fomenta a segurança nos ambientes onde esses empreendimentos se localizam, como também, favorece a proteção de populações localizadas próximas às barragens.

Programa de Gestão de Barragens da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM

O Programa de Gestão de Barragens da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) atua na fiscalização de barragens ligadas à indústria e mineração em Minas Gerais, em alinhamento com as diretrizes da Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei Federal nº 12.334/2010) e da Política Estadual (Lei Estadual nº 23.291/2019). Em conjunto com a ANM e o IGAM, a Feam acompanha estruturas que armazenam rejeitos, resíduos industriais ou água, vinculadas ao processo produtivo, especialmente aquelas com maior potencial de risco ou impacto ambiental (FEAM, 2025).

Com a publicação da Lei nº 23.291/2019, as exigências para licenciamento de novos barramentos se tornaram mais rigorosas, exigindo a apresentação de estudos técnicos detalhados pelos empreendedores. Essa legislação também ampliou o papel do Sisema na fiscalização dessas estruturas.

Embora o programa já estivesse em operação anteriormente, seus procedimentos foram formalizados em 2023 por meio da Portaria Feam nº 699, com o objetivo de dar maior transparência e segurança técnica às ações da Fundação. O trabalho é orientado por um

manual próprio de fiscalização, que padroniza a atuação sobre os diferentes tipos de barragens cadastradas

A regulamentação da PESB gerou a necessidade de atualização normativa, levando à publicação de decretos e portarias que definem critérios para descaracterização de barragens alteadas a montante, regras para auditorias técnicas, diretrizes para o Plano de Ação de Emergência (PAE) e exigências adicionais para empreendimentos minerários (FEAM, 2025).

Esse conjunto de normas e instrumentos apoia iniciativas como o Projeto Integrado de Descaracterização de Barragens, ao estabelecer parâmetros claros para fiscalização, controle de riscos e responsabilidade socioambiental.

2.4.3. Esfera Regional

Neste tópico serão abordados os principais planos e programas desenvolvidos pelas instâncias governamentais e aplicados no município, com foco no planejamento territorial, socioeconomia e meio ambiente.

Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte

Lançado em 2011, o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte tem como objetivo a construção de um processo de planejamento metropolitano para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), envolvendo seus municípios integrantes - como Nova Lima - órgãos federais atuantes e a sociedade civil organizada em seus movimentos sociais e associações empresariais e populares (MINAS GERAIS, 2011).

Dessa forma, o Plano visa uma construção de um processo de colaboração e integração de conhecimentos em curto (2023), médio e longo prazos (2050), assim como, redes de informação que tornem possíveis análises e monitoramento contínuo de variadas ações dos diferentes agentes que atuam na região metropolitana de Belo Horizonte.

Diante disso, o PDDI-RMBH aborda estudos setoriais integrados que fazem parte de um amplo diagnóstico interdisciplinar a respeito da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Nesse sentido, temas como uso do solo, mobilidade urbana, transporte, saúde, cultura, meio ambiente, dentre outras temáticas fazem parte do PDDI-RMBH.

Vale ressaltar que, os estudos elaborados pelo Plano reconhecem as atividades de mineração como sendo de grande relevância para o desenvolvimento socioeconômico da RMBH, gerando renda e empregos para a população dos municípios integrantes.

Com o crescente aumento de demandas no setor industrial e minerário, o Plano projeta, através de políticas setoriais, investimentos essenciais no setor. Nesse sentido, foi elaborada uma proposta denominada de Política Metropolitana Integrada para o Desenvolvimento de Territórios Minerários. Portanto, a justificativa desta política se torna plausível visto a baixa efetividade na interlocução entre mineradoras, governos e sociedade.

Diante disso, dois programas foram propostos no escopo de atuação do PDDI-RMBH, o Programa para Desenvolvimento de Modelo de Gestão de Territórios Minerários e o Programa de Desenvolvimento Sustentável da Produção Mínero-Metalúrgica. Dessa forma, o primeiro é responsável por estabelecer um período de transição para ações que busquem promover o desenvolvimento focado na sustentabilidade na região, enquanto o segundo diz respeito a um processo responsável de tomada de decisões.

O projeto integrado de descaracterização está inserido no contexto do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI-RMBH), pois contribui para as diretrizes de sustentabilidade ambiental e segurança territorial estabelecidas pelo plano. Ao promover a eliminação de estruturas de barragens obsoletas ou de risco, o projeto alinha-se aos objetivos do PDDI-RMBH de reduzir vulnerabilidades ambientais e proteger áreas urbanas e rurais contra possíveis desastres, promovendo um desenvolvimento metropolitano mais seguro e sustentável.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (PDRH-Velhas)

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (PDRH-Velhas) é o principal instrumento de planejamento para a gestão dos recursos hídricos da bacia, sendo fundamental para promover o uso sustentável da água e a articulação entre os diversos atores sociais, econômicos e ambientais do território. Elaborado inicialmente em 2004 e revisado em 2015, o plano foi conduzido pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas), com apoio técnico da Agência Peixe Vivo e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), e financiamento advindo da cobrança pelo uso da água na bacia (CBH Rio das Velhas, 2015).

O PDRH-Velhas contempla diagnósticos, cenários e diretrizes para a preservação e recuperação dos recursos hídricos da bacia, e está estruturado em programas e metas que consideram aspectos como o controle da poluição difusa e pontual, a segurança hídrica e o fortalecimento institucional (IGAM, 2015). A bacia é dividida em 23 Unidades Territoriais Estratégicas (UTEs), entre elas a UTE Águas da Moeda, onde se localiza o município de Nova

Lima, o que permite uma abordagem descentralizada e participativa da gestão hídrica (CBH Rio das Velhas, 2023).

Embora o PDRH-Velhas não trate diretamente da descaracterização de barragens, sua existência e estrutura operacional o qualificam como um plano colocalizado ao Projeto Integrado de Descaracterização de Barragens, especialmente porque ambos os instrumentos compartilham o mesmo território e objetivos comuns relacionados à segurança hídrica, à prevenção de riscos ambientais e à requalificação de áreas degradadas. A articulação entre o projeto de descaracterização e o PDRH-Velhas é fundamental para garantir que as intervenções nas estruturas estejam alinhadas com as metas de gestão dos recursos hídricos, incluindo o controle de sedimentos, a recuperação de áreas de recarga e a proteção dos corpos d'água impactados.

Além disso, o plano reconhece a importância da gestão integrada de risco e propõe ações para a prevenção de eventos críticos, o que dialoga diretamente com os princípios da Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/2010), reforçando a sinergia entre os instrumentos. Portanto, o PDRH-Velhas deve ser considerado como um documento referencial para o planejamento e execução de ações no âmbito do projeto integrado de descaracterização, sobretudo na etapa de reinserção ambiental das estruturas e na reconstrução do uso múltiplo da água.

2.4.4. Esfera Municipal

O presente tópico apresenta os principais planos e programas implementados pelas instâncias governamentais e aplicados diretamente no município, com ênfase nas áreas de planejamento territorial, socioeconômico e ambiental

Plano Diretor do Município de Nova Lima

Instituído em 28 de agosto de 2007, a Lei n° 2007 estabelece o Plano Diretor de Nova Lima (PDNL) (NOVA LIMA, 2007). Nesse sentido, o PDNL tem como objetivo a implementação da política de desenvolvimento econômico, social, urbano e ambiental do município de Nova Lima, de acordo com ser Art. 1°. Além disso, o PDNL fica responsável pela integração dos processos de planejamento e controle da gestão municipal, sendo essencial para os agentes públicos e privados.

Dessa forma, o Plano Diretor de Nova Lima apresenta inúmeras diretrizes, objetivos e ações estratégicas sobre temáticas associadas às políticas públicas no sentido do desenvolvimento de diversas áreas do município (econômica, social, ambiental, educacional, dentre outras).

Especificamente sobre a temática de mineração, o PDNL estabelece diversas abordagens, subdividindo em artigos no decorrer do Plano, desde apoio ao desenvolvimento do setor até na regulação das atividades mineradoras.

Nesse sentido, pode-se identificar o artigo 13, que aborda os objetivos gerais do desenvolvimento econômico do município, onde um dos objetivos é a busca pelo apoio às políticas de mineração, através de mecanismos de desenvolvimento e da recuperação ambiental. Além disso, o artigo 34 traz como temática as diretrizes da política municipal de proteção e preservação do meio ambiente, se referindo à minimização dos impactos negativos, como nas atividades de mineração. Em paralelo, o artigo 61 aponta as normativas que buscam proteger a qualidade dos recursos hídricos municipais, abordando a necessidade do cumprimento dessa diretriz por empresas mineradoras, como a obrigatoriedade de se manter o volume de água existente em cursos d'água adjacentes à empreendimentos minerários.

A Seção V do Capítulo II apresenta, de forma mais específica, a orientação a respeito da gestão ambiental das atividades de mineração em três artigos, no decorrer da seção. Dessa forma, o artigo 66 aponta as exigências para a realização de atividades minerárias em Nova Lima:

> *"I. as atividades de mineração deverão ser realizadas preferencialmente na Macrozona de Utilidade Rural - MZUR;*
>
> *II. os projetos de lavra mineral deverão ser submetidos aos licenciamentos federal, estadual e/ou municipal, com os respectivos estudos prévios de Impactos Ambientais;*
>
> *III. apresentação obrigatória do respectivo Plano de Recuperação Ambiental da(s) área(s) a ser(em) degradada(s) em decorrência da lavra, o qual conterá a especificação dos custos, dos recursos financeiros suficientes, do cronograma de execução, projetos detalhados e definidos previamente na fase de licenciamento.*
>
> *§1º - O licenciamento ambiental municipal será obrigatório após a regulamentação do Sistema de Gestão Ambiental Municipal – SGAM, caso os projetos de lavra mineral se localizem integralmente no Município e em acordo com as normas do Conselho de Política Ambiental do Estado de Minas Gerais - COPAM quanto a seu potencial de degradação ambiental.*

> *§2º - Nas áreas onde houver direito de pesquisa e lavra já outorgados até a data da publicação desta Lei, tal atividade poderá ocorrer, independentemente da zona em que se situe."*

Por sua vez, o artigo 67 é responsável por afirmar que, para a finalidade do uso urbano, áreas mineradas são passíveis de transformação para uma Área de Diretrizes Especiais (ADE), apresentando diretrizes exclusivas em relação ao uso, ocupação e parcelamento do solo.

Paralelamente, o Plano Diretor de Nova Lima estabelece o macrozoneamento municipal, através do artigo 132, subdividindo o território do município em três zonas:

a) Macrozona de Adensamento Urbano - MZAU, abrange todo o perímetro urbano.

b) Macrozona de Expansão Urbana – MZEU, área fora dos limites do perímetro urbano e sem relevância para as explorações agrícola, pecuária, extrativas vegetais, florestais ou agroindustriais.

c) Macrozona de Utilidade Rural – MZUR, área fora dos limites do perímetro urbano, com potencial para as explorações agrícola, pecuária, extrativas vegetais, florestais, agroindustriais.

Já no artigo 182 são definidas as zonas de uso do solo em Nova Lima, com subdivisões de zonas de uso predominante e especiais. Por sua vez, o Art. 183 indica as zonas de uso predominante de acordo com os tipos específicos de uso predominante, onde o parcelamento, o uso e a ocupação do solo são diretamente associadas com parâmetros e índices urbanísticos. Portanto, a definição das zonas de uso predominante são as seguintes:

> *"I. Zona de Uso Predominantemente Residencial – ZOR;*
>
> *II. Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços – ZOCS;*
>
> *III. Zona de Uso Predominantemente Industrial – ZIND;*
>
> *IV. Zona de Uso Predominantemente Rural – ZNRL".*

Diante do exposto, é possível destacar que, conforme o artigo 66, as atividades de mineração devem, na maioria dos casos, estar inseridas na Macrozona de Utilidade Rural (MZUR), pois apresentam potencialidades para exploração extrativa.

Dessa forma, constata-se que o empreendimento analisado neste estudo está diretamente inderido no escopo do Plano Diretor de Nova Lima, sendo um agente crucial para o município. Sendo assim, ao ser abordado no Plano, a mineração é relacionada com grande potencial

para exploração e desenvolvimento econômico do município, além da necessidade de se proteger recursos naturais que possam ser potencialmente impactados.

O projeto de descaracterização de barragens em Nova Lima está diretamente alinhado com as diretrizes estabelecidas no Plano Diretor do município, que prioriza a segurança ambiental e o desenvolvimento sustentável. A eliminação dessas estruturas de risco não apenas mitiga potenciais ameaças à população e ao meio ambiente, mas também abre caminho para a requalificação e o aproveitamento responsável das áreas anteriormente ocupadas pelas barragens.

Plano Municipal de Contingência de Nova Lima

O Plano Municipal de Contingência de Nova Lima (Plancon) é um documento estratégico elaborado pela Prefeitura de Nova Lima, através da Defesa Civil Municipal. O Plancon de Nova Lima tem como objetivo orientar a atuação do poder público na prevenção e resposta a desastres de diversas naturezas (NOVA LIMA, 2023).

Lançado em janeiro de 2023, o Plano estabelece normativas objetivas para a atuação sob a coordenação de órgãos municipais em situações de emergência, detalhando responsabilidades, prioridades e medidas iniciais a serem adotadas, além de indicar a forma de emprego dos recursos disponíveis.

Dessa forma, com o objetivo de garantir a eficácia do Plancon, a Prefeitura de Nova Lima busca promover treinamentos e simulados internos com a participação de diversas secretarias municipais, Corpo de Bombeiros de Minas Gerais e Defesa Civil estadual. Sendo assim, essas atividades buscam preparar as equipes para uma resposta eficiente em casos emergenciais, com o objetivo de assegurar a população e minimizar os danos que potencialmente podem ser gerados.

Sendo assim, além de ações internas, a Prefeitura de Nova Lima busca realizar reuniões com a comunidade. Tais encontros têm o propósito de informar a população sobre as diretrizes do Plano, ouvir as preocupações da comunidade e promover a participação ativa dos moradores nas estratégias de prevenção e resposta a desastres.

Nesse sentido, ao considerar o contexo em que o empreendimento estudado está inserido, conclui-se que é crucial a sua relação com o Plancon, visto a necessidade de ter rápidas respostas a desastres, como os relacionados com barragens.

Portanto, é fundamental a integração com o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON), pois este define procedimentos e ações a serem adotados em situações de emergência, visando à proteção dos habitantes nas áreas próximas ao projeto de

descaracterização. Essa associação assegura a implementação de medidas preventivas e de resposta eficazes, priorizando a segurança da população diante dos variados cenários de risco que podem surgir.

Projeto Uso do Futuro - Vale

O projeto “Uso Futuro” da Vale fortalece o compromisso do empreendedor na ressignificação de áreas pós-mineração, ou seja, transformar espaços que, anteriormente, eram utilizados na extração mineral em locais que proporcionem benefícios ambientais, sociais e econômicos para as comunidades locais envolvidas. Dessa forma, essa estratégia apresenta como base 4 pilares: Conhecer, Conceber, Viabilizar e Implantar. Nesse sentido, é válido destacar o primeiro pilar, “Conhecer”, que consiste no processo de engajamento com diferentes *stakeholders*, identificando potencialidades dos territórios e servindo de base para os pilares restantes (VALE, 2025).

Diante disso, o empreendimento em questão neste estudo se caracteriza como um grande exemplo do projeto “Uso Futuro”. Atualmente, a Mina de Águas Claras (MAC), após 30 anos de operação e o encerramento de suas atividades, faz parte do projeto desde 2020, contando com a participação de mais de 600 habitantes da comunidade local na pesquisa de percepção.

Desse modo, o estudo de percepção dos habitantes locais indicou uma valorização do capital natural da região, sendo o protagonista no uso futuro da área, como o potencial para o ecoturismo, conservação, educação ambiental dentre outros. Sendo assim, baseados nos resultados obtidos nas pesquisas, são planejadas ações com o objetivo de viabilizar a área, mantendo o engajamento comunitário e a implementação das iniciativas mapeadas.

No ano de 2023, a Vale lançou o 1° Edital Uso Futuro MAC 1, em que empresas dos setores de entretenimento, lazer, esporte e cultura foram convidadas com a finalidade de desenvolverem atividades de convivência comunitária na região da MAC. Nesse sentido, o edital contemplou quatro categorias de projetos: Projetos Esportivos, Projetos Culturais, Projetos de Lazer e Eventos e Projetos Ambientais.

Por fim, o processo seletivo das empresas incluiu etapas como a divulgação do edital, chamadas virtuais, visitas ao local, análise dos projetos por um comitê multidisciplinar e divulgação dos projetos selecionados. Sendo assim, os critérios de seleção considerados foram a aderência à narrativa cultural e ao plano estratégico da Vale, o detalhamento do projeto de acordo com o edital, a viabilização do uso social democrático da comunidade à MAC, além da geração de oportunidades de inclusão social (VALE, 2025).

Diante do exposto, o projeto "Uso Futuro" da Vale destaca-se como um componente essencial nas ações de descaracterização de barragens, ao planejar a reutilização sustentável das áreas anteriormente ocupadas por essas estruturas. Ao integrar iniciativas como o ecoturismo, o projeto não apenas promove a recuperação ambiental, mas também estimula o desenvolvimento socioeconômico local, proporcionando à comunidade oportunidades de lazer, educação ambiental e geração de renda.

3. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

Com intuito de identificar possibilidades locacionais e tecnológicas viáveis para execução da atividade, este capítulo apresenta o estudo de alternativas para execução das obras para descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e para o incremento do Fator de Segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3, localizadas na Mina de Águas Claras, em Nova Lima/MG. A análise pondera sobre aspectos técnicos/construtivos, econômicos e ambientais, além de confrontá-los com a hipótese de não execução do projeto.

A avaliação concentrou-se nas alternativas tecnológicas disponíveis para a execução da atividade, não abordando alternativas locacionais, em função da rigidez locacional inerente às obras de descaracterização de barragem e estabilização/fechamento de pilhas. A rigidez locacional está associada ao fato de a atividade a ser licenciada consistir na descaracterização de estruturas previamente implantadas.

Apesar disso, o estudo aborda fatores relacionados a aspectos locacionais, principalmente quando analisa o direcionamento do fluxo de água e minimização de efeitos ambientais em áreas no entorno da atividade. Para tal, são analisadas características topográficas, hidrológicas e geotécnicas da região, bem como os potenciais impactos sociais, econômicos e ambientais associados às alternativas consideradas.

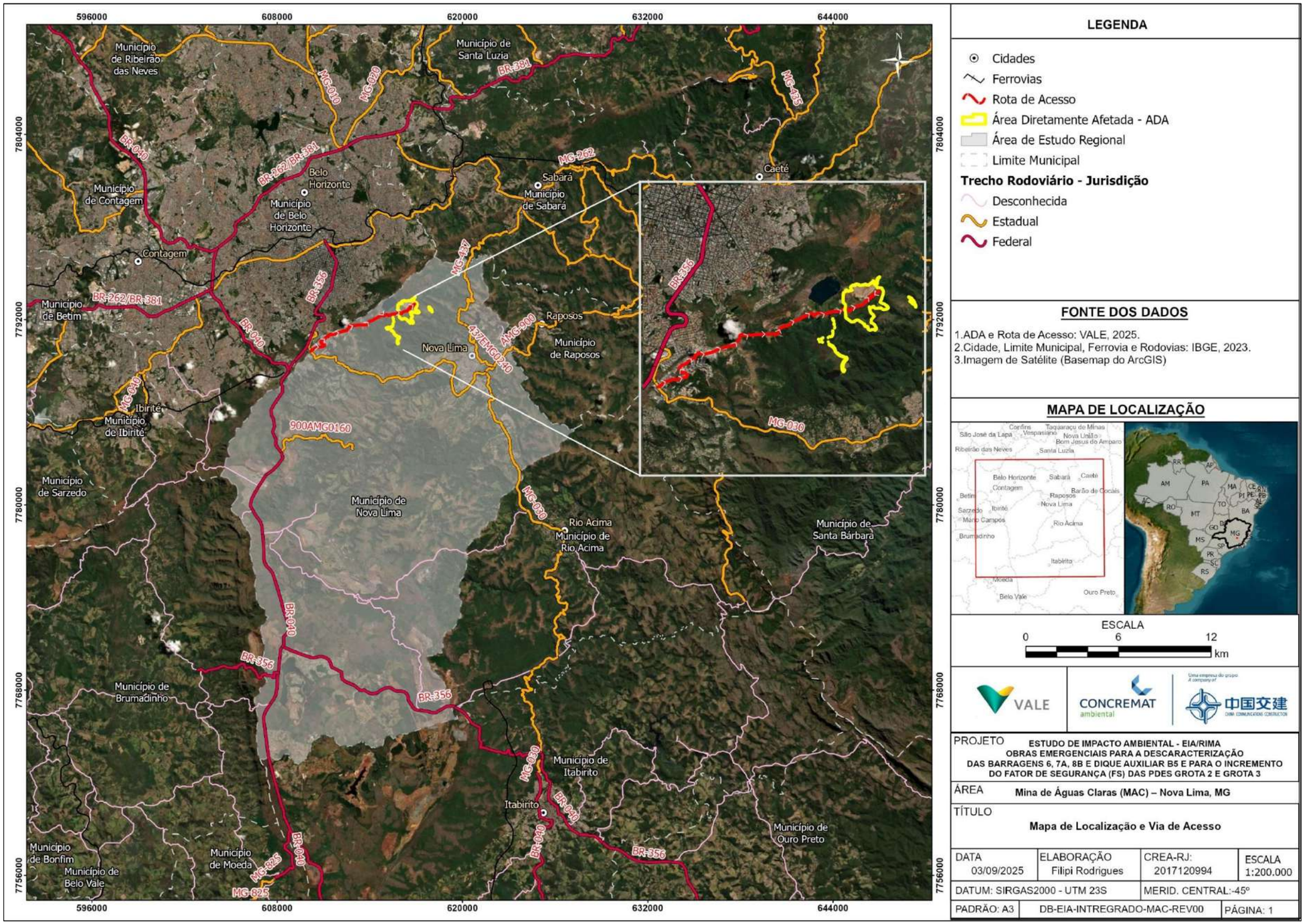
Para subsidiar a avaliação de alternativas tecnológicas viáveis, foram contratadas empresas de engenharia especializada, responsáveis pela elaboração de estudos técnicos específicos, cujos resultados são sintetizados a seguir.

No item referente às Alternativas Locacionais, é analisada a rigidez locacional da atividade, a qual inviabiliza a análise de outras possibilidades locacionais para sua implementação. No item de Alternativas Tecnológicas, são apresentados de forma sintetizada os resultados dos estudos conduzidos por empresas de engenharia especializadas, contratadas pela Vale. Por fim, no item referente à Alternativa Zero, são expostos os requisitos legais que impõem a descaracterização das barragens inativas de contenção de rejeitos ou resíduos, sendo o caso das Barragens 6 e 7A, bem como a estabilização/fechamento das Grotas 2 e 3. Além disso, tem-se também os requisitos legais que impõem a descaracterização das barragens que tenham utilizado o método de alteamento a montante (Barragem 8B e Dique Auxiliar B5) – a fim de garantir a adequada segurança das estruturas -, além de apresentar o cenário para o meio ambiente local de não execução da atividade.

3.1. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

O presente item tem como objetivo fundamentar a escolha do local proposto para execução da atividade. Entretanto, as obras para o reforço da Barragem 6, descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e para incremento do fator de segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 consistem em atividades que devem, necessariamente, ocorrer sobre estruturas preexistentes, atualmente desativadas. Nesse sentido, a consideração de alternativas locacionais torna-se inviável, uma vez que a localização da atividade é determinada pela presença das estruturas (**Mapa 3-1**).

Destaca-se que, apesar de não considerar alternativas locacionais, a análise das alternativas tecnológicas considera fatores relacionados a aspectos locacionais, principalmente quando analisa localização de acessos, o direcionamento do fluxo de água e minimização de efeitos ambientais em áreas no entorno da atividade. Para tal, são analisadas características topográficas, hidrológicas e geotécnicas da região, bem como os potenciais impactos sociais, econômicos e ambientais associados às alternativas consideradas.



Mapa 3-1 – Localização da Área Diretamente Afetada (Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e PDEs Grota 2 e Grota 3)

3.2. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

3.2.1. Descaracterização da Barragem 6

O Estudo de Alternativas elaborado para a Barragem 6 foi desenvolvido pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda em 2023 (RL-1850AC-X-81010) e as alternativas consideradas são descritas nos itens a seguir.

Destaca-se que, até que as obras de descaracterização sejam iniciadas, será necessária a realização de obras de reforço na estrutura da B6. As obras de reforço consistem na adequação provisória do fator de segurança da estrutura, conforme estipulado pela legislação vigente (FS > 1,5), garantindo a segurança durante os períodos chuvosos e até que as obras de descaracterização sejam finalizadas. O projeto do reforço contempla a remoção do solo vegetal existente junto ao pé, além da execução de uma camada de transição e reforço com pedra de mão em seu talude de jusante e é considerada uma etapa prévia ao projeto de descaracterização.

3.2.1.1. Alternativa 1

A Alternativa 1 consiste na solução clássica de remoção completa do maciço da barragem, sedimentos do reservatório e extravasor existente. Ao final das obras, foi previsto um canal de revitalização do talvegue e um acesso, que servirá tanto para a remoção dos materiais escavados durante as obras, quanto para eventuais manutenções do canal. A **Figura 3-1** apresenta o arranjo final após o processo de descaracterização e a **Figura 3-2** apresenta as seções transversais.

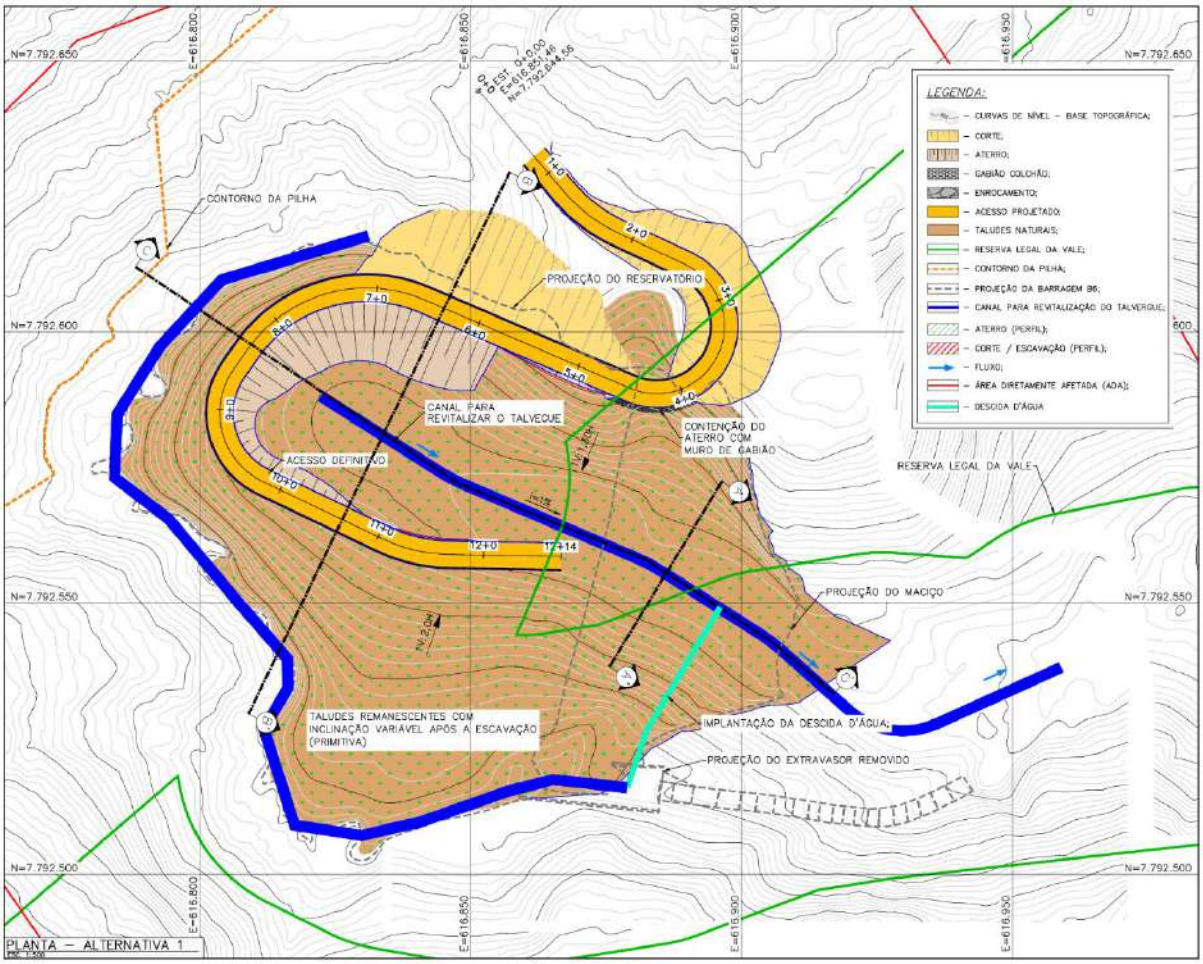
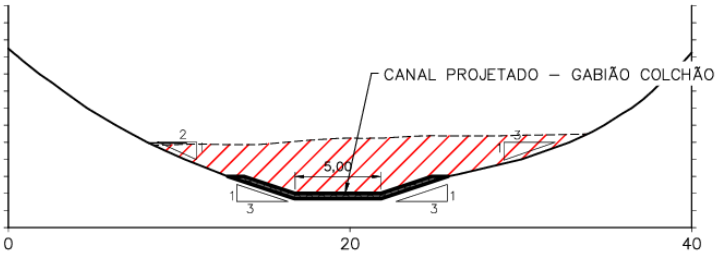
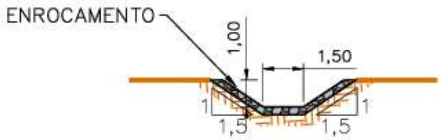


Figura 3-1 – Alternativa 1 – Remoção Total do Maciço, Reservatório e Extravasor. Fonte: Geoestável e Vale, 2023.



SEÇÃO A–A'
ESCALA: 1:250



SEÇÃO TÍPICA DO CANAL PERIFÉRICO
ESCALA: 1:200

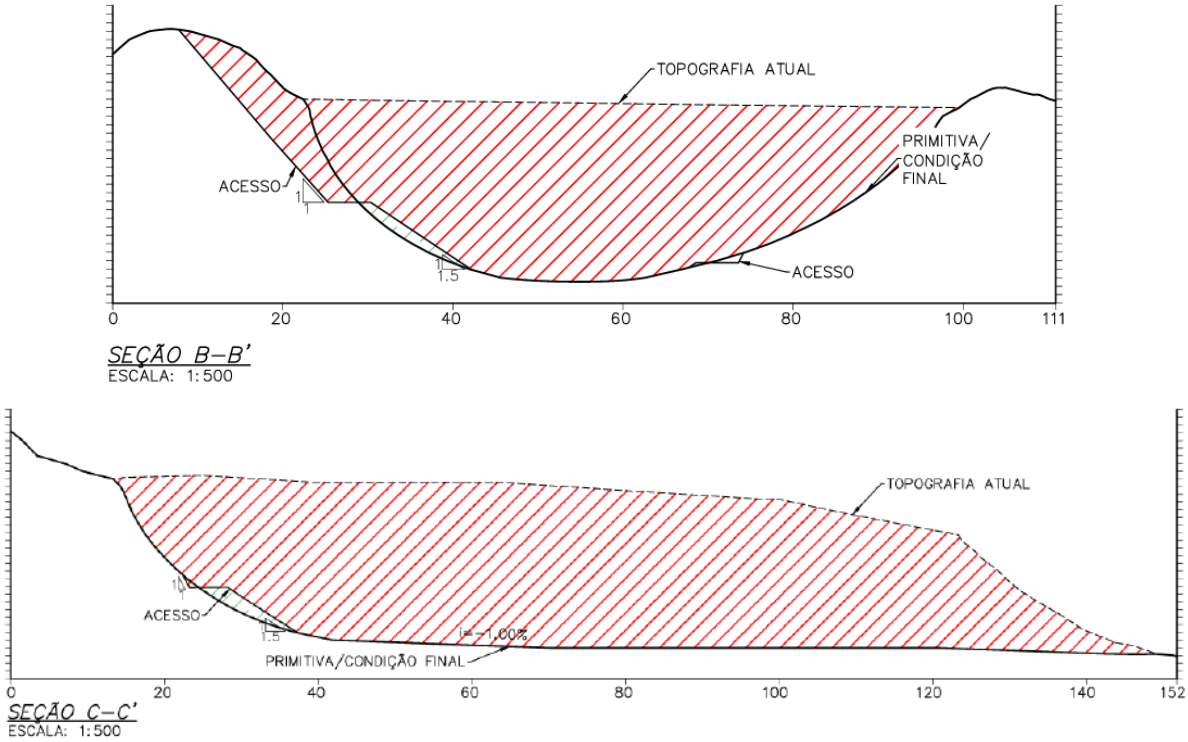


Figura 3-2 – Alternativa 1 – Seções transversais. Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

A implantação da drenagem final ocorre completamente em terreno natural. Para a captação da drenagem da pilha, previu-se um canal de desvio na crista do corte e uma descida d'água em degraus, que desemboca no canal de revitalização do talvegue.

O acesso definitivo da Alternativa 1 foi projetado inteiramente na primitiva da barragem, com ângulo de corte de 1V:1H e aterro de 1V:1,5H, declividade variando entre 4,0% e 18% e largura de 5m. Além disso, seria necessário implantar um muro de gabião caixa de forma a impedir que a saia de aterro do acesso obstrua o fundo do vale.

O sequenciamento da alternativa consiste nas seguintes etapas:

1) Supressão vegetal e limpeza superficial;
2) Implantação do canal de desvio;
3) Implantação do acesso pari passu com a remoção dos sedimentos do reservatório e aterro da barragem;
4) Implantação do canal de revitalização do talvegue;
5) Demolição do sistema extravasor e implantação da descida d'água;
6) Proteção dos taludes remanescentes com hidrossemeadura.

A Alternativa 1 deverá incluir também a avaliação da segurança global da pilha, uma vez que são promovidas escavações significativas no pé da estrutura e a PDE atualmente tem fator de segurança menor que 1,5. O **Quadro 3-1** apresenta os quantitativos para esta alternativa.

Quadro 3-1 - Tabela Resumo da Alternativa 1.

Item	Alternativa 1
Solução Geotécnica	Escavação total dos sedimentos e aterro da barragem
Solução Hidráulica	Canal de drenagem único para revitalização do talvegue sobre terreno natural
Acesso	Acesso pela primitiva, com declividade máxima de 18%, porém com necessidade de muro de contenção
ADA (m²)	48.768
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	1.706
Intervenção em APP (m²)[1]	4.877
Supressão Vegetal (m²)	4.398
Corte Aterro Barragem (m³)	51.000
Corte Sedimentos (m³)	75.000
Corte para Acesso (m³)	6.000
Aterro para Acesso (m³)	1.000
Enrocamento (m³)	-
Britas (m³)	-
Gabião Colchão/Caixa (m³)	533
Demolição Concreto Armado (m³)	300
Cobertura Reservatório (m³)	-

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.1.2. Alternativa 2

Uma vez que a Barragem 6 atualmente não possui acesso ao pé da estrutura, buscou-se elaborar uma alternativa em que a implantação do acesso ocorresse pela escavação do próprio reservatório e maciço da barragem.

A Alternativa 2 compreende a abertura de um acesso pela escavação do reservatório e maciço a uma declividade máxima de 33%. Posteriormente, é proposta a abertura de um canal

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

principal no próprio alinhamento do acesso, que recebe canaletas secundárias adjacentes no formato “espinha de peixe” (**Figura 3-3**).

A escavação dos taludes naturais considerou inclinação entre 1,5H:1,0V e 1,0H:1,0V, conforme pode ser visualizado nas Seções AA’ e BB’ na **Figura 3-4**. A Alternativa 2 deverá incluir também a avaliação da estabilidade dos taludes primitivos desconfinados.

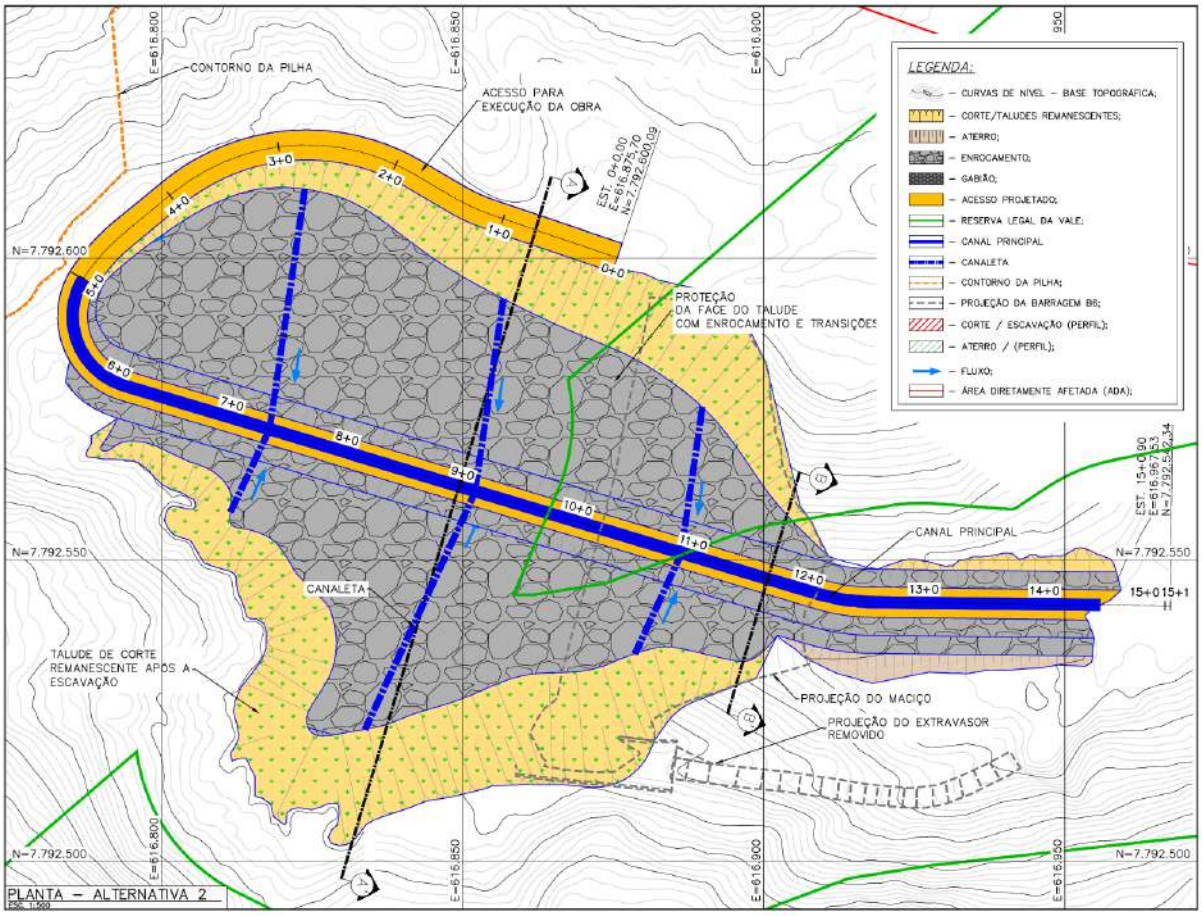


Figura 3-3 – Alternativa 2 – Acesso e Canal sobre o Maciço e Reservatório.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

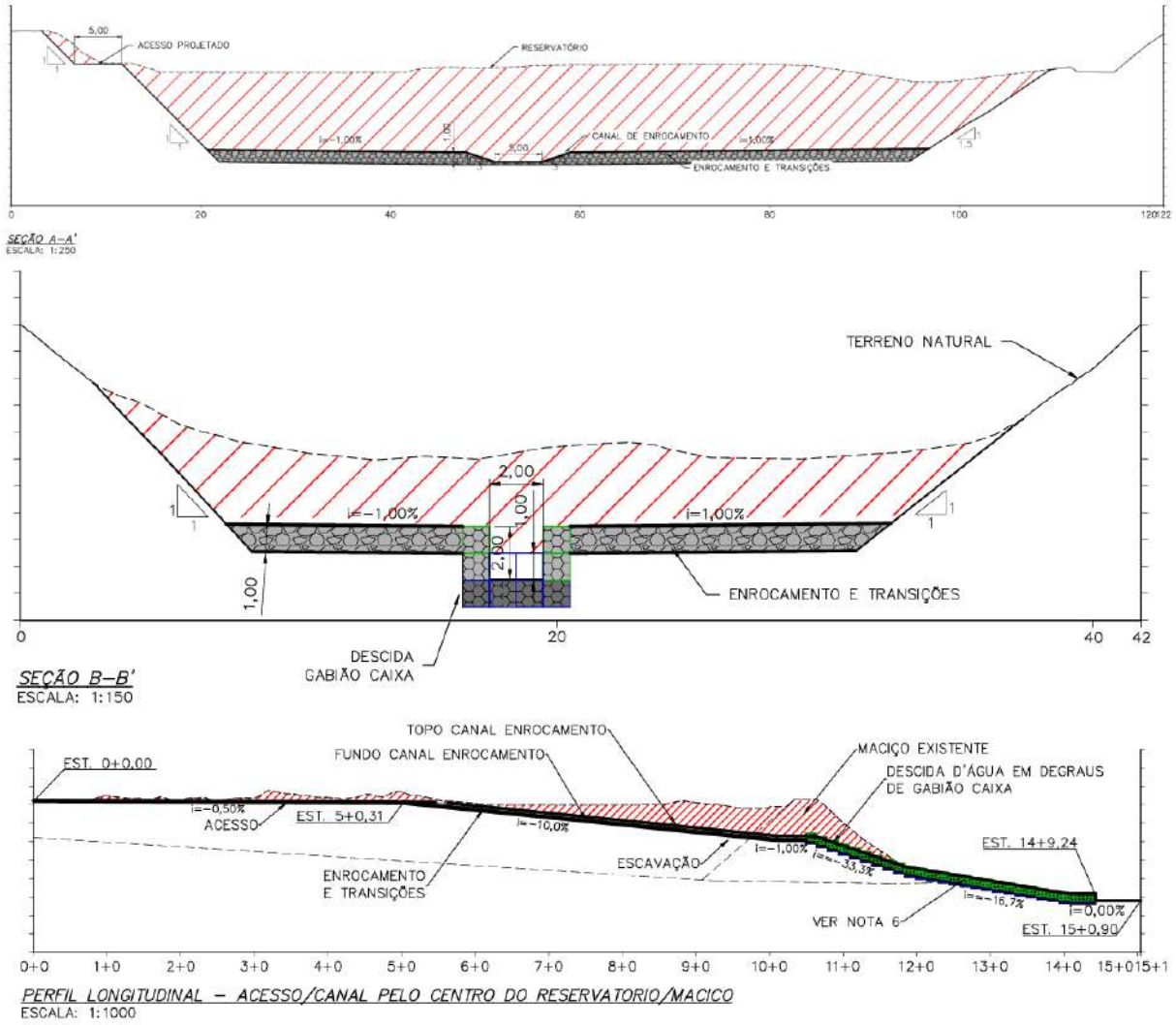


Figura 3-4 – Alternativa 2 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Uma vez que no reservatório foram previstas inclinações maiores (10%), foram projetados transições e enrocamento como cobertura do sedimento, de forma a evitar o *piping*. Essa condição é diferenciada da Alternativa 3, que prevê a cobertura do reservatório com solo, dadas as inclinações mais suaves dos sedimentos (máximo 5%).

O sequenciamento da alternativa consiste nas seguintes etapas:

1) Supressão vegetal e limpeza superficial;
2) Implantação do canal de desvio;
3) Implantação do acesso;
4) Proteção dos sedimentos e aterro da barragem remanescente com enrocamento e transições;

5) Implantação do canal de principal e canaletas secundárias;

6) Remoção do canal de desvio e demolição do sistema extravasor;

7) Proteção dos taludes remanescentes com hidrossemeadura.

O **Quadro 3-2** apresenta os quantitativos para esta alternativa.

Quadro 3-2 - Tabela Resumo da Alternativa 2.

Item	Alternativa 2
Solução Geotécnica	Acesso resultante da escavação parcial de sedimentos e aterro da barragem
Solução Hidráulica	Canal de drenagem principal e canaletas secundárias no formato “espinha de peixe” sobre sedimentos e aterro da barragem
Acesso	Acesso pelos sedimentos e aterro da barragem, com declividade máxima de 33%
ADA (m²)	47.900
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	1.475
Intervenção em APP (m²)[1]	5.218
Supressão Vegetal (m²)	4.093
Corte Aterro Barragem (m³)	35.250
Corte Sedimentos (m³)	17.250
Corte para Acesso (m³)	-
Aterro para Acesso (m³)	-
Enrocamento (m³)	3.075
Britas (m³)	9.225
Gabião Colchão/Caixa (m³)	1.006
Demolição Concreto Armado (m³)	300
Cobertura Reservatório (m³)	-

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

3.2.1.3. Alternativa 3

No objetivo de ter uma maior otimização corte-aterro, a Alternativa 3 prevê o retaludamento do maciço da barragem a uma inclinação de 1V:3H, prevendo o corte na região da crista e aterro na região do pé da barragem. Foi projetado ainda um canal de colchão reno sobre o reservatório, que desemboca no maciço, de forma a conduzir as águas até o fundo do vale (**Figura 3-5** e **Figura 3-6**).

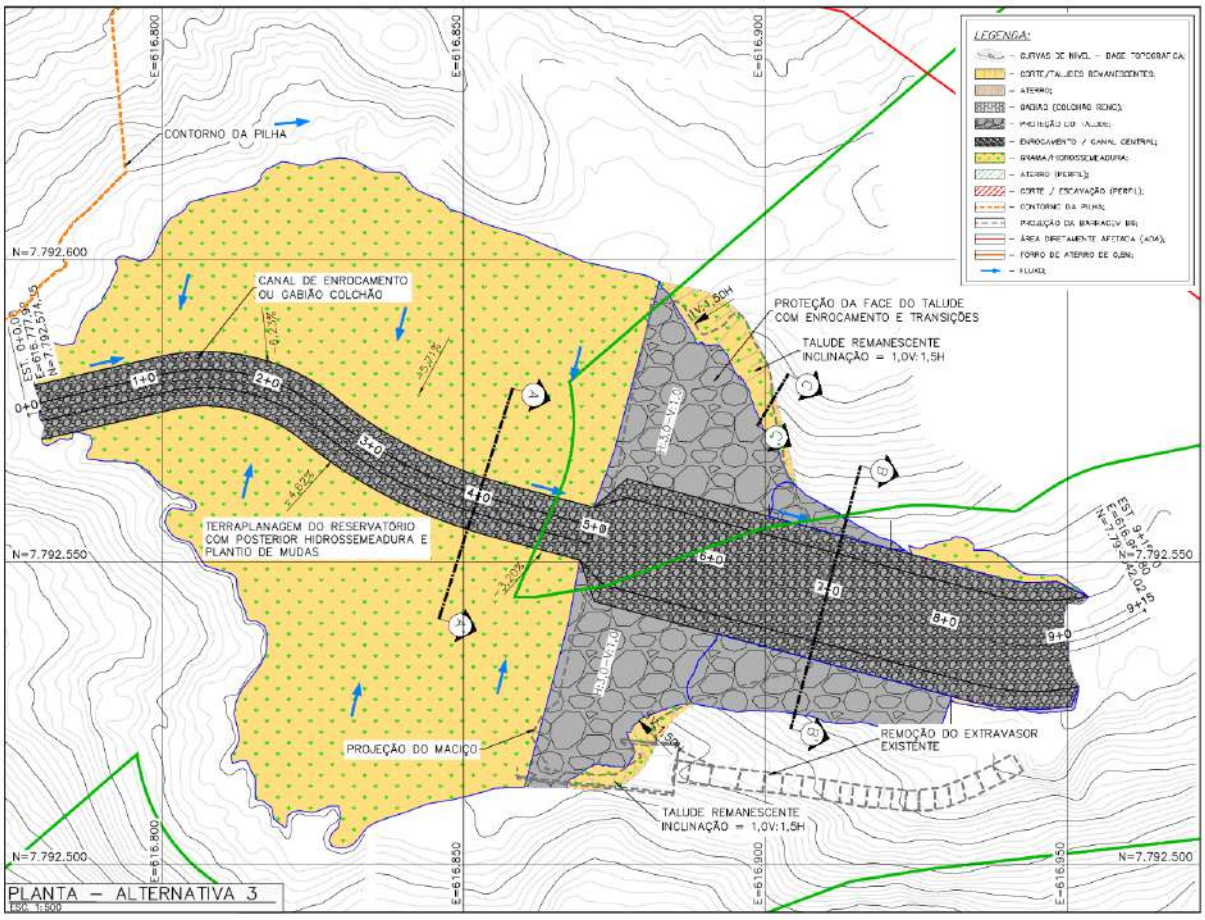


Figura 3-5 – Alternativa 3 – Otimização Corte-Aterro.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

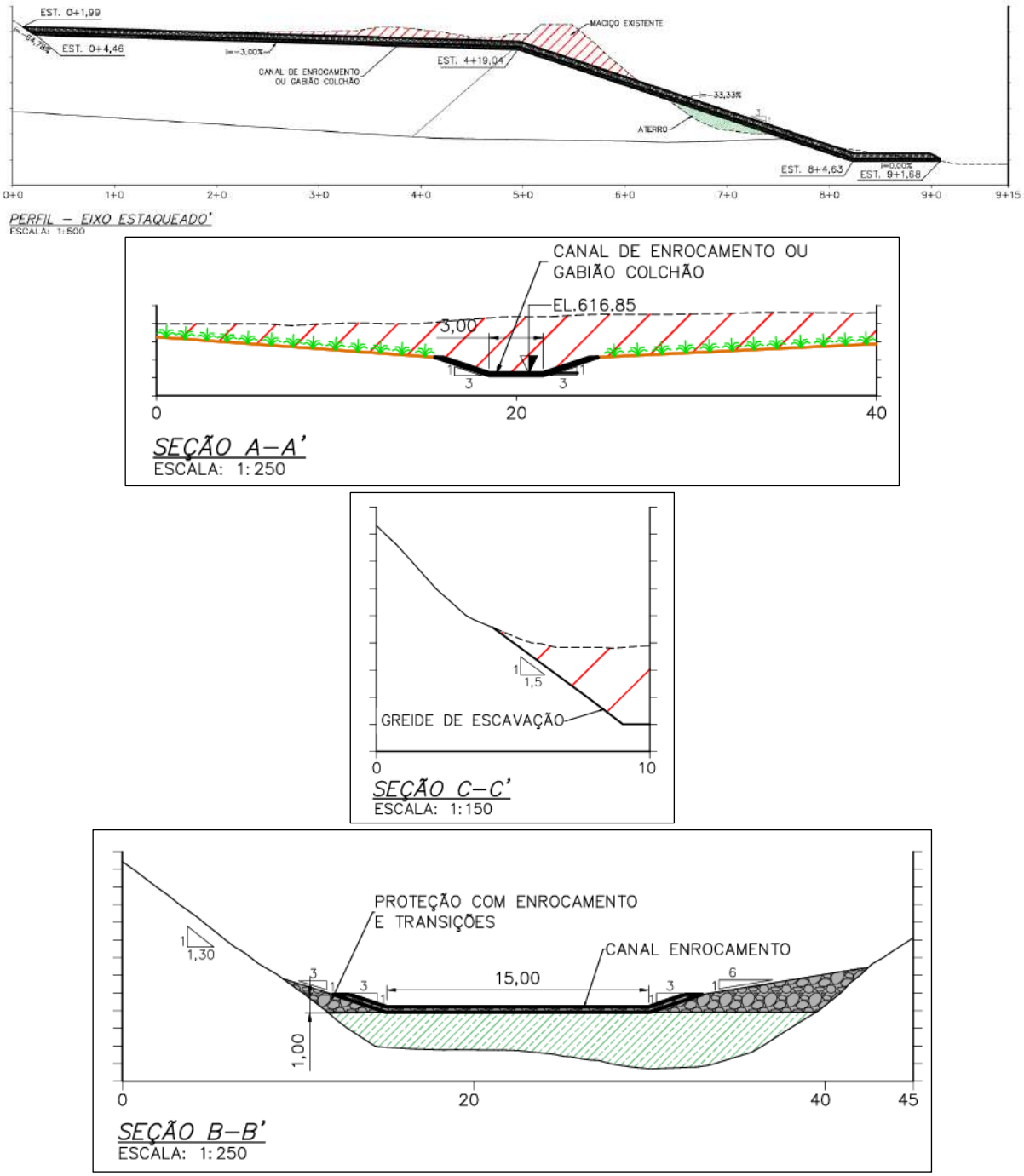


Figura 3-6 – Alternativa 3 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Como opção ao arranjo sugerido para a drenagem, é importante destacar que é possível aproveitar o extravasor existente, desde que implantado um canal sobre o reservatório, uma bacia de dissipação e executados reparos localizados na estrutura, semelhante ao proposto para a Alternativa 5.

Visto que a barragem não tem sistema de drenagem interna, é importante prever um dreno de face (enrocamento e transições) sobre o maciço remanescente para evitar o processo de *piping*. Dada as inclinações mais suaves de corte dos sedimentos (máximo 5%), a cobertura do reservatório foi prevista em solo, onde se prevê o plantio de mudas e hidrossemeadura, garantindo melhores condições de integração com a mata nativa ao redor.

É importante destacar que poderia ser utilizado acesso operacional em ponta de aterro para a execução da terraplanagem (fase 1) e, posteriormente, utilizar o próprio maciço (rampa máxima 33%) como acesso para execução das transições (fase 2).

O sequenciamento da alternativa consiste nas seguintes etapas:

1) Supressão vegetal e limpeza superficial;
2) Implantação do canal de desvio;
3) Implantação do acesso operacional em ponta de aterro;
4) Terraplenagem do reservatório e do aterro da barragem;
5) Implantação do canal principal;
6) Proteção do aterro da barragem remanescente com forro de aterro e hidrossemeadura;
7) Remoção do canal de desvio e demolição do sistema extravasor;
8) Proteção dos taludes remanescentes com hidrossemeadura.

O **Quadro 3-3** apresenta os quantitativos para esta alternativa.

Quadro 3-3 – Tabela Resumo da Alternativa 3.

Item	Alternativa 3
Solução Geotécnica	Otimização corte-aterro, com retaludamento do maciço da barragem em uma inclinação de 1V:3H.
Solução Hidráulica	Canal central sobre sedimentos e aterro da barragem
Acesso	Acesso operacional para a execução da terraplanagem (fase 1) e, posteriormente, o próprio maciço para execução das transições (fase 2).
ADA (m²)	44.644
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	1.486
Intervenção em APP (m²)[1]	4.881

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Item	Alternativa 3
Supressão Vegetal (m²)	3.457
Corte Aterro Barragem (m³)	6.500
Corte Sedimentos (m³)	6.500
Corte para Acesso (m³)	-
Aterro para Acesso (m³)	284
Enrocamento (m³)	1.354
Britas (m³)	1.645
Gabião Colchão/Caixa (m³)	271
Demolição Concreto Armado (m³)	300
Cobertura Reservatório (m³)	3.539

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.1.4. Alternativa 4

A Alternativa 4 foi elaborada compreendendo uma escavação do reservatório e contrapilhamento com estéril junto à pilha.

Visto que a PDE Grota 3 não atende aos requisitos mínimos de estabilidade da NBR 13.029/2017, a alternativa foi vista como uma oportunidade de promover a estabilização global da pilha em conjunto com a descaracterização da barragem.

De acordo com as análises de estabilidade, a implantação do contrapilhamento exigiria a escavação de 15m dos 20m do reservatório e do maciço da barragem, para passagem do dreno de fundo. Esse é um ponto de atenção, visto que são promovidas escavações significativas no pé da pilha, que tem FS inferior a 1,5.

Dessa forma, a Alternativa 4 consiste na escavação parcial do reservatório, implantação de dreno de fundo e dique de pé e contrapilhamento com estéril, bem como implantação de canais periféricos (**Figura 3-8** e **Figura 3-8**).

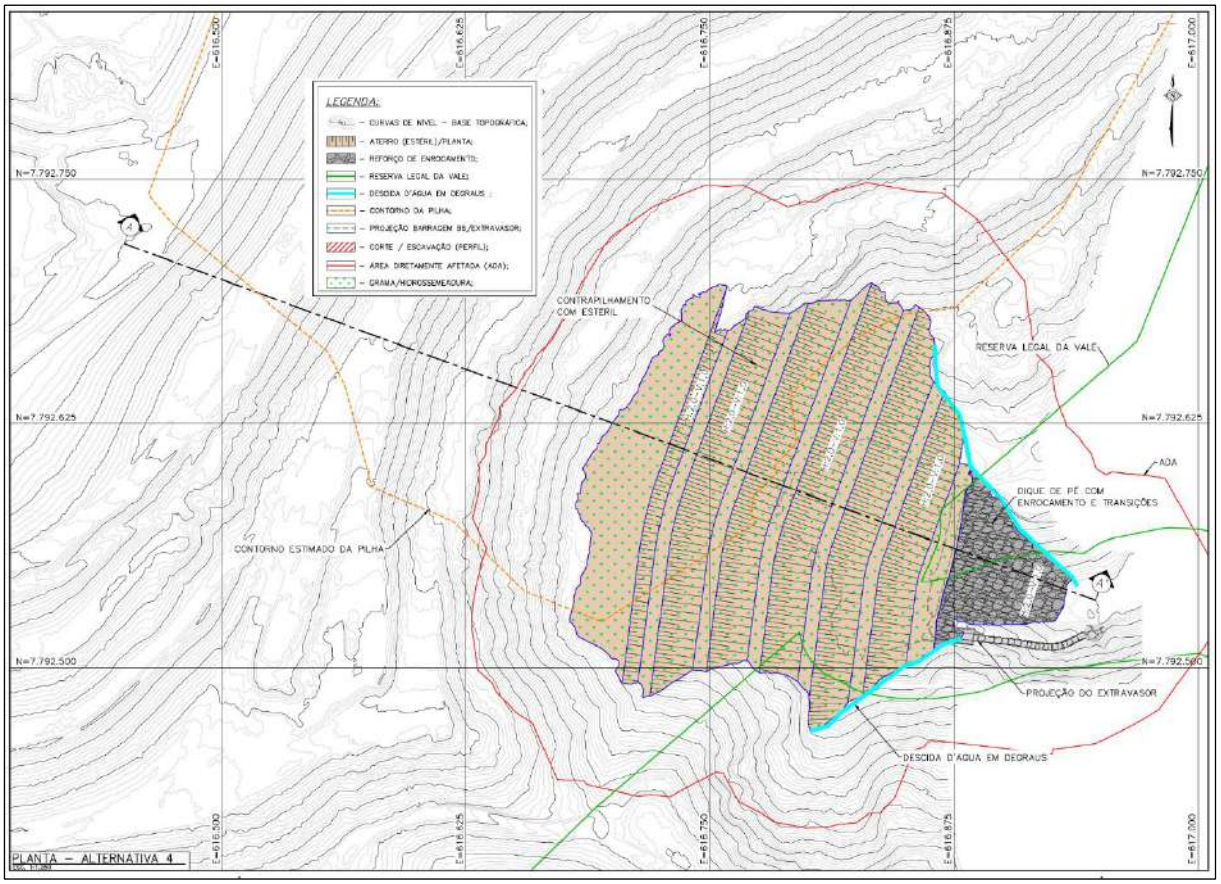


Figura 3-7 - Alternativa 4 – Contrapilhamento.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

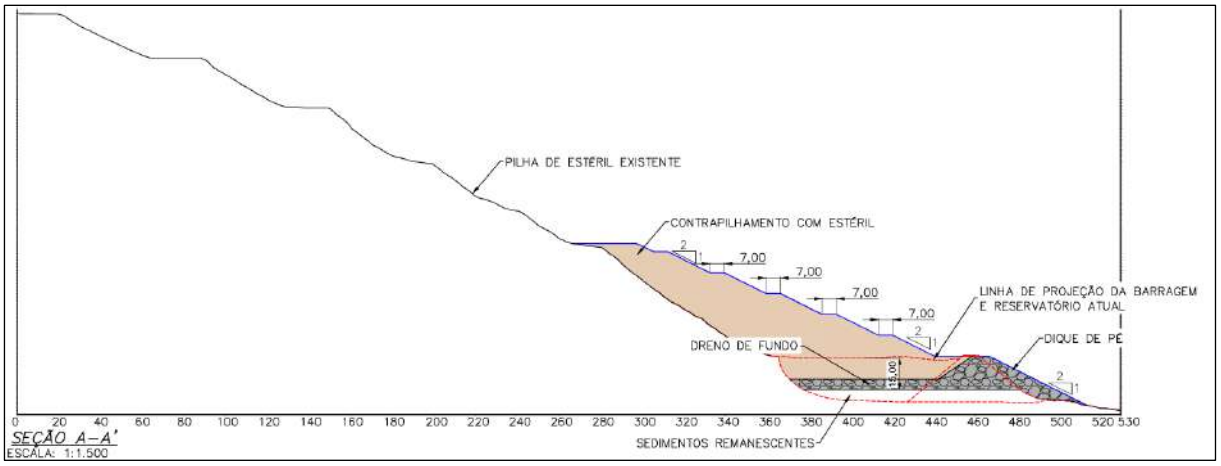


Figura 3-8 – Alternativa 4 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

O sequenciamento da alternativa consiste nas seguintes etapas:

1) Supressão vegetal e limpeza superficial;

2) Implantação do acesso operacional;

3) Implantação do canal de desvio;

4) Escavação dos sedimentos do reservatório e aterro da barragem;

5) Implantação da bacia de dissipação e execução de reparos pontuais no extravasor;

6) Implantação do dreno de fundo e dreno de pé;

7) Remoção do canal de desvio;

8) Implantação do contrapilhamento de baixo pra cima, pari passu com os canais periféricos;

9) Proteção dos taludes remanescentes com hidrossemeadura.

O **Quadro 3-4** apresenta os quantitativos para esta alternativa.

Quadro 3-4 – Tabela Resumo da Alternativa 4.

Item	Alternativa 4
Solução Geotécnica	Escavação parcial de sedimentos e aterro da barragem e contrapilhamento com estéril
Solução Hidráulica	Descidas d'água periféricas sobre terreno natural e aproveitamento do extravasor existente
Acesso	Operacional, sobre o maciço existente e reservatório
ADA (m²)	90.472
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	20.421
Intervenção em APP (m²)[1]	8.123
Supressão Vegetal (m²)	27.312
Corte Aterro Barragem (m³)	29.000
Corte Sedimentos (m³)	56.000
Corte para Acesso (m³)	-
Aterro para Acesso (m³)	284
Enrocamento (m³)	53.365
Britas (m³)	8.910
Gabião Colchão/Caixa (m³)	1.752
Demolição Concreto Armado (m³)	-
Cobertura Reservatório (m³)	500.000

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

3.2.1.5. Alternativa 5

A Alternativa 5 consiste na minimização de cortes e alterações da barragem existente. Ela engloba a execução de um reforço da barragem com enrocamento e transições e na execução de um canal que se conecta ao extravasor existente (**Figura 3-9** e **Figura 3-10**).

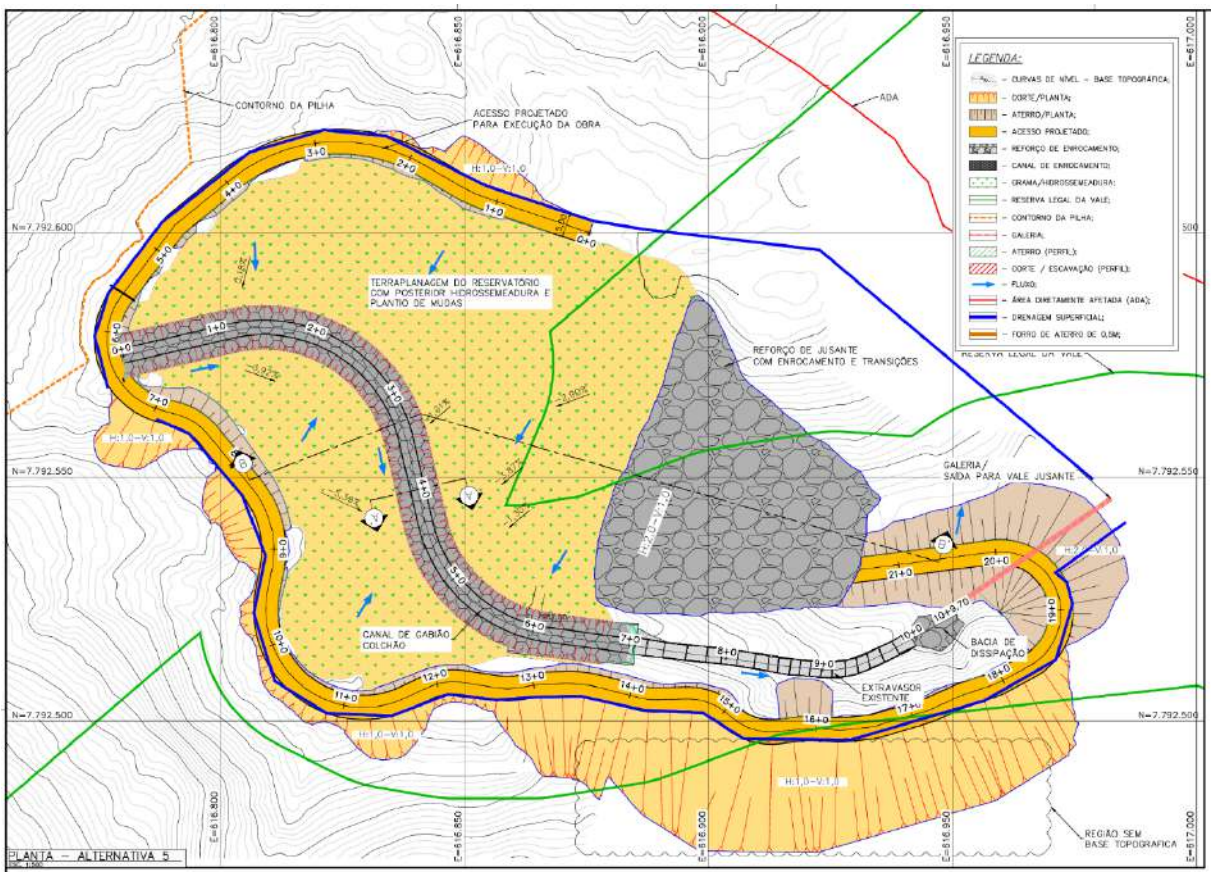


Figura 3-9 – Alternativa 5 – Reforço do Maciço Existente.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

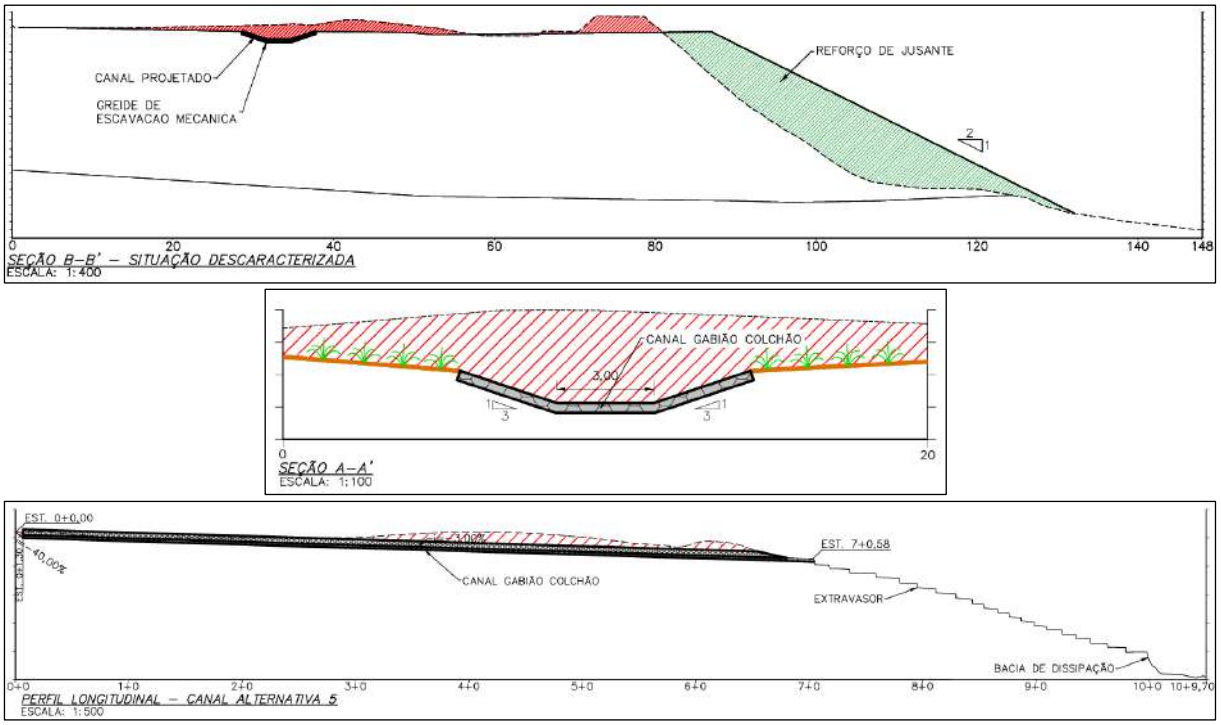


Figura 3-10 – Alternativa 5 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Uma vez que há necessidade de execução das transições diretamente na face do maciço existente, considerou-se necessária a execução de acesso pela mata nativa (declividade de 15%), uma vez que a realização dessa atividade com um acesso em ponta de aterro seria bastante complexa, conforme informado pela equipe de implantação da Vale.

A consideração dessa necessidade de realização desse acesso de 15%, contornando toda a estrutura, implica em maior supressão vegetal e taludes significativos de corte (máximo 20m) e aterro (máximo 10m). Com isso, embora praticamente não haja corte no maciço/reservatório, há um volume significativo de corte e aterro para a implantação do acesso. Os taludes de corte, em especial, devem expor o filito, com alta erodibilidade, e podem necessitar de intervenções adicionais.

O sequenciamento da alternativa consiste nas seguintes etapas:

1) Supressão vegetal e limpeza superficial;
2) Implantação do acesso;
3) Implantação do canal de desvio;
4) Implantação do reforço de jusante com enroncamento e transições;
5) Implantação da bacia de dissipação e execução de reparos pontuais no extravasor;

6) Implantação do canal de drenagem;

7) Proteção dos sedimentos remanescentes com forro de aterro hidrossemeadura.

O **Quadro 3-5** apresenta os quantitativos para esta alternativa.

Quadro 3-5 – Tabela Resumo da Alternativa 5.

Item	Alternativa 5
Solução Geotécnica	Reforço de enrocamento a jusante
Solução Hidráulica	Canal central sobre sedimentos e aterro da barragem, com aproveitamento do extravasor existente
Acesso	Por fora do extravasor, em terreno natural, com declividade máxima de 15%
ADA (m²)	60.800
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	17.636
Intervenção em APP (m²)[1]	7.778
Supressão Vegetal (m²)	10.232
Corte Aterro Barragem (m³)	-
Corte Sedimentos (m³)	-
Corte para Acesso (m³)	12.000
Aterro para Acesso (m³)	5.000
Enrocamento (m³)	11.000
Britas (m³)	2.291
Gabião Colchão/Caixa (m³)	464
Demolição Concreto Armado (m³)	-
Cobertura Reservatório (m³)	4.148

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.1.6. Avaliação das Alternativas

A metodologia escolhida para avaliar e escolher a alternativa mais adequada para execução da atividade foi a Análise de Múltiplas Alternativas (*Multiple Accounts Analysis* - MAA), cujo objetivo é fornecer os meios pelos quais os avaliadores possam selecionar a alternativa mais adequada ou vantajosa de uma lista de alternativas, ponderando o valor relativo aos benefícios e consequências negativas de cada um.

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Para dar início à avaliação, foram elaboradas uma matriz de vantagens e desvantagens, contemplando todas as alternativas (**Quadro 3-6**), e uma matriz SWOT para cada uma das alternativas (**Quadro 3-1** a **Quadro 3-5**). Ambas as ferramentas auxiliam no mapeamento interno das forças e fraquezas existentes para cada alternativa de descaracterização, bem como no mapeamento dos fatores externos, identificando possíveis oportunidades e ameaças.

Quadro 3-6 - Matriz de vantagens e desvantagens do Estudo de Alternativas da Barragem 6.

Área	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Vantagens	Integração com o meio ambiente; Não há necessidade de empréstimo de enrocamento e britas; Acesso sobre terreno natural; Canal sobre o terreno natural.	Acesso pelo próprio maciço, que também é o caminhamento para o canal de drenagem.	Otimização corte-aterro; Menor área de supressão de vegetação em relação às demais alternativas; Possibilidade de acesso operacional em ponta de aterro para início das obras. Possibilidade de aproveitamento do extravasor existente	Estabilização da PDE Grota 3; Possibilidade de acesso operacional em ponta de aterro para início das obras; Possibilidade de aproveitamento do extravasor existente; Canal sobre o terreno natural.	Manutenção das condições atuais do maciço e reservatório; Possibilidade de aproveitamento do extravasor existente; Volume mínimo de corte e, por consequência, menor volume de geração de sedimentos.
Desvantagens	Escavação significativa no pé da pilha; Maior volume de corte e, por consequência, maior volume de geração de sedimentos; Maior exposição dos taludes naturais (que podem necessitar de intervenção de engenharia).	Alto volume de corte e, por consequência, alto volume de geração de sedimentos; Canal sobre os sedimentos (material mole); Alta exposição dos taludes naturais (que podem necessitar de intervenção de engenharia).	Canal sobre os sedimentos (material mole).	Escavação significativa no pé da pilha; Alta supressão vegetal, intervenção em reserva legal e APP[1]; Elevado volume de contrapilhamento e de enrocamento/transições.	Acesso ao pé da barragem pela mata nativa e consequentemente, elevada supressão de vegetação. Canal sobre os sedimentos (material mole); Volume significativo de enrocamento para reforço.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Quadro 3-7 - Análise SWOT – Alternativa 1.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Reintegração máxima do local ao meio ambiente. ✓ Implantação da drenagem em terreno natural. ✓ Acesso inteiramente na primitiva da barragem. ✓ Não há necessidade de empréstimo de enrocamento e transições. ✓ Baixa supressão vegetal.	**FRAQUEZAS** ✓ Maior volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Necessidade de implantação de muro de contenção no acesso. ✓ Elevado volume de corte do maciço da barragem.
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES**	**AMEAÇAS** ✓ Elevada geração de sedimentos durante as obras. ✓ Taludes de filito podem necessitar de intervenções de engenharia além do plantio de grama, para evitar a erosão. ✓ Escavações significativas no pé da pilha de estéril, que tem fator de segurança inferior a 1,5. ✓ Não há estabilização da pilha de estéril.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-8 - Análise SWOT – Alternativa 2.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Acesso inteiramente na área da barragem. ✓ Baixa supressão vegetal.	**FRAQUEZAS** ✓ Elevado volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Baixa reintegração do local ao meio ambiente. ✓ Implantação da drenagem sobre sedimentos/maciço. ✓ Alto volume de empréstimo de enrocamento e transições. ✓ Elevado volume de corte do maciço da barragem.
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES**	**AMEAÇAS** ✓ Alta geração de sedimentos durante as obras. ✓ Taludes de filito podem necessitar de intervenções de engenharia além do plantio de grama, para evitar a erosão. ✓ Escavação no pé da pilha de estéril, que tem fator de segurança inferior a 1,5. ✓ Não há estabilização da pilha de estéril.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-9 - Análise SWOT – Alternativa 3.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Baixo volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Acesso operacional. ✓ Baixo volume de empréstimo de enrocamento e transições. ✓ Baixa supressão vegetal.	**FRAQUEZAS** ✓ Implantação da drenagem sobre sedimentos/maciço. ✓ Média reintegração do local ao meio ambiente. ✓ Há corte do maciço da barragem.
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES** ✓ Baixa geração de sedimentos durante as obras. ✓ Baixa exposição de taludes de filito. ✓ Baixa escavação no pé da pilha de estéril, que tem fator de segurança inferior a 1,5.	**AMEAÇAS** ✓ Não há estabilização da pilha de estéril.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-10 - Análise SWOT – Alternativa 4.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Implantação da drenagem em terreno natural. ✓ Acesso operacional.	**FRAQUEZAS** ✓ Elevado volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Maior volume de empréstimo de enrocamento e transições. ✓ Média reintegração do local ao meio ambiente. ✓ Elevado volume de corte do maciço da barragem. ✓ Elevada supressão vegetal.
Fatores Externo	**OPORTUNIDADES** ✓ Não há exposição definitiva de taludes de filito. ✓ Há estabilização da pilha de estéril.	**AMEAÇAS** ✓ Maior geração de sedimentos durante as obras. ✓ Escavações significativas no pé da pilha de estéril, que tem fator de segurança inferior a 1,5.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-11 - Análise SWOT – Alternativa 5.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Minimização do volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Minimização do volume de corte do maciço da barragem.	**FRAQUEZAS** ✓ Implantação da drenagem sobre sedimentos/maciço. ✓ Acesso por fora do extravasor, que resulta em taludes significativos de corte e aterro. ✓ Alto volume de empréstimo de enrocamento e transições. ✓ Média reintegração do local ao meio ambiente. ✓ Alta supressão vegetal (acesso).
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES** ✓ Baixa geração de sedimentos durante as obras. ✓ Não há escavação no pé da pilha de estéril, que tem fator de segurança inferior a 1,5.	**AMEAÇAS** ✓ Taludes de filito (cortes do acesso) podem necessitar de intervenções de engenharia além do plantio de grama, para evitar a erosão. ✓ Não há estabilização da pilha de estéril.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

A partir das matrizes, se conclui que:

- As Alternativas 1 e 2 apresentam maior proporção de Fraquezas e Ameaças que as demais alternativas;
- As Alternativas 3, 4 e 5 são mais equilibradas, no entanto, a Alternativa 3 possui menos Fraquezas e Ameaças.

Em seguida, foi desenvolvida a *Multiple Accounts Analysis* (MAA). Na primeira etapa se desenvolve uma lista de aspectos e subtemas e suas respectivas considerações relacionadas a cada uma das alternativas estudadas. Para cada subtema são associados indicadores que possibilitam a todos os avaliadores definirem notas para o tema específico por meio dos mesmos critérios (**Quadro 3-12**). A segunda etapa do processo envolve a classificar, dar peso e ponderar os valores de cada um dos indicadores e então, de maneira transparente, o somatório das considerações de cada tema é obtido.

Ressalta-se que a definição dos pesos e valores de cada subtema e seus indicadores normalmente não estão associados a análises determinísticas e, portanto, os valores atribuídos são realizados por julgamento pessoal de cada avaliador. Sendo assim, é importante que os envolvidos no processo participem da avaliação com o intuito de equilibrar opiniões sob diferentes pontos de observação pessoal.

Cada indicador tem um peso de importância atribuído e para cada alternativa define-se uma escala de valores, os quais serão adotados no subitem a seguir.

As áreas de intervenção em APP e Reserva Legal foram somadas, uma vez que não houve diferenças muito significativas entre as Alternativas 1, 2 e 3[1].

O aproveitamento do extravasor existente não foi considerado como um indicador, uma vez que é necessária, para a sua utilização, a execução de reparos e implantação de bacia de dissipação.

O uso de gabião caixa também não foi considerado, uma vez que todas as alternativas têm essa possibilidade.

Por fim, o risco geotécnico/hidrológico não foi considerado um critério, uma vez que todas as alternativas atendem ao Fator de Segurança estipulado em sua configuração final.

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Quanto ao subtema referente à emissão de carbono, considerou-se dois indicadores: a área de supressão vegetal e o somatório do volume de material direcionado para a Área de Disposição de Material Excedente (ADME) e volume de material de empréstimo. Este último teve objetivo de quantificar indiretamente o número de horas do maquinário para a execução da obra.

Quadro 3-12 - Subtemas e Indicadores.

Aspectos	Subtemas	Indicadores
1 – Técnicos e Segurança	1.1 – PDE Grota 3	1.1.1 – Profundidade de escavação no pé da pilha
		1.1.2 - Estabilização da PDE Grota 3
	1.2 – Escavação de material saturado	1.2.1 – Volume de corte de sedimentos saturados
	1.3 – Deformação dos canais de drenagem	1.3.1 – Material de fundação dos canais de drenagem
	1.4 – Desconfinamento de taludes naturais	1.4.1 – Área de talude natural exposto
2 – Ambientais	2.1 – Integração com o Meio Ambiente	2.1.1 – Áreas remanescentes passíveis de implantação de cobertura vegetal nativa
	2.2 – Emissão de Carbono	2.2.1 – Área de Supressão Vegetal
		2.2.2 – Volume total de corte + Volume de material de empréstimo + Volume de Aterro/Cobertura
	2.3 – Reserva Legal e APP	2.3.1 – Área de Intervenção em Reserva Legal e APP[1]
3 – Socioeconômicos	3.1 – Otimização corte-aterro	3.1.1 – Razão volume de corte e aterro do maciço
	3.2 – Acesso	3.2.1 – Avaliação qualitativa do acesso para a execução da obra
	3.3 – Necessidade de ADME ou bota-espera	3.3.1 – Volume total de corte
	3.4 – Volume de material de empréstimo	3.4.1 – Volume de enrocamento, transições e gabião

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Para a segunda etapa, a escala de valores adotadas para os indicadores variam de 1 a 5, sendo que, quanto mais favorável a avaliação de determinado item, maior a pontuação.

Quanto à variável 1.1.2, foram atribuídas notas 1 (não) ou 2 (sim) para a mesma, uma vez que a atribuição desse indicador é binária.

Da mesma forma, para a variável 1.3.1, foi atribuída a nota 1 para canais sobre sedimentos/maciço e a nota 2 para canais sobre terreno natural.

Em relação à variável 2.1.1, foram atribuídas notas de 1 a 3. Foi considerado empate entre as Alternativas 3, 4 e 5, uma vez que elas têm possibilidade de plantio de mudas e hidrossemeadura apenas na área do reservatório.

Quanto à variável 3.3.1, foram somados os volumes de corte dos sedimentos, maciço e terreno natural (**Quadro 3-13**). Para a variável 3.4.1, os volumes de enrocamento, britas e gabião (**Quadro 3-14**). Já para a variável 2.2.2, foram somados os volumes das variáveis 3.3.1 e 3.4.1 (volume de corte) com o volume de aterro/cobertura (**Quadro 3-15**) para quantificar indiretamente o número de horas do maquinário para a execução da obra.

Quadro 3-13 - Pontuação específica para o indicador 3.3.1 – Volume de corte.

Alternativas	Volume corte sedimentos (m3)	Volume corte maciço (m3)	Volume corte acesso (m3)	Total (m3)	Pontuação
Alternativa 5	-	-	12.000	12.000	5
Alternativa 3	6.500	6.500	-	13.000	4
Alternativa 2	17.250	32.250	-	52.500	3
Alternativa 4	56.000	29.000	-	85.000	2
Alternativa 1	75.000	51.000	6.000	132.000	1

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-14 - Pontuação específica para o indicador 3.4.1 – Volume de enrocamento, transições e gabião.

Alternativas	Volume enrocamento e transições (m3)	Volume gabião (m3)	Total (m3)	Pontuação
Alternativa 1	-	533	533	5
Alternativa 3	2.999	271	3.270	4
Alternativa 2	12.300	1.006	13.306	3
Alternativa 5	13.291	464	13.755	2
Alternativa 4	62.275	1.752	64.027	1

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-15 - Pontuação específica para o indicador 2.2.2 – Volume total de corte + Volume de material de empréstimo + Volume de Aterro/Cobertura.

Alternativas	Corte +Empréstimo (m3)	Aterro Acesso/ Cobertura (m3)	Volume total (m3)	Pontuação
Alternativa 3	16.270	6.039	22.309	5
Alternativa 5	25.755	9.148	34.903	4
Alternativa 2	65.806	-	65.806	3
Alternativa 1	132.533	1.000	133.533	2
Alternativa 4	149.027	500.000	649.027	1

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

O indicador 3.2.1 foi o mais subjetivo em termos de avaliação, uma vez que foram considerados aspectos como a inclinação, aproveitamento para a passagem de canal de drenagem, necessidade de supressão da mata nativa e sua fundação (terreno natural ou maciço/reservatório).

Os valores atribuídos ao indicador 2.2.1 foi distribuído de acordo com a quantificação da área de intervenção de cada uma das alternativas. As pontuações associadas às respectivas alternativas estão apresentadas a seguir (**Quadro 3-16** e **Quadro 3-17**).

Quadro 3-16 - Pontuação específica para o indicador 2.2.1 – Supressão de vegetação.

Alternativas	Área (m2)	Pontuação
Alternativa 3	3.457	5
Alternativa 2	4.093	4
Alternativa 1	4.398	3
Alternativa 5	10.232	2
Alternativa 4	27.312	1

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-17 - Pontuação específica para o indicador 2.3.1 – Intervenção em reserva legal e APP [1].

Alternativas	Reserva Legal (m2)	APP (m2)	Total (m2)	Pontuação
Alternativa 3	1.486	4.881	6.397	3
Alternativa 1	1.706	4.877	6.583	3
Alternativa 2	1.475	5.218	6.693	3
Alternativa 5	17.636	7.778	25.414	2
Alternativa 4	20.421	8.123	28.544	1

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

O **Quadro 3-18** apresenta a pontuação de cada indicador e o somatório final da pontuação de cada alternativa, o que permitiu classificar as alternativas da melhor para a pior da seguinte forma:

1) Alternativa 3 – Otimização Corte-Aterro – Pontuação: 72;
2) Alternativa 5 – Reforço do Maciço Existente (Manutenção máxima das Condições atuais da barragem) – Pontuação: 60;
3) Alternativa 2 – Acesso sobre Maciço e Reservatório (Compatibilização do projeto de acesso e obra de descaracterização) – Pontuação: 52;
4) Alternativa 4 – Contrapilhamento – Pontuação: 40.
5) Alternativa 1 – Remoção Total – Pontuação: 36.

Observa-se que:

- Em relação aos aspectos técnicos e de segurança, a Alternativa 5 é a mais bem classificada, seguida pela Alternativa 3. Considera-se essa classificação coerente, uma vez que a Alternativa 5 é aquela que menos altera a configuração atual da barragem e o reservatório (minimização do volume de corte);
- Em relação aos aspectos ambientais, a Alternativa 3 é a mais bem classificada, seguida da Alternativa 2. Também se considera essa classificação razoável, uma vez que a intervenção dessas alternativas busca se limitar à área já ocupada pela barragem e reservatório;

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81010), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

- Quanto aos aspectos socioeconômicos, a Alternativa 3 é a mais bem classificada, seguida pela Alternativa 2. Isso também é razoável, uma vez que a Alternativa 3 busca uma otimização corte-aterro.

A partir dos argumentos e dos resultados da metodologia MAA foi possível concluir que a alternativa mais adequada seria a Alternativa 3, seguida pela Alternativa 5. Entende-se que o principal aspecto que diferenciou as Alternativas 3 e 5 é a questão do acesso.

Uma vez que há necessidade de execução das transições diretamente na face do maciço existente na Alternativa 5 (inclinação de face de 40° ou 80%), considerou-se necessária a execução de acesso pela mata nativa, uma vez que a realização dessa atividade com um acesso em ponta de aterro seria bastante complexa. Esse acesso afeta uma área significativa, gerando supressão vegetal e taludes significativos de corte e aterro.

Já para a Alternativa 3, foi considerada a possibilidade de utilização de um acesso operacional em ponta de aterro para a execução da terraplanagem (fase 1) e, posteriormente, utilizar o próprio maciço (rampa máxima de 18° ou 33%) como acesso para execução das transições (fase 2).

Pelos motivos supramencionados a Alternativa 3 foi considerada a mais adequada sob o aspecto ambiental, sendo, portanto, o projeto escolhido para Descaracterização da Barragem 6. O detalhamento do projeto referente à alternativa escolhida é apresentado no capítulo **4. Caracterização do Empreendimento**.

Quadro 3-18 - Pontuação de cada indicador e somatório final.

Área	Indicadores	Peso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Técnicos e Segurança	1.1.1 – Profundidade de escavação no pé da pilha	2	1	3	4	2	5
	1.1.2 - Estabilização da PDE Grota 3	1	1	1	1	2	1
	1.2.1 – Volume de corte de sedimentos saturados	2	1	3	4	2	5
	1.3.1 – Material de fundação dos canais de drenagem	1	2	1	1	2	1
	1.4.1 – Área de talude natural exposto	2	1	2	3	5	4
	Subtotal		9	18	24	22	30
Ambiental	2.1.1 – Áreas passíveis de plantio de grama/ hidrossemeadura	1	3	1	2	2	2
	2.2.1 – Área de Supressão Vegetal	2	3	4	5	1	2
	2.2.2 – Volume total de corte + Volume de material de empréstimo + Volume de Aterro/Cobertura	2	2	3	5	1	4
	2.3.1 – Área de Intervenção em Reserva Legal e APP	1	3	3	3	1	2
	Subtotal		16	18	25	7	16

Área	Indicadores	Peso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Socioeconômico	3.1.1 – Razão volume de corte e aterro do maciço	2	1	4	5	2	3
	3.2.1 – Avaliação qualitativa do acesso para a execução da obra	1	3	2	5	4	1
	3.3.1 – Volume de Corte	1	1	3	4	2	5
	3.4.1 – Volume de enrocamento e transições e gabião	1	5	3	4	1	2
	Subtotal		11	16	23	11	14
	Total		**36**	**52**	**72**	**40**	**60**

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.2. Descaracterização da Barragem 7A

O Estudo de Alternativas elaborado para a Barragem 7A foi desenvolvido pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda em 2023 (RL-1850AC-X-81001) e as alternativas consideradas são descritas a seguir.

3.2.2.1. Alternativa 1

Uma vez que a Barragem 7A atualmente não possui acesso ao pé da estrutura, buscou-se elaborar uma alternativa em que a implantação do acesso ocorresse pela escavação do próprio reservatório e maciço da barragem.

A Alternativa 1 compreende a abertura de um acesso pela escavação do próprio maciço e reservatório. O trecho do canal sobre o reservatório tem 10% de declividade, seguido por um trecho intermediário de 1% e, por fim, o trecho final sobre o maciço tem 33% de declividade. Posteriormente, o alinhamento do acesso será utilizado para implantação de um canal (**Figura 3-11** e **Figura 3-12**).

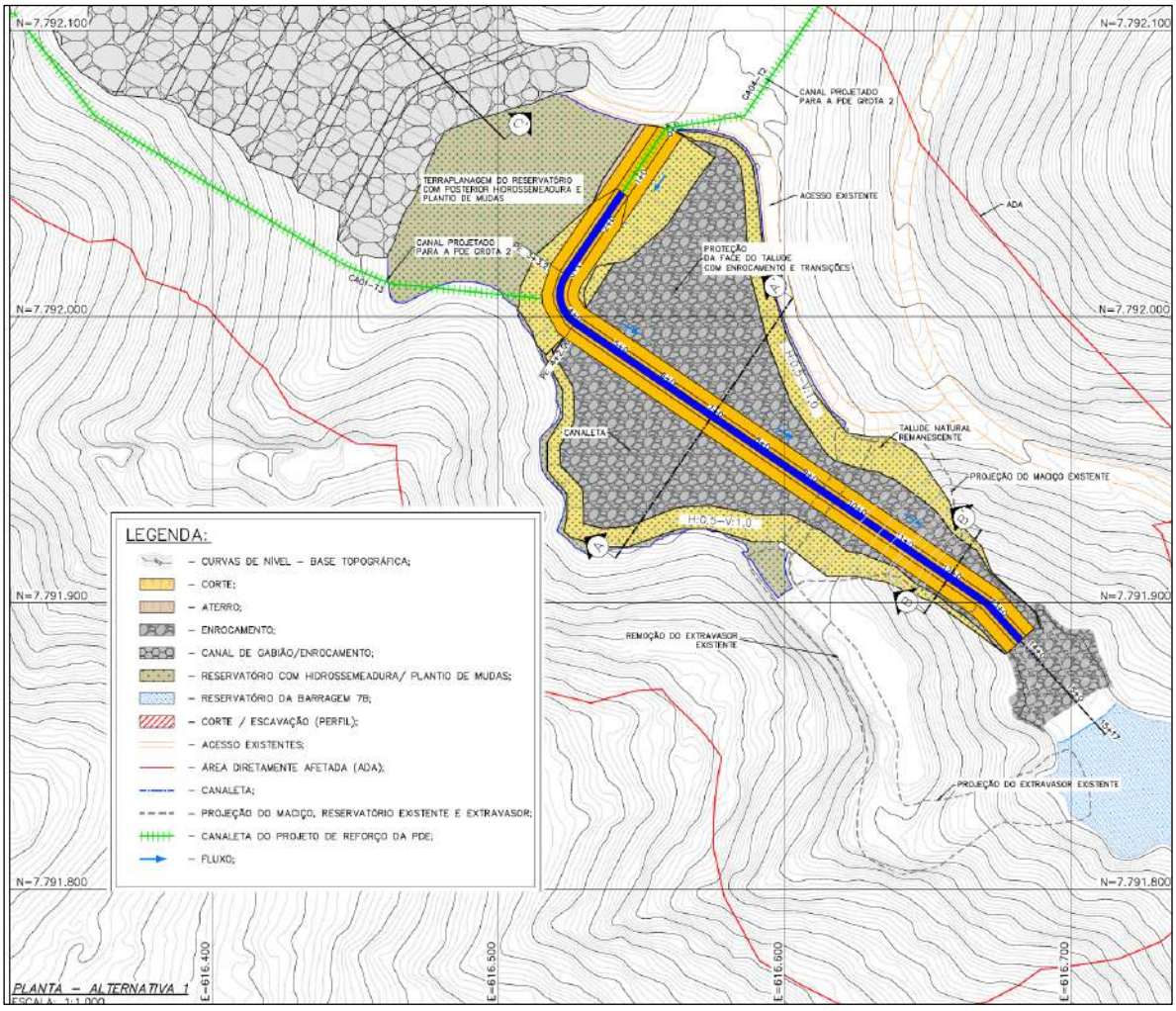


Figura 3-11 – Alternativa 1 – Acesso em corte sobre o Maciço e Reservatório.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

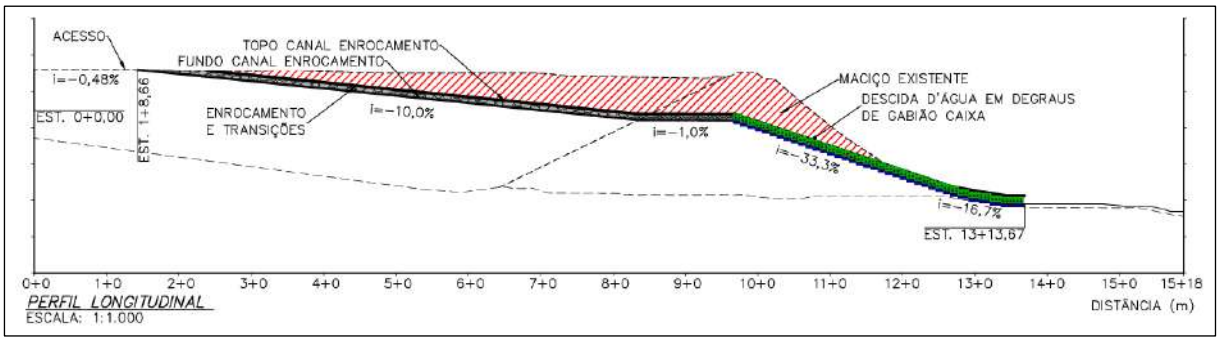


Figura 3-12 – Alternativa 1 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

No reservatório, onde há declividade suave (até 5%), foi projetada cobertura de solo e plantio de hidrossemeadura. Na região de corte dos sedimentos (inclinação de 10%) e no maciço remanescente, foi projetado filtro invertido, de forma a evitar o *piping*. Nos taludes naturais (primitiva) foi previsto plantio de hidrossemeadura.

O **Quadro 3-19** apresenta os quantitativos macro para esta alternativa.

Quadro 3-19 – Tabela Resumo da Alternativa 1.

Item	Alternativa 1
Solução Geotécnica	Acesso resultante da escavação parcial de sedimentos e aterro da barragem
Solução Hidráulica	Canal de drenagem principal sobre sedimentos e aterro da barragem
Acesso	Acesso pelo corte dos sedimentos e aterro da barragem
ADA (m²)	115.854
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	108
Intervenção em APP (m²)[1]	26.574
Supressão Vegetal (m2)	16.455
Escavação Maciço (m3)	46.667
Escavação Drenagem (m3)	2.988
Escavação Sedimentos (m3)	93.333
Aterro (m3)	7.914

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81001), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Item	Alternativa 1
Enrocamento e Transições (m3)	23.516
Gabião Colchão/Caixa (m3)	950

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.2.2. Alternativa 2

No objetivo de ter uma maior otimização corte-aterro, a Alternativa 2 prevê o corte da região da crista da barragem e aterro da área próxima ao pé da estrutura existente a uma inclinação de 1V:3H (**Figura 3-13** e **Figura 3-14**).

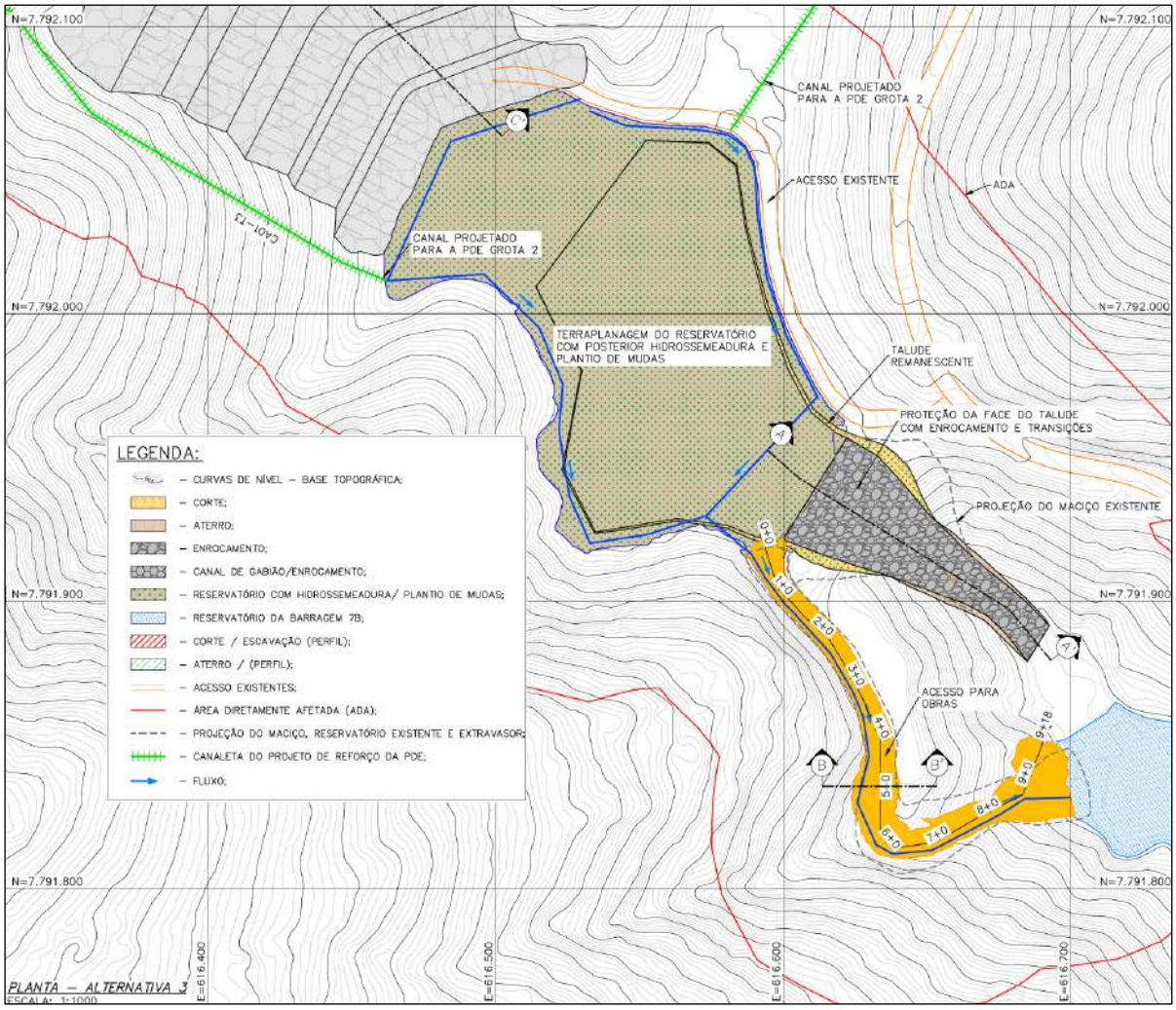


Figura 3-13 – Alternativa 2 – Otimização Corte-Aterro e Canais Periféricos.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

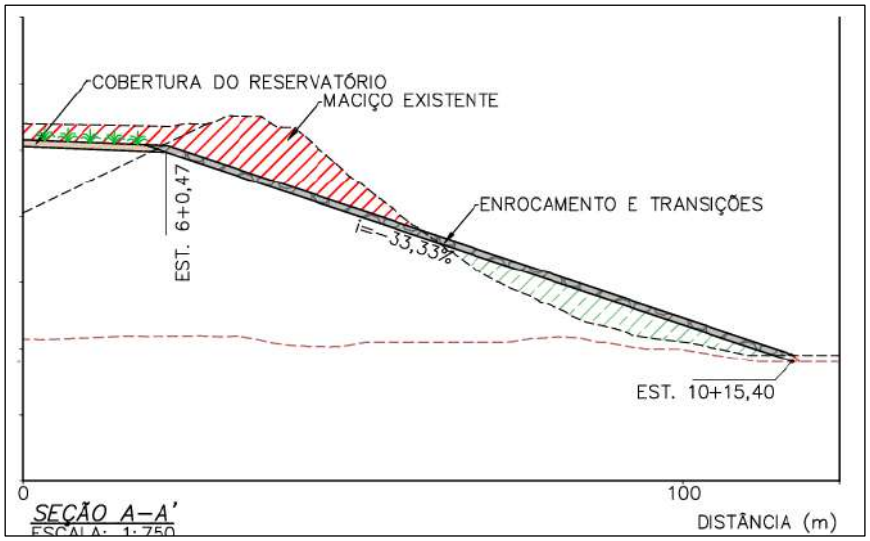


Figura 3-14 – Alternativa 2 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Após a implantação de canais de desvio, o acesso das obras ao pé da barragem seria realizado pelo aterro do extravasor existente. Dada a interferência com o reservatório da Barragem 7B, será necessário o rebaixamento do reservatório para a implantação da ensecadeira de jusante durante as obras.

Foram projetados canais periféricos de gabião colchão (ou enrocamento) sobre o reservatório, que convergem no acesso projetado (extravasor) que receberá um canal de gabião caixa.

No reservatório, foi projetada cobertura de solo e plantio de hidrossemeadura. No maciço remanescente, foi projetado filtro invertido, de forma a evitar o *piping*. Nos taludes naturais foi previsto plantio de hidrossemeadura.

O **Quadro 3-20** apresenta os quantitativos macro para esta alternativa.

Quadro 3-20 – Tabela Resumo da Alternativa 2.

Item	Alternativa 2
Solução Geotécnica	Otimização corte-aterro, do maciço da barragem - 1V:3H
Solução Hidráulica	Canais periféricos sobre sedimentos e atual extravasor da barragem
Acesso	Acesso pelo aterro do atual sistema extravasor
ADA (m²)	114.751
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	62
Intervenção em APP (m²)[1]	26.521
Supressão Vegetal (m2)	16.571
Escavação Maciço (m3)	5.000
Escavação Drenagem (m3)	13.499
Escavação Sedimentos (m3)	31.200
Aterro (m3)	32.565
Enrocamento e Transições (m3)	3.422
Gabião Colchão/Caixa (m3)	6.382

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.2.3. Alternativa 3

A Alternativa 3 consiste numa solução similar ao Projeto de Descaracterização da Barragem 8B, implantado na MAC em 2020. Da mesma forma que a Alternativa 2, foi utilizado o conceito de otimização corte-aterro no maciço, resultando num talude de 1V:3H. Por outro lado, foi projetado ainda um canal sobre o reservatório, que desemboca no maciço, de forma a conduzir as águas até o fundo do vale (**Figura 3-15** e **Figura 3-16**).

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81001), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

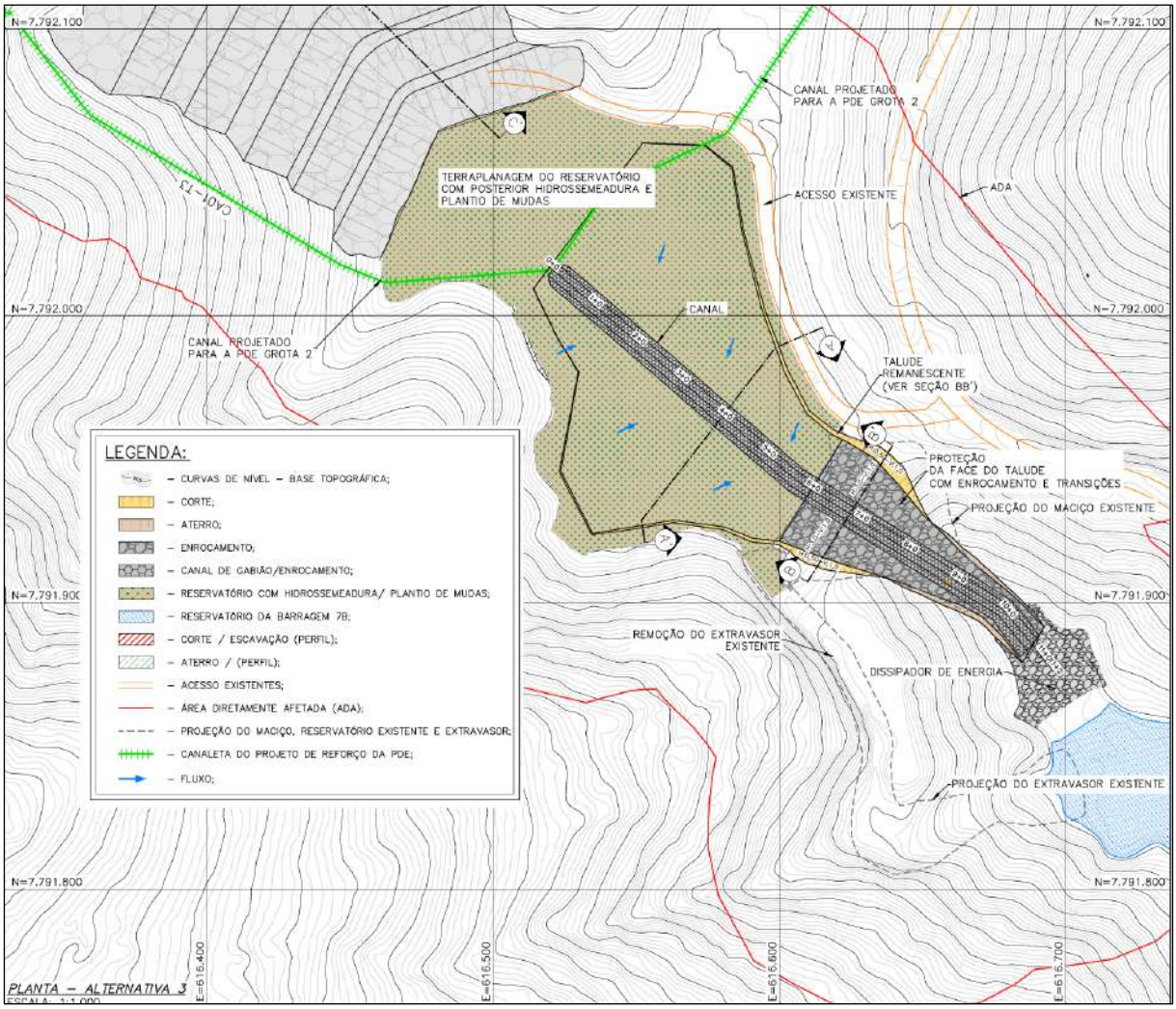


Figura 3-15 – Alternativa 3 – Otimização Corte-Aterro e Canal Central.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

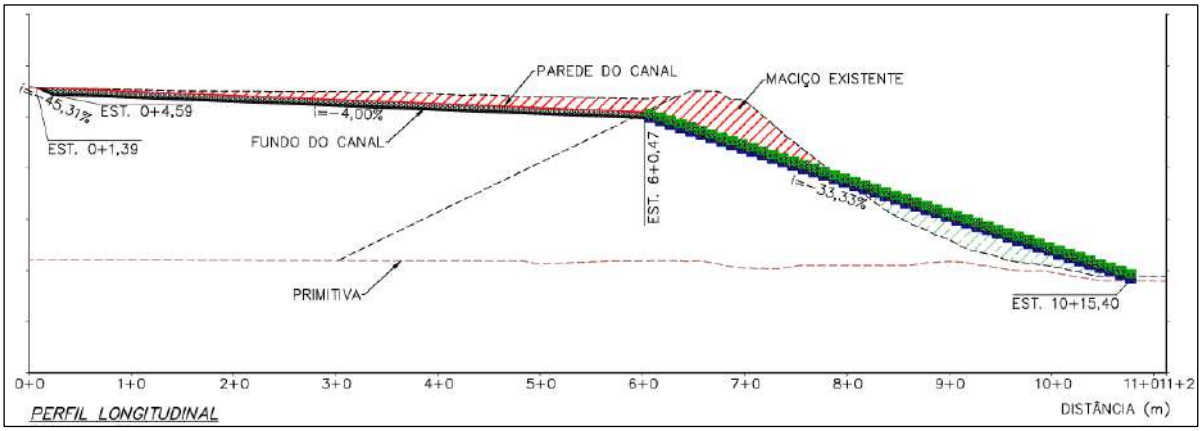


Figura 3-16 – Alternativa 3 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

É importante destacar que poderia ser utilizado acesso operacional pela ombreira direita para a execução da terraplanagem (fase 1) e, posteriormente, utilizar o próprio maciço (rampa máxima 33%) como acesso para execução das transições (fase 2).

No reservatório, foi projetada cobertura de solo e plantio de hidrossemeadura. No maciço remanescente, foi projetado filtro invertido, de forma a evitar o *piping*. Nos taludes naturais foi previsto plantio de hidrossemeadura.

O **Quadro 3-21** apresenta os quantitativos macro para esta alternativa.

Quadro 3-21 – Tabela Resumo da Alternativa 3.

Item	Alternativa 3
Solução Geotécnica	Otimização corte-aterro, do maciço da barragem - 1V:3H
Solução Hidráulica	Canal central sobre sedimentos e aterro da barragem
Acesso	Acesso pela terraplenagem dos sedimentos e aterro da barragem
ADA (m²)	115.921
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	108
Intervenção em APP (m²)[1]	26.604
Supressão Vegetal (m2)	16.455
Escavação Maciço (m3)	5.000
Escavação Drenagem (m3)	6.304
Escavação Sedimentos (m3)	31.200
Aterro (m3)	35.514
Enrocamento e Transições (m3)	5.747
Gabião Colchão/Caixa (m3)	1.454

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81001), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

3.2.2.4. Alternativa 4

As Alternativas 4 e 5 buscam evitar cortes na barragem existente. No caso da Alternativa 4, a estabilização da barragem ocorre a partir de um contrapilhamento de estéril e implantação de um dique de pé em enrocamento (**Figura 3-17** e **Figura 3-18**).

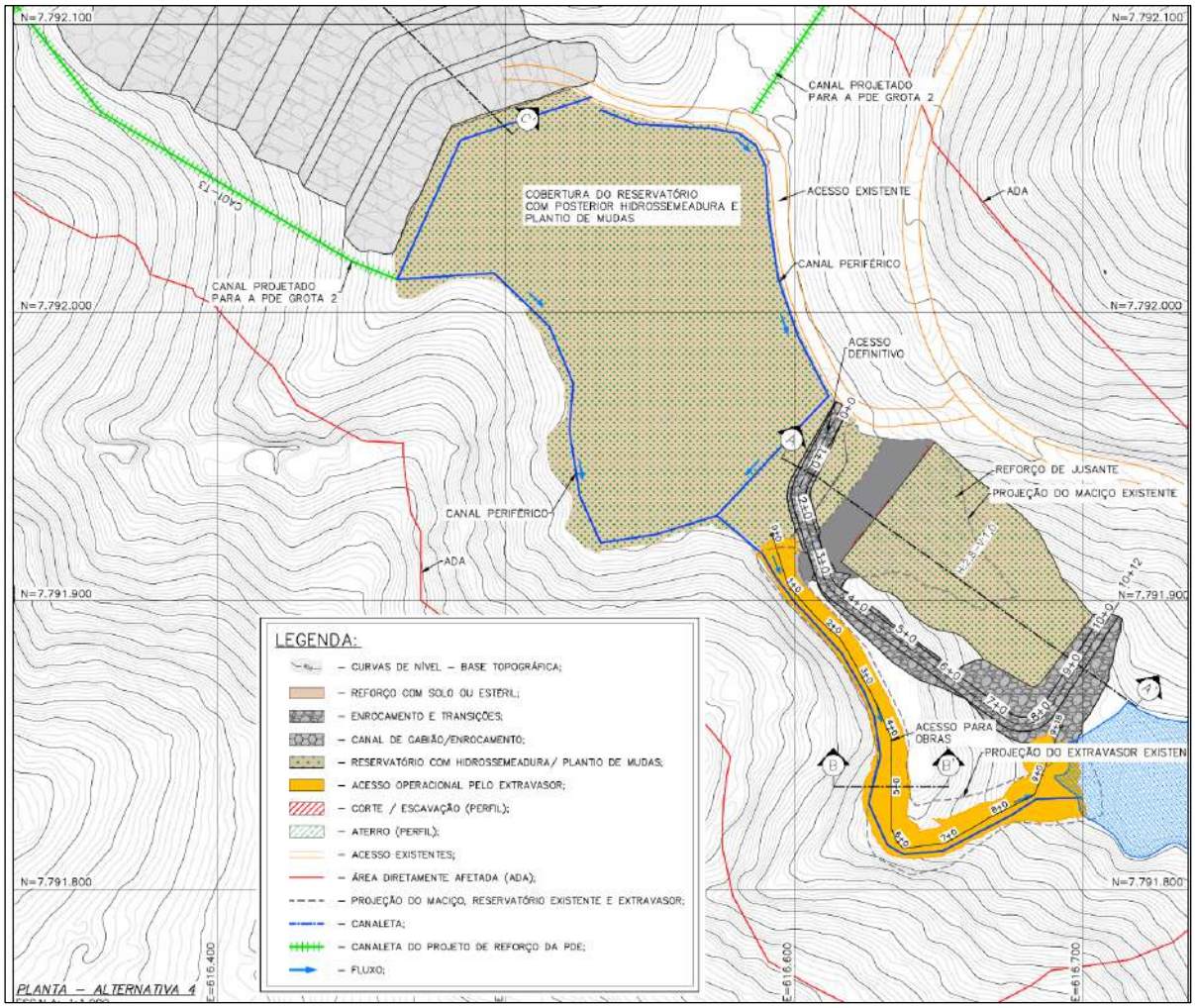


Figura 3-17 – Alternativa 4 – Reforço do Maciço Existente com Estéril.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

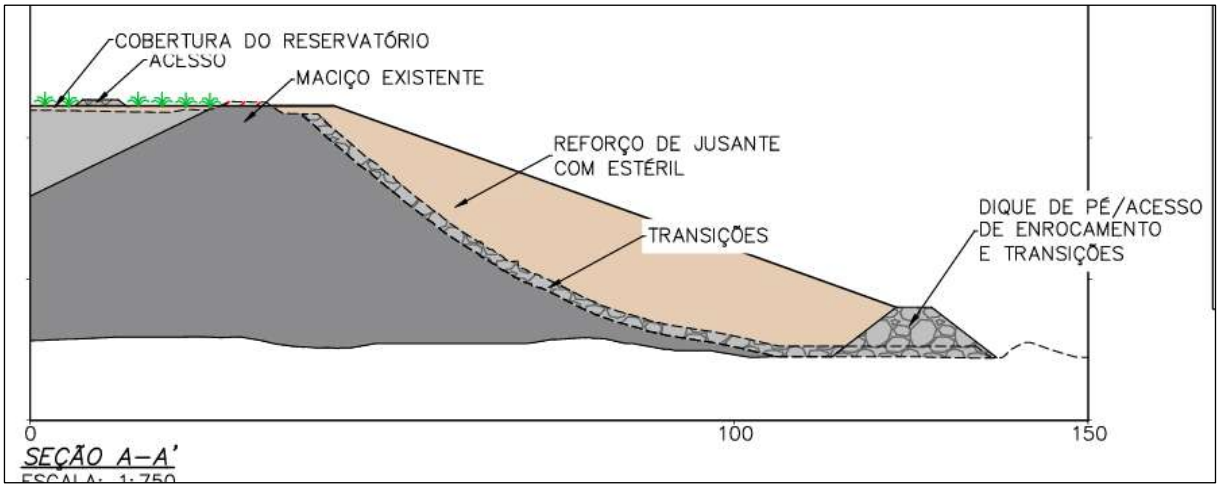


Figura 3-18 – Alternativa 4 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Da mesma forma que a Alternativa 2, foram previstos canais periféricos e acesso/canal principal sobre o extravasor existente. Conforme pode ser visualizado na sequência construtiva, o acesso pelo extravasor existente é utilizado provisoriamente durante as obras e, ao final das intervenções, será ocupado por canal de drenagem em gabião caixa, deixando de ser um acesso. Por outro lado, foi previsto outro acesso ao dreno de pé do reforço, este para ser definitivo, possibilitando o monitoramento e eventuais manutenções.

No reservatório, foi projetada cobertura de solo e plantio de hidrossemeadura. No maciço remanescente, foi projetado filtro invertido, de forma a evitar o *piping*. Nos taludes naturais foi previsto plantio de hidrossemeadura.

O **Quadro 3-22** apresenta os quantitativos macro para esta alternativa.

Quadro 3-22 – Tabela Resumo da Alternativa 4.

Item	Alternativa 4
Solução Geotécnica	Reforço de estéril a jusante do maciço existente e dique de pé de enrocamento
Solução Hidráulica	Canais periféricos sobre sedimentos e atual extravasor da barragem
Acesso	Acesso pelo aterro do atual sistema extravasor
ADA (m²)	117.520
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	108
Intervenção em APP (m²)[1]	27.772

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81001), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Item	Alternativa 4
Supressão Vegetal (m2)	18.269
Escavação Maciço (m3)	-
Escavação Drenagem (m3)	13.499
Escavação Sedimentos (m3)	15.600
Aterro (m3)	70.165
Enrocamento e Transições (m3)	13.000
Gabião Colchão/Caixa (m3)	6.382

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.2.5. Alternativa 5

A Alternativa 5 consiste no mesmo conceito da Alternativa 4, porém utilizando-se exclusivamente enrocamento e transições no reforço (**Figura 3-19** e **Figura 3-20**).

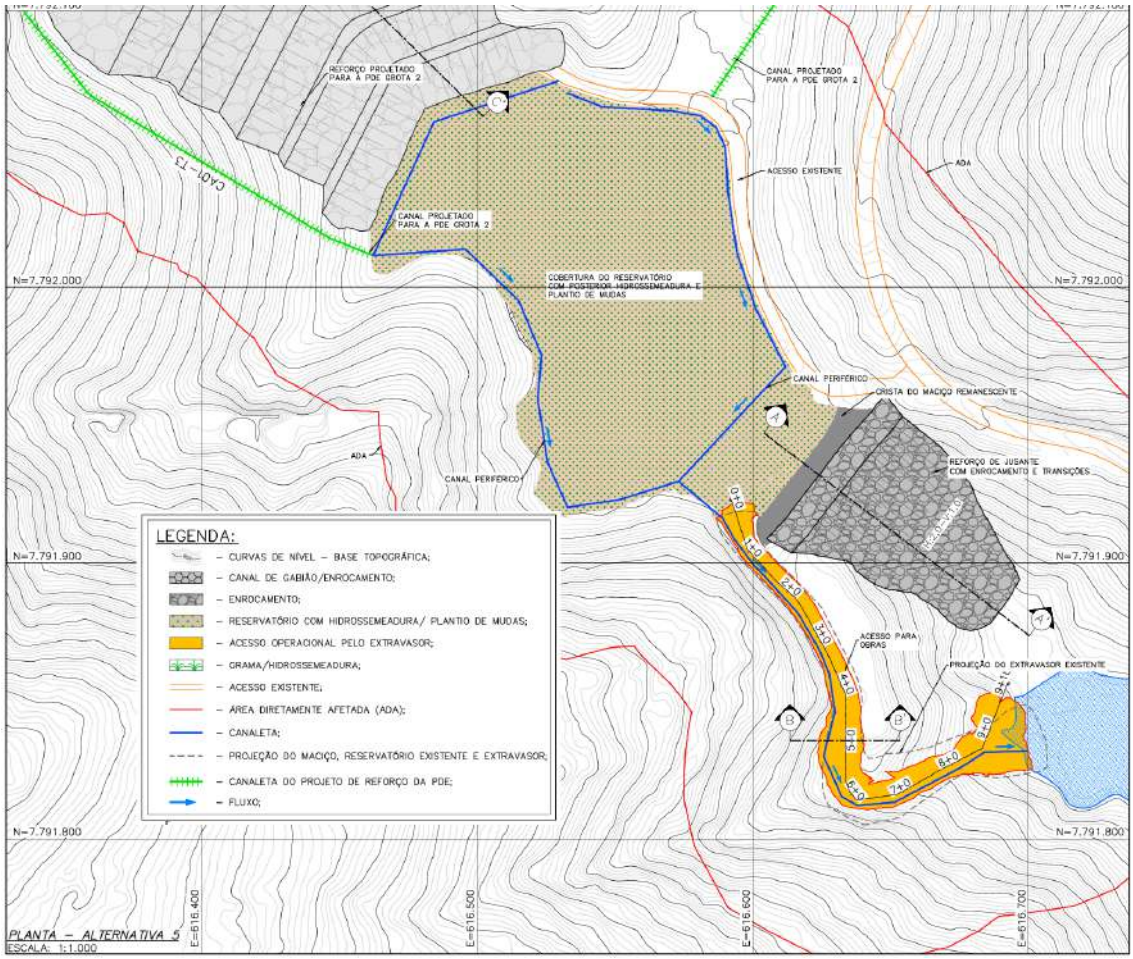


Figura 3-19 – Alternativa 5 – Reforço do Maciço Existente com Enrocamento.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

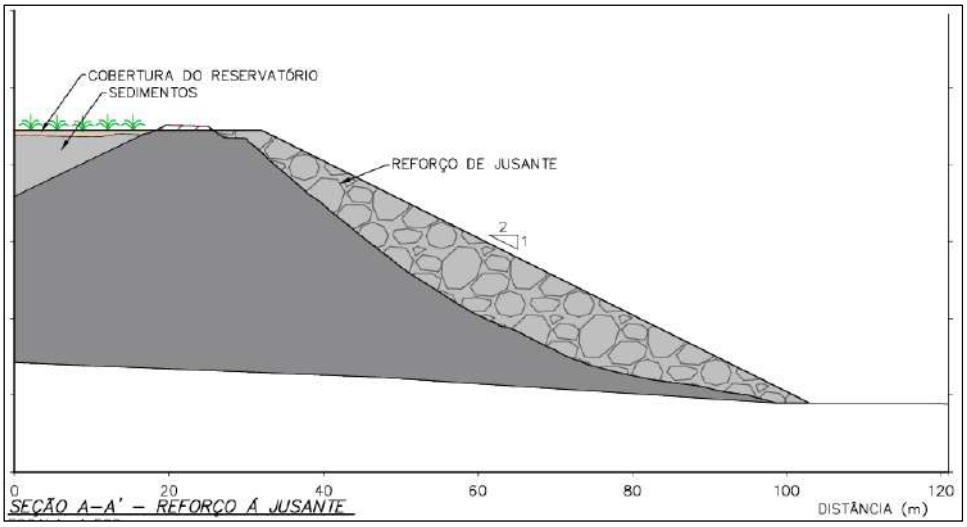


Figura 3-20 – Alternativa 5 – Seções transversais.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Diferentemente da Alternativa 4, nesta Alternativa foi previsto apenas um acesso provisório para obras passando pelo extravasor. A Alternativa 5 deverá incluir também acesso para monitoramento e eventuais manutenções da obra de descaracterização.

No reservatório, foi projetada cobertura de solo e plantio de hidrossemeadura. No maciço remanescente, foi projetado filtro invertido, de forma a evitar o *piping*. Nos taludes naturais foi previsto plantio de hidrossemeadura.

O **Quadro 3-23** apresenta os quantitativos macro para esta alternativa.

Quadro 3-23 – Tabela Resumo da Alternativa 5.

Item	Alternativa 5
Solução Geotécnica	Reforço de enrocamento a jusante do maciço existente
Solução Hidráulica	Canais periféricos sobre sedimentos e atual extravasor da barragem
Acesso	Acesso pelo aterro do atual sistema extravasor
ADA (m²)	117.520
Intervenção em Reserva Legal (m²)[1]	108
Intervenção em APP (m²)[1]	26.948
Supressão Vegetal (m2)	17.872
Escavação Maciço (m3)	-

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81001), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Item	Alternativa 5
Escavação Drenagem (m3)	13.499
Escavação Sedimentos (m3)	15.600
Aterro (m3)	30.565
Enrocamento e Transições (m3)	25.800
Gabião Colchão/Caixa (m3)	6.382

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.2.6. Avaliação das Alternativas

A metodologia escolhida para avaliar e escolher a alternativa mais adequada para execução da atividade foi a Análise de Múltiplas Alternativas (*Multiple Accounts Analysis* - MAA), cujo objetivo é fornecer os meios pelos quais os avaliadores possam selecionar a alternativa mais adequada ou vantajosa de uma lista de alternativas, ponderando o valor relativo aos benefícios e consequências negativas de cada um.

Para dar início à avaliação, foram elaboradas uma matriz de vantagens e desvantagens, contemplando todas as alternativas (**Quadro 3-24**), e uma matriz SWOT para cada uma das alternativas (**Quadro 3-25** a **Quadro 3-29**). Ambas as ferramentas auxiliam no mapeamento interno das forças e fraquezas existentes para cada alternativa de descaracterização, bem como no mapeamento dos fatores externos, identificando possíveis oportunidades e ameaças.

Quadro 3-24 - Matriz de vantagens e desvantagens do Estudo de Alternativas da Barragem 7A.

Área	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Vantagens	Acesso pelo próprio maciço, que também é o caminhamento para o canal de drenagem; Acesso fora do extravasor existente; Não há interferência com o reservatório da Barragem 7B.	Otimização corte-aterro; Drenagem periférica; Não há interferência com o reservatório da Barragem 7B.	Otimização corte-aterro; Acesso fora do extravasor existente; Não há interferência com o reservatório da Barragem 7B.	Manutenção das condições atuais do maciço e reservatório; Volume mínimo de corte e, por consequência, menor volume de geração de sedimentos; Sem exposição de taludes naturais; Drenagem periférica.	Manutenção das condições atuais do maciço e reservatório; Volume mínimo de corte e, por consequência, menor volume de geração de sedimentos; Sem exposição de taludes naturais; Drenagem periférica.
Desvantagens	Alto volume de corte e, por consequência, alto volume de geração de sedimentos; Maior exposição de taludes naturais de filito; Escavação do pé da barragem; Drenagem central.	Acesso pelo extravasor existente; Interferência com o reservatório da Barragem 7B; Exposição de taludes naturais de filito.	Exposição de taludes naturais de filito; Drenagem central.	Acesso pelo extravasor existente; Interferência com o reservatório da Barragem 7B; Maior Volume de material de empréstimo.	Acesso pelo extravasor existente; Interferência com o reservatório da Barragem 7B.

Notas: (1) Atualmente o pé da Barragem 7A é coincidente com o NA máximo *maximorum* da Barragem 7B, por isso, foi programada a execução de ensecadeira de jusante na sequência construtiva de todas as alternativas. No caso das Alternativas 2, 4 e 5, em que se prevê o acesso de obras pelo extravasor, há interferência com o NA máximo normal da Barragem 7B, representado nos arranjos gerais das alternativas, dessa forma, previu-se o rebaixamento do reservatório da Barragem 7B para implantação da ensecadeira de jusante e execução das obras.

(2) As Alternativas 2, 3,4 e 5 não preveem a remoção de maciço com raízes, apenas a Alternativa 1. Uma vez que o apodrecimento das raízes pode desencadear o processo de erosão interna, foi previsto filtro invertido na face do maciço, sem remover os troncos.

(3) Tanto na configuração periférica como central os canais de drenagem foram implantados sobre sedimentos para evitar a supressão vegetal.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-25 – Análise SWOT – Alternativa 1.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Acesso fora do extravasor.	**FRAQUEZAS** ✓ Maior volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Escavação do pé da barragem. ✓ Baixa reintegração do local ao meio ambiente. ✓ Drenagem pelo centro do maciço/reservatório. ✓ Alto volume de empréstimo de enrocamento, transições e gabião.
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES** ✓ Não há necessidade de rebaixamento do reservatório da Barragem 7B para implantação da ensecadeira.	**AMEAÇAS** ✓ Alta geração de sedimentos durante as obras. ✓ Taludes de filito podem necessitar de intervenções de engenharia além do plantio de grama, para evitar a erosão.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-26 – Análise SWOT – Alternativa 2.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Drenagem periférica. ✓ Baixo volume de empréstimo de enrocamento, transições e gabião.	**FRAQUEZAS** ✓ Alto volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Intervenção no pé da barragem (aterro). ✓ Acesso pelo extravasor.
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES**	**AMEAÇAS** ✓ Taludes de filito podem necessitar de intervenções de engenharia além do plantio de grama, para evitar a erosão. ✓ Necessidade de rebaixamento do reservatório da Barragem 7B para implantação da ensecadeira.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-27 – Análise SWOT – Alternativa 3.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Baixo volume de empréstimo de enrocamento, transições e gabião. ✓ Acesso fora do extravasor.	**FRAQUEZAS** ✓ Alto volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Intervenção no pé da barragem (aterro). ✓ Drenagem pelo centro do maciço/reservatório.
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES** ✓ Não há necessidade de rebaixamento do reservatório da Barragem 7B para implantação da ensecadeira.	**AMEAÇAS** ✓ Taludes de filito podem necessitar de intervenções de engenharia além do plantio de grama, para evitar a erosão.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-28 – Análise SWOT – Alternativa 4.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Minimização do volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Minimização da intervenção no maciço da barragem. ✓ Alta reintegração do local ao meio ambiente. ✓ Drenagem periférica.	**FRAQUEZAS** ✓ Alto volume de empréstimo de estéril. ✓ Acesso pelo extravasor.
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES** ✓ Baixa geração de sedimentos durante as obras. ✓ Não há exposição definitiva de taludes de filito.	**AMEAÇAS** ✓ Necessidade de rebaixamento do reservatório da Barragem 7B para implantação da ensecadeira.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-29 – Análise SWOT – Alternativa 5.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	**FORÇAS** ✓ Minimização do volume de corte de sedimentos (solo mole). ✓ Minimização da intervenção no maciço da barragem. ✓ Drenagem periférica.	**FRAQUEZAS** ✓ Alto volume de empréstimo de enrocamento, transições e gabião. ✓ Acesso pelo extravasor.
Fatores Externos	**OPORTUNIDADES** ✓ Baixa geração de sedimentos durante as obras. ✓ Não há exposição definitiva de taludes de filito.	**AMEAÇAS** ✓ Necessidade de rebaixamento do reservatório da Barragem 7B para implantação da ensecadeira.

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

A partir das matrizes, se conclui que:

- As Alternativas 1 e 2 apresentam maior proporção de Fraquezas e Ameaças que as demais alternativas;
- As Alternativas 3, 4 e 5 são mais equilibradas, no entanto, as Alternativa 4 e 5 possuem mais Forças e Oportunidades.

Em seguida, foi desenvolvida a *Multiple Accounts Analysis* (MAA). Na primeira etapa se desenvolve uma lista de aspectos e subtemas e suas respectivas considerações relacionadas a cada uma das alternativas estudadas. Para cada subtema são associados indicadores que possibilitam a todos os avaliadores definirem notas para o tema específico por meio dos mesmos critérios (**Quadro 3-30**). A segunda etapa do processo envolve classificar, dar peso e ponderar os valores de cada um dos indicadores e então de maneira transparente o somatório das considerações de cada tema são obtidos.

Ressalta-se que a definição dos pesos e valores de cada subtema e seus indicadores normalmente não estão associados a análises determinísticas e, portanto, os valores atribuídos são realizados por julgamento pessoal de cada avaliador. Sendo assim, é importante que os envolvidos no processo participem da avaliação com o intuito de equilibrar opiniões sob diferentes pontos de observação pessoal.

Cada indicador tem um peso de importância atribuído e para cada alternativa define-se uma escala de valores, os quais serão adotados no subitem a seguir.

As áreas de intervenção em APP[1] e Reserva Legal[1] e de supressão vegetal não foram diferenciadas entre as alternativas, uma vez que há pouca variação entre elas.

O uso de gabião caixa não foi considerado como um indicador, uma vez que todas as alternativas têm essa possibilidade.

Por fim, o risco geotécnico/hidrológico não foi considerado um critério, uma vez que todas as alternativas atendem ao Fator de Segurança estipulado em sua configuração final.

Quanto ao subtema referente à emissão de carbono, considerou-se o indicador relativo ao somatório do volume de material direcionado para ADME e volume de material de empréstimo de forma a quantificar indiretamente o número de horas do maquinário para a execução da obra.

[1] Desde a elaboração do Estudo de Alternativas pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. em 2023 (RL-1850AC-X-81001), o projeto foi submetido a refinamentos na análise de uso do solo, a estudos mais aprofundados sobre a vegetação da área e a uma atualização no Cadastro Ambiental Rural - CAR, o que resultou na alteração das áreas de interferência em APP e em Reserva Legal. Dessa forma, os valores apresentados no quadro não refletem o projeto atual. A área de interferência em APP foi reduzida (ver Capítulo 6 – Diagnósticos Ambientais) e não há mais interferência em área de RL. Considerando que as interferências foram reduzidas, entende-se que as alterações não comprometem os resultados da análise de alternativas.

Quadro 3-30 – Subtemas e Indicadores (Multiple Accounts Analysis – MAA)

Aspectos	Subtemas	Indicadores
1 – Técnicos e Segurança	1.1 – Segurança das obras	1.1.1 – Intervenção no maciço da barragem
		1.1.2 – Utilização do extravasor como acesso
	1.2 – Escavação de material saturado	1.2.1 – Volume de corte de sedimentos saturados
	1.3 – Drenagem	1.3.1 – Arranjo dos Canais de drenagem
	1.4 – Desconfinamento de taludes naturais	1.4.1 – Área de talude natural exposto
	1.5 – Barragem 7B	1.5.1 - Necessidade de Rebaixamento do Reservatório da Barragem 7B
2 – Ambientais	2.1 – Integração com o Meio Ambiente	2.1.1 – Áreas passíveis de plantio de grama/ hidrossemeadura
	2.2 – Emissão de Carbono	2.2.1 – Volume total de corte + Volume de material de empréstimo + Volume de Aterro
3 – Socioeconômicos	3.1 – Otimização corte-aterro	3.1.1 – Volume de corte maciço - Volume aterro
	3.2 – Necessidade de ADME ou bota-espera	3.2.1 – Volume de Corte
	3.3 – Volume de material de empréstimo	3.3.1 – Volume de enrocamento e transições e gabião

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Para a segunda etapa, a escala de valores adotadas para os indicadores varia de 1 a 5, sendo que, quanto mais favorável a avaliação de determinado item, maior a pontuação.

Quanto à variável 1.1.1, foram atribuídas notas 1 a 3, sendo nota 3 para as alternativas que preveem majoritariamente aterro a jusante da barragem existente, 2 para corte na crista e aterro no pé do maciço existente e 1 para exclusivamente corte.

Quanto à variável 1.1.2, foram atribuídas notas 2 (não) ou 1 (sim) para a mesma, uma vez que a atribuição desse indicador é binária. Isso também foi feito para a variável 1.3.1, nota 2 para canais periféricos e nota 1 para canal no centro do reservatório, e 1.5.1, 2 (não) ou 1 (sim).

Em relação às variáveis 1.2.1 e 1.4.1, foram atribuídas notas de 1 a 3. Foi considerado empate entre as Alternativas 2 e 3 e entre as Alternativas 4 e 5.

Quanto à variável 2.1.1, considerou-se nota 1 para a Alternativa 1 e nota 2 para as demais alternativas.

Quanto à variável 3.2.1, foram somados os volumes de corte dos sedimentos e maciço (**Quadro 3-31**). Para a variável 3.3.1, foram somados os volumes de enrocamento, britas e gabião (**Quadro 3-32**).

Já para a variável 2.2.1, foram somados os volumes das variáveis 3.2.1 (volume de corte) e 3.3.1 com o volume de aterro (**Quadro 3-33**) para quantificar indiretamente o número de horas do maquinário para a execução da obra.

Por fim, para a variável 3.1.1, foram somados os volumes de corte do maciço e subtraído o volume de aterro (**Quadro 3-34**).

Quadro 3-31 – Pontuação específica para o indicador 3.2.1 – Volume de corte.

Alternativas	Volume corte sedimentos (m^3)	Volume corte maciço (m^3)	Total (m^3)	Pontuação
Alternativa 1	93.333	46.667	140.000	1
Alternativa 2	31.200	5.000	36.200	2
Alternativa 3	31.200	5.000	36.200	2
Alternativa 4	15.600	0	15.600	3
Alternativa 5	15.600	0	15.600	3

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-32 – Pontuação específica para o indicador 3.3.1 – Volume de enrocamento, transições e gabião.

Alternativas	Volume enrocamento e transições (m^3)	Volume gabião (m^3)	Total (m^3)	Pontuação
Alternativa 1	23.516	950	24.466	2
Alternativa 2	3.422	6.382	9.804	4
Alternativa 3	5.747	1.454	7.201	5
Alternativa 4	13.000	6.382	19.382	3
Alternativa 5	25.800	6.382	32.182	1

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-33 – Pontuação específica para o indicador 2.2.1 – Volume total de corte + Volume de material de empréstimo + Volume de Aterro.

Alternativas	Volume Corte (m^3)	Volume Empréstimo (m^3)	Volume Aterro (m^3)	Volume total (m^3)	Pontuação
Alternativa 1	140.000	24.466	7.914	172.380	1
Alternativa 2	36.200	9.804	32.565	78.569	3
Alternativa 3	36.200	7.201	35.514	78.915	3
Alternativa 4	15.600	19.382	70.165	105.147	2
Alternativa 5	15.600	32.182	30.565	78.347	3

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

Quadro 3-34 – Pontuação específica para o indicador 3.1.1 - Volume de corte maciço - Volume aterro.

Alternativas	Volume corte maciço (m^3)	Volume Aterro (m^3)	Volume Corte - Aterro (m^3)	Pontuação
Alternativa 1	46.667	7.914	38.753	2
Alternativa 2	5.000	32.565	-27.565	4
Alternativa 3	5.000	35.514	-30.514	3
Alternativa 4	0	70.165	-70.165	1
Alternativa 5	0	30.565	-30.565	3

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

O **Quadro 3-35** apresenta a pontuação de cada indicador e o somatório final da pontuação de cada alternativa, o que permitiu classificar as alternativas da melhor para a pior da seguinte forma:

1) Alternativa 5 – Reforço do Maciço Existente com Enrocamento – Pontuação: 40;
2) Alternativa 2 – Otimização Corte-Aterro e Canais Periféricos – Pontuação: 39;
3) Alternativa 3 – Otimização Corte-Aterro e Canal Central – Pontuação: 38;
4) Alternativa 4 – Reforço do Maciço Existente com Estéril – Pontuação: 36;
5) Alternativa 1 – Acesso em Corte sobre Maciço e Reservatório – Pontuação: 21.

Observa-se que:

- Em relação aos aspectos técnicos e de segurança, as Alternativas 4 e 5 são as mais bem classificadas, seguidas pelas Alternativas 2 e 3. Considera-se essa classificação coerente, uma vez que as Alternativas 4 e 5 são aquelas que menos alteram a configuração atual da barragem e o reservatório;
- Em relação aos aspectos ambientais, as Alternativa 2, 3 e 5 são as mais bem classificadas. Também se considera essa classificação razoável, uma vez que são as alternativas que tem menor movimentação de material;
- Quanto aos aspectos socioeconômicos, a Alternativa 2 é a mais bem classificada, seguida pela Alternativa 3. Isso também é razoável, uma vez que as Alternativas 2 e 3 buscam uma otimização corte-aterro.

A partir dos argumentos e dos resultados da metodologia MAA, foi possível concluir que as alternativas mais adequadas seriam as Alternativa 5, 2 e 3. A diferença entre a pontuação dessas três alternativas não apresentou diferença significativa, de forma que não se pode determinar uma alternativa claramente superior.

A partir do desenvolvimento do projeto, a Alternativa 3 foi se mostrando a mais viável, sendo, portanto, o projeto escolhido para Descaracterização da Barragem 7A. O detalhamento do projeto referente à alternativa escolhida é apresentado no capítulo **4. Caracterização do Empreendimento**.

Quadro 3-35 – Pontuação de cada indicador e somatório final.

Área	Indicadores	Peso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Técnicos e Segurança	1.1.1 – Escavação do maciço da barragem	2	1	2	2	3	3
	1.1.2 – Utilização do extravasor como acesso	1	2	2	2	1	1
	1.2.1 – Volume de corte de sedimentos saturados	2	1	2	2	3	3
	1.3.1 – Arranjo dos Canais de drenagem	1	1	2	1	2	2
	1.4.1 – Área de talude natural exposto	2	1	2	2	3	3
	1.5.1 - Necessidade de Rebaixamento do Reservatório da Barragem 7B	1	2	1	2	1	1
	Subtotal	**-**	**11**	**17**	**17**	**22**	**22**
Ambiental	2.1.1 – Áreas passíveis de plantio de grama/ hidrossemeadura	1	1	2	2	2	2
	2.2.1 – Volume total de corte + Volume de material de empréstimo + Volume de Aterro	2	1	3	3	2	3
	Subtotal	**-**	**3**	**8**	**8**	**6**	**8**
Socioeconômico	3.1.1 – Volume de corte maciço/drenagem - Volume aterro	2	2	4	3	1	3
	3.2.1 – Volume de Corte	1	1	2	2	3	3
	3.3.1 – Volume de enrocamento e transições e gabião	1	2	4	5	3	1
	Subtotal	**-**	**7**	**14**	**13**	**8**	**10**
	Total	**-**	**21**	**39**	**38**	**36**	**40**

Fonte: Geoestável e Vale, 2023.

3.2.3. Descaracterização da Barragem 8B

O Estudo de Alternativas elaborado para a Barragem 8B foi desenvolvido pela VOGBR Recursos Hídricos & Geotecnia Ltda em 2015 (RL-1850AC-X-03612) e as alternativas consideradas são descritas a seguir.

Destaca-se que conforme anteriormente informado, as obras de descaracterização da Barragem 8B já foram finalizadas. Conforme Relatório *As Built* (RL-1850AC-X-80080, Vale & DF Mais Consultoria, 2020), o projeto detalhado de descaracterização consistiu na execução de reforço com enrocamento à jusante do barramento com posterior remoção do alteamento à montante e remoção parcial do maciço inicial.

Foram consideradas duas alternativas para a descaracterização da Barragem 8B, detalhadas nos itens a seguir:

- Alternativa 1: Wetland - Implantação de uma wetland com rebaixamento da crista da barragem para se obter maciço com altura máxima de 14,0 m e execução de calha vertente, seguida de canal do rápido em gabião sobre o talude de jusante, permitindo a restituição, de forma ordenada das vazões efluentes ao talvegue natural;
- Alternativa 2: Canal na área do reservatório – Rebaixamento da crista da barragem para se obter maciço com altura máxima de 14,0 m e execução de canal na área do reservatório até o talvegue natural a jusante do maciço remanescente.

3.2.3.1. Alternativa 1

Nesta alternativa para desativação da Barragem 8B, propôs-se a implantação de uma “Wetland” com a descaracterização da estrutura como barragem, passando a ser uma estrutura galgável, com altura final de 14,00 metros, de acordo com o conceito da Agência Nacional de Mineração. Nesse sistema, não há acúmulo de água no reservatório, ou seja, “toda água que entra, sai”, diferentemente de uma barragem convencional. Para tanto, foi previsto a remoção de parte da estrutura atual (maciço em solo compactado). Na região central do maciço remanescente, estava previsto um sistema extravasor, composto pelos seguintes elementos:

- Trecho 1: soleira vertente concebida com seção trapezoidal, em gabião colchão, com taludes de 1V:3H, base de 10,0 metros e altura de 1,50 m;
- Trecho 2: canal do rápido, concebido com seção retangular, em gabião caixa, com perfil longitudinal em degraus, visando minorar as velocidades de escoamento no talude gálgavel. Essa estrutura será conformada no próprio corpo do maciço, com 10,0 metros

de base e 1,0 metro de altura, com inclinação conforme o talude de jusante da barragem (1V:3H);

- Trecho 3: bacia de dissipação, com seção retangular, em gabião colchão, e mesma base adotada no canal do rápido, visando reduzir o potencial erosivo das vazões vertidas.

3.2.3.1.1. Estudos Hidráulicos

Soleira Vertente

Para o dimensionamento da referida estrutura, foi utilizada a equação de emboque de canal, conforme descrita a seguir:

$$Q = \frac{2}{3} \times Cd \times A \times \sqrt{\frac{2}{3} \times g \times h}$$

Onde:

Q: vazão de projeto (m³/s);

Cd: coeficiente de descarga, adimensional. Para o presente dimensionamento, adotou-se Cd igual a 0,9;

B: largura da base da calha vertente (m);

H: carga hidráulica sobre a soleira (m);

g: aceleração da gravidade (m/s²).

No **Quadro 3-36** apresenta-se a vazão de projeto adotada no dimensionamento hidráulico da soleira vertente.

Quadro 3-36 - Síntese do dimensionamento da calha vertente

Variável	Calha Vertente
Vazão de Projeto (m³/s)	23,2
Largura da Base Menor (m)	10,0
Cota da Soleira	905,50
Profundidade de escoamento (m)	1,23
Altura (m)	1,50
Cota da Crista (m)	904,00
Borda livre Resultante (m)	0,27

Canal do Rápido

O dimensionamento do rápido, em degraus, do sistema extravasor foi auxiliado pelo *software* SisCCoH, desenvolvido pela UFMG, que utiliza metodologia fundamentada no estudo "*Flow Characteristics of Skimmimg Flows in Stepped Channels*", de Othsu, Yasuda e Takahashi, publicado no *Journal of Hydraulics Engineering* – ASCE, Setembro/2004. No **Quadro 3-37** é apresentada a síntese do dimensionamento hidráulico do rápido.

Quadro 3-37 - Síntese do dimensionamento do rápido do Sistema Extravasor

Variável	Canal do Rápido
Vazão de Projeto (m³/s)	23,02
Base (m)	10,0
Altura (m)	1,00
Altura do Degrau (m)	0,50
Comprimento do Degrau (m)	1,50
Profundidade de escoamento máxima (m)	0,51
Profundidade de escoamento final (m)	0,34
Velocidade(*)(m/s)	6,80
Borda livre Resultante (m)	0,49

(*) Velocidade no final do trecho em degrau

Bacia de Dissipação

Para o dimensionamento hidráulico da bacia de dissipação, adotou-se a equação da altura conjugada do ressalto e a formulação empírica para determinação do comprimento do ressalto hidráulico, constante na publicação "*Hydraulic Design of Stilling Basin sand Energy Dissipators*" proposta pela *Bureau of Reclamation* (1978). O **Quadro 3-38** apresenta-se uma síntese do dimensionamento desse dispositivo.

Quadro 3-38 - Síntese do Dimensionamento Hidráulico da Bacia de Dissipação

Característica	Valor
Período de Retorno (anos)	10.000
Vazão de Projeto (m³/s)	23,2
Largura da bacia (m)	10,0
Altura da lâmina de água na entrada da bacia (m)	0,34

Característica	Valor
Altura da lâmina de água conjugada (m)	1,65
Altura da bacia de dissipação adotada (m)	2,00
Velocidade de saída (m/s)	1,42
Comprimento da bacia de dissipação obtido (m)	9,60
Comprimento da bacia de dissipação adotado (m)	10,0

Sequenciamento Construtivo

Nesta Alternativa 1 propõe-se, de forma preliminar, o seguinte sequenciamento:

- Bombeamento da água do reservatório V = 52.683,70 m³, dado da topobatimetria;
- Remoção de parte do maciço em solo compactado (até a El. 904,0 m) e em concomitância ocorrerá a escavação dos sedimentos do reservatório;
- Todo o material de corte será disposto no próprio reservatório da barragem;
- Adequação do acesso existente para construção e manutenção;
- Implantação da estrutura galgável com soleira vertente em gabião, canal do rápido, em gabião caixa, com perfil longitudinal em degraus e bacia de dissipação em enrocamento.

Como estimativa preliminar dos quantitativos referente ao maciço tem-se os seguintes volumes:

- Escavação do maciço: 18.414 m³;
- Aterro no reservatório: 26.320 m³;
- Escavação do acesso: 1.292 m³;
- Área de revegetação: 13.898 m²;
- Enrocamento: 412 m³;
- Gabião: 766 m^3.

Alternativa 2

Nesta alternativa, o maciço será escavado de tal forma que a estrutura fique com 14,0 m de altura. Para a condução do escoamento, foi previsto um canal extravasor, implantado ao longo

de todo o reservatório, passando pela região central da crista do maciço remanescente e desaguando no talvegue imediatamente a jusante da barragem.

O canal extravasor foi concebido em concreto armado, com seção retangular, com base de 4,0 metros e altura de 1,0 metro, apresentando perfil longitudinal em degraus nos trechos de alta declividades, superiores a 10%.

Nesta alternativa, a ideia inicial era conectar este novo canal na área do reservatório ao vertedouro existente. Para isso seria necessário a execução de dois canais, sendo um para conexão no vertedouro e de outro canal para coletar o escoamento incidente no maciço remanescente. Melhor forma estudada é a execução de apenas um canal como apresentado nesta alternativa.

6.2.1 Estudos Hidráulicos

O dimensionamento hidráulico do canal extravasor foi realizado considerando os trechos com declividade máxima e mínima apresentados por esta estrutura, para determinação da velocidade máxima e altura máxima da lâmina de água, respectivamente.

Nos trechos em que o canal apresenta perfil longitudinal em degraus, utilizou-se a metodologia do *Skimming Flow*, com o auxílio do software SisCCoH, desenvolvido pela UFMG.

Nos trechos sem degraus, foi utilizada a metodologia proposta por Manning, descrita a seguir:

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

Onde:

Q é a vazão em m³/s;

n é o coeficiente de rugosidade de Manning, (n=0,015, revestimento em concreto);

A é área molhada em m²;

Rh é o raio hidráulico da seção molhada (m);

I é a declividade longitudinal (m/m).

No **Quadro 3-39** é apresentada a síntese do dimensionamento do canal para a situação mais crítica (menor e maior declividades) nos trechos sem e com degraus, utilizando a metodologia de *Manning* e *SkimmingFlow*, respectivamente.

Quadro 3-39 - Síntese do Dimensionamento Hidráulico do Canal

Estrutura	Q (m³/s)	Altura Parede (m)	Base (m)	Altura do Degrau (m)	Profundidade Máxima (m)	Borda Livre (m)	Velocidade máxima (m/s)
Canal Extravasor	23,4	1,00	4,00	0,50	0,86	0,14	9,02

No final do trecho do canal, foi prevista uma bacia de dissipação, visando a atenuar a velocidade do escoamento proveniente dessa estrutura. O dimensionamento hidráulico da bacia de dissipação, também foi realizado adotando-se a equação da altura conjugada do ressalto e a formulação empírica para determinação do comprimento do ressalto hidráulico, constante na publicação "*Hydraulic Design of Stilling Basin sand Energy Dissipators*" proposta pela *Bureau of Reclamation* (1978). O **Quadro 3-40** apresenta-se uma síntese do dimensionamento desse dispositivo.

Quadro 3-40 - Síntese do Dimensionamento Hidráulico da Bacia de Dissipação.

Característica	Valor
Período de Retorno (anos)	10.000
Vazão de Projeto (m³/s)	23,4
Largura da bacia (m)	4,00
Altura da lâmina de água na entrada da bacia (m)	0,86
Altura da lâmina de água conjugada (m)	1,72
Altura da bacia de dissipação adotada (m)	2,00
Velocidade de saída (m/s)	3,40
Comprimento da bacia de dissipação obtido (m)	6,88
Comprimento da bacia de dissipação adotado (m)	7,00

Sequenciamento Construtivo

Para a Alternativa 2 propôs-se o seguinte sequenciamento:

- Bombeamento da água do reservatório V = 52.683,70 m³, dado da topobatimetria;
- Remoção de parte do maciço em solo compactado (até a El. 904,0 m) concomitante ocorrerá escavação dos sedimentos do reservatório;
- Escavação de canal com revestimento em concreto armado;
- Todo o material de corte será disposto no próprio reservatório da barragem;
- Adequação do acesso existente para construção e manutenção.

Como estimativa preliminar dos quantitativos referente ao maciço tem-se os seguintes volumes:

- Escavação do maciço: 18.414 m³;

- Aterro no reservatório: 26.320 m³;
- Escavação do acesso: 1.292 m³;
- Área de revegetação: 15.004 m²;
- Canal em concreto armado: 260 m.

Avaliação das Alternativas

De forma a comparar as alternativas propostas, as vantagens e desvantagens de cada uma foram sistematizadas no **Quadro 3-41**.

Quadro 3-41 – Comparação entre as Alternativas 1 e 2

Alternativas	Vantagens	Desvantagens
1- Wetland	• Ambientalmente e esteticamente apresenta melhor aspecto que a outra alternativa; • Menor volume de escavação e consequentemente menor volume de material a ser compactado no reservatório.	• Adequação do acesso a partir da portaria para chegada de material (enrocamento);
2- Canal na área do reservatório	• Não requer adequação do acesso a partir da portaria para chegada de material, caso o concreto seja feito no local da obra.	• Ambientalmente e esteticamente apresenta pior aspecto por causa do canal em concreto; • O canal será implantado em aterro, o que pode gerar necessidade de mais manutenções.

Desde a elaboração do Estudo de Alternativas aqui apresentado, o projeto precisou ser ajustado de forma a atender as diretrizes das legislações vigentes para barragens alteadas à montante, especialmente à Lei nº 12.334/2010 e ao Termo de Compromisso firmado pela VALE S/A com o poder público. Conforme capítulo **4. Caracterização do Empreendimento**, a intervenção realizada na B8B previu obras emergenciais em duas fases: a primeira destinada à estabilização da barragem com reforço à jusante, e a segunda voltada à remoção do alteamento e ao recobrimento do reservatório com solo compactado (LUME, 2019a; LUME, 2019b). O processo incluiu, ainda, a recomposição ambiental das áreas afetadas.

3.2.4. Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5

Conforme anteriormente informado, as obras de descaracterização do dique auxiliar da B5 já foram finalizadas. Dessa forma, o presente item apresenta discussões realizadas na etapa de projeto das obras.

Além da descaracterização, o projeto contempla a instalação de uma contenção provisória do dique auxiliar. A contenção consiste em uma estrutura em gabião, construída na crista da Barragem 5, com manta geossintética filtrante interna, de forma a conter os rejeitos provenientes de uma eventual ruptura do Dique Auxiliar existente no reservatório, evitando o galgamento do maciço da Barragem 5 pelo material mobilizado. Esse tipo de solução foi adotado anteriormente no Brasil em ensecadeiras para hidrelétricas, com alturas superiores.

Outra atividade relacionada à descaracterização do Dique Auxiliar consistiu na supressão preventiva de indivíduos arbóreos localizados na borda da estrada de acesso à estrutura. Ressalta-se que análises técnicas realizadas na área identificaram o risco de queda para tais indivíduos na via, o que poderia comprometer a segurança dos colaboradores e dos equipamentos que transitaram pela área.

No que se refere à descaracterização do dique auxiliar em si, e de acordo com o Relatório Técnico referente ao Projeto Detalhado de Descaracterização do Dique Auxiliar (RL-1850AC-X-80369), em 2018, a empresa DF+ desenvolveu um estudo de alternativas para a descaracterização do Dique Auxiliar da B5. Uma das alternativas considerava a lavra do reservatório do Dique Auxiliar, enquanto outra alternativa propunha a escavação do Dique Auxiliar e abatimento do rejeito localizado próximo ao maciço da estrutura.

As outras duas alternativas propunham o abatimento do espaldar de jusante da estrutura em conjunto com um canal de proteção longitudinal construído a montante da crista do Dique Auxiliar. A principal diferença entre estas soluções consistia no sistema extravasor. Em uma delas o maciço seria revestido com enrocamento para ser galgável, e a outra, a qual foi escolhida pela Vale para desenvolvimento do projeto detalhado, considerava a construção de extravasores auxiliares dimensionados para cheias com período de retorno de 10.000 anos.

As **Figura 3-21** e **Figura 3-22** apresentam o arranjo da solução proposta selecionada à época em planta e seção típica, respectivamente.

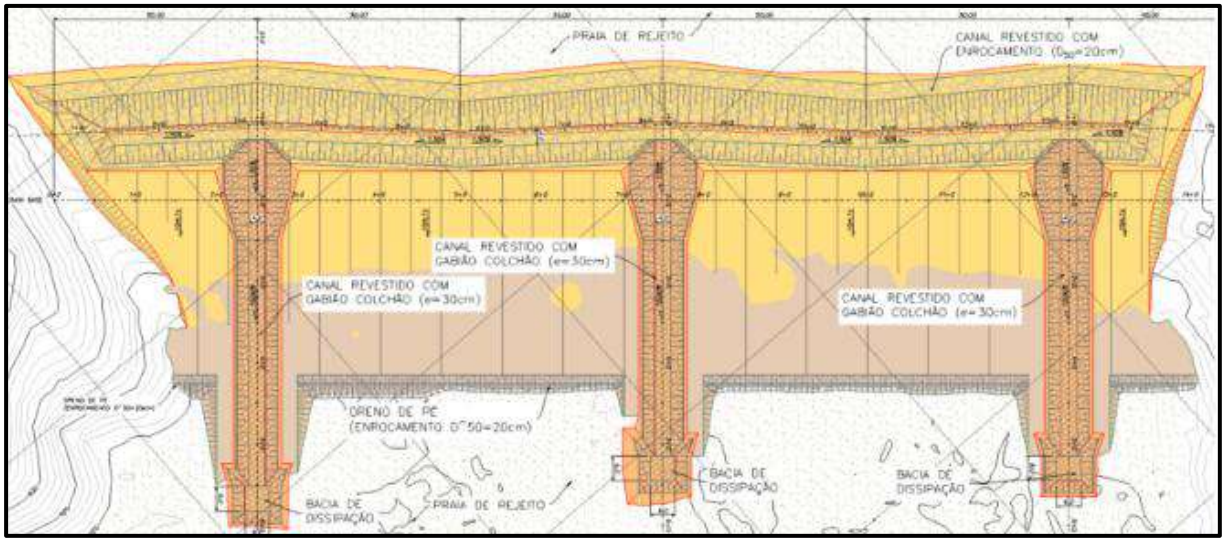


Figura 3-21 – Arranjo geral de descaracterização do Dique Auxiliar – Projeto Básico 2018.

Fonte: DF+ e Vale, 2022.

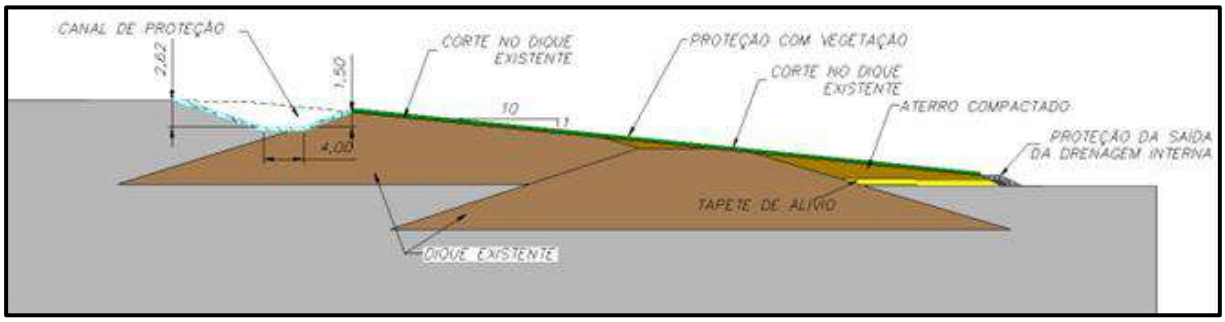


Figura 3-22 Seção típica de descaracterização do Dique Auxiliar – Projeto Básico 2018.

Fonte: DF+ e Vale, 2022.

Em 2019, a DF+ apresentou novos estudos para a descaracterização do Dique Auxiliar. A solução foi então modificada para realizar o rebaixamento do nível d'água através de valas escavadas no rejeito e de um sistema de ponteiras a vácuo. Nesta proposta, o processo de descaracterização do Dique Auxiliar seria realizado a partir da escavação de material à montante do dique, com posterior lançamento deste material à jusante da estrutura, conformando uma praia com inclinação de 2°. Contudo, devido a questionamentos sobre a eficácia do sistema de rebaixamento e a possibilidade de geração de gatilhos que induzissem o fenômeno de *flow slide*, a alternativa foi desconsiderada.

As **Figura 3-23** e **Figura 3-24** apresentam, respectivamente, o arranjo geral e uma seção típica proposta pela DF+ em 2019.

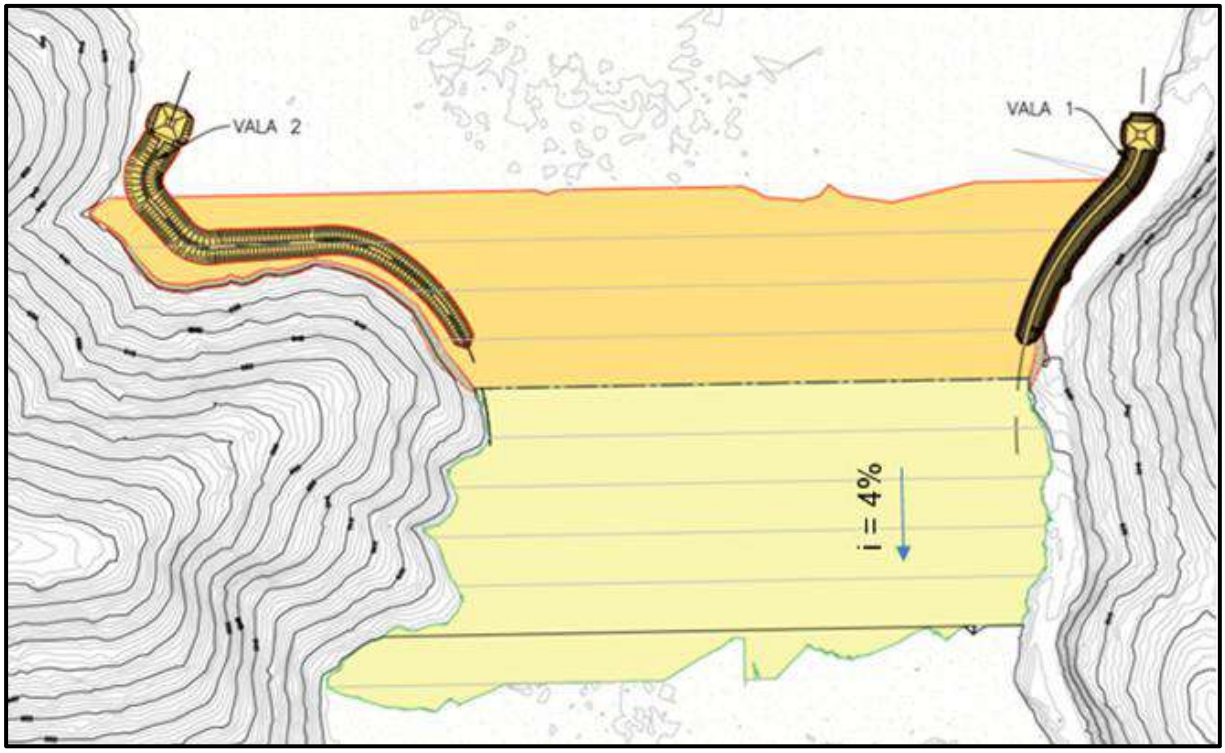


Figura 3-23 – Arranjo geral de descaracterização do Dique Auxiliar. Em laranja, material escavado. Em amarelo, material aterrado – Projeto Executivo 2019.

Fonte: DF+ e Vale, 2022.

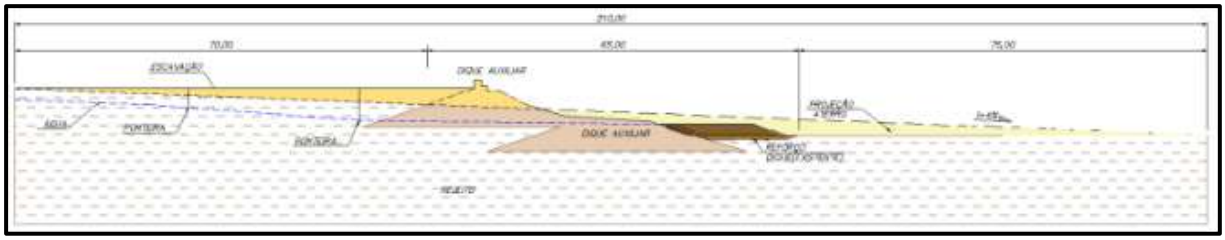


Figura 3-24 – Seção típica de descaracterização do Dique Auxiliar – Projeto Executivo 2019.

Fonte: DF+ e Vale, 2022.

Como parte integrante do projeto desenvolvido em 2019, foi elaborado um projeto de uma berma de reforço à jusante da estrutura, de forma a promover a melhoria de suas condições de estabilidade. A estrutura de reforço proposta tem aproximadamente 17,0 m de largura, 2,0 m de altura e se estende por toda estrutura. A **Figura 3-25** é apresentada a seção típica do reforço após a execução das obras.

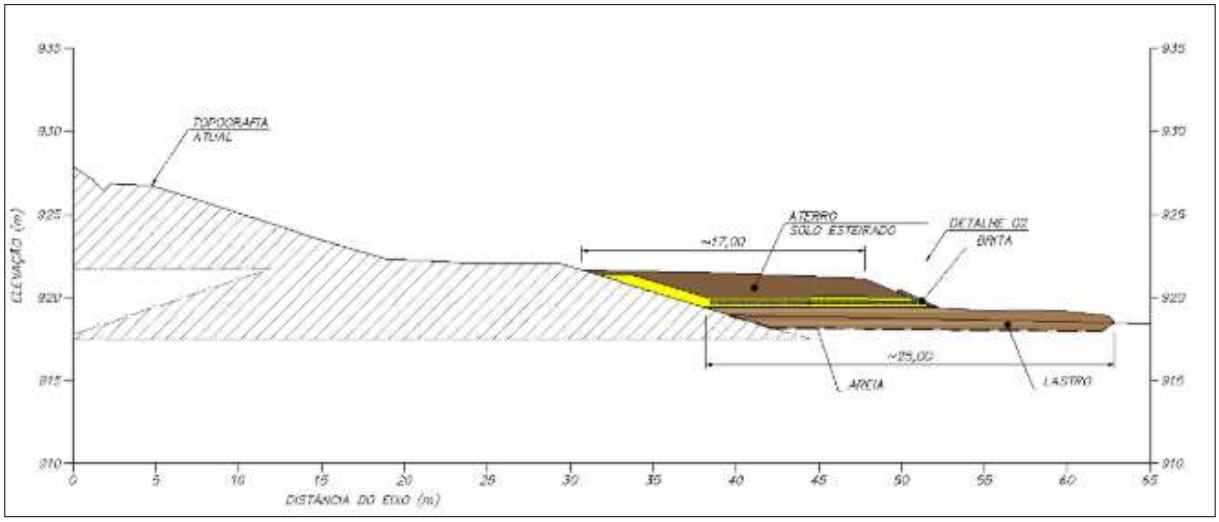


Figura 3-25 – Seção típica da berma de reforço – Projeto Executivo 2019.

Fonte: DF+ e Vale, 2022.

Outro projeto conceitual foi apresentado pela DF+ em 2021, agora considerando apenas o rebaixamento do nível d´água por valas escavadas no próprio rejeito. A solução proposta é resultado da evolução das percepções e entendimentos acerca de problemas identificados nas etapas supracitadas. Foram adotadas técnicas convencionais de rebaixamento do nível d'água, o que implica em dificuldade de acesso ao reservatório, sendo necessária a utilização de equipamentos do tipo anfíbios e o controle ainda mais rigoroso dos serviços para a descaracterização do maciço em questão.

As principais considerações que nortearam a definição da solução para a descaracterização do dique foram:

- O acesso à Barragem 5 apresenta rampas íngremes, dificultando/impedindo o tráfego de caminhões carregados. Portanto, as alternativas que necessitam de grandes movimentações de terra (de corte ou de aterro) foram preteridas;
- As regiões do reservatório próximas às ombreiras do dique encontram-se saturadas e com presença de empoçamento de água. Para garantir condições adequadas para a operação dos equipamentos a serem utilizados na descaracterização, faz-se necessário eliminar a água empoçada e controlar o direcionamento das águas pluviais;

- O nível de perturbação durante a execução das obras deverá ser o menor possível, de forma a reduzir as chances de ocorrência de gatilho para liquefação;
- Os serviços deverão ser monitorados continuamente por instrumentação geotécnica automatizada (piezômetros, medidores de nível d'água e *benchmarks*);
- A execução da obra deve possibilitar a sua paralisação imediata, no caso de atingir os limites estabelecidos no projeto para a instrumentação de campo.

A partir das considerações apresentadas, foi desenvolvido o Projeto Detalhado de Descaracterização do Dique Auxiliar, dividido em duas fases principais. A primeira fase é composta por obras que visam melhorar as condições de drenagem da estrutura, especialmente na região próxima ao barramento. A segunda fase é composta pelas atividades de escavações e aterros (com o próprio material escavado), com o objetivo de incorporar o dique auxiliar ao reservatório da Barragem 5.

As principais estruturas de drenagem previstas são:

- Vala-01 (adjacente à margem esquerda): escavada parcialmente em rejeito e parcialmente em terreno natural, onde haverá fácil acesso para os equipamentos, os quais deverão trabalhar sobre o acesso existente na ombreira esquerda. A Vala-01 será escavada com 4,0 m de profundidade (elevação 925,47 m) junto à margem esquerda do Dique Auxiliar, onde segue com inclinação nula (declividade de fundo igual a 0%) no sentido de jusante. Esta escavação poderá ser realizada com equipamento tripulado, desde que este esteja apoiado no terreno natural (acesso). Haverá um poço de bombeamento a ser instalado na região à montante da Vala-01, o qual será responsável por rebaixar o nível d'água de todo o sistema de drenagem. Os taludes da Vala-01 deverão ter inclinação 1V:1H junto ao terreno natural e inclinação 1V:3H junto ao rejeito do reservatório. A Vala-01 terá comprimento aproximado de 120 m.
- Vala-02: executada longitudinalmente e a aproximadamente 95 m de distância à montante da crista do dique com inclinação nula (declividade de fundo igual a 0%). Esta vala deverá ser escavada com 3,0 m de profundidade (elevação 926,47 m) e taludes 1V:3H. A Vala-02 será responsável por fazer a ligação entre as valas transversais e a vala da margem esquerda (Vala-01), onde será instalado o sistema de bombeamento.
- Vala-03 (longitudinal adjacente ao maciço do dique): a Vala-03 já existe junto ao dique, mas 0064everá ser aprofundada e alargada. Esta vala deverá ser inicialmente escavada com 2,0 m de profundidade (elevação 927,47 m) e taludes 1V:3H. A Vala-03 tem a função

de manter o nível d'água rebaixado na região onde os equipamentos irão transitar para empurrar o material de montante para jusante do dique:

- As escavações da Vala-03 ocorrerão em duas etapas. Na primeira etapa as valas serão escavadas até a elevação 927,47 m, sendo mantidas duas valas independentes, denominadas Vala-03A (lado esquerdo) e Vala-03B (lado direito). No segundo momento deverá ocorrer a escavação entre as duas valas de tal forma a uni-las, aprofundando toda a extensão da Vala-03 até a elevação de aproximadamente 925,67 m.

- Valas transversais (VT): executadas em toda extensão à montante do dique auxiliar, as valas transversais têm a função de manter o nível d'água rebaixado na região onde os equipamentos irão transitar para empurrar para jusante o material escavado. As valas transversais terão inicialmente 2,0 m de profundidade (elevação 927,47 m) em toda sua extensão, declividade nula e com taludes de inclinação 1V:3H. Cada vala terá comprimento aproximado de 80 m:

  - As escavações das valas transversais ocorrem em duas etapas. Na primeira, a escavação deverá ser executada em toda sua extensão com profundidade de 2,0 m, previsto na elevação 927,27 m. No segundo momento, após escavação da área entre valas até a elevação 927,27 m, a partir do ponto anteriormente definido, as escavações das valas deverão ocorrer considerando a inclinação de 4% de encontro a Vala-03.

O arranjo geral da estrutura, após a finalização das estruturas de drenagem, é apresentado na **Figura 3-26**.

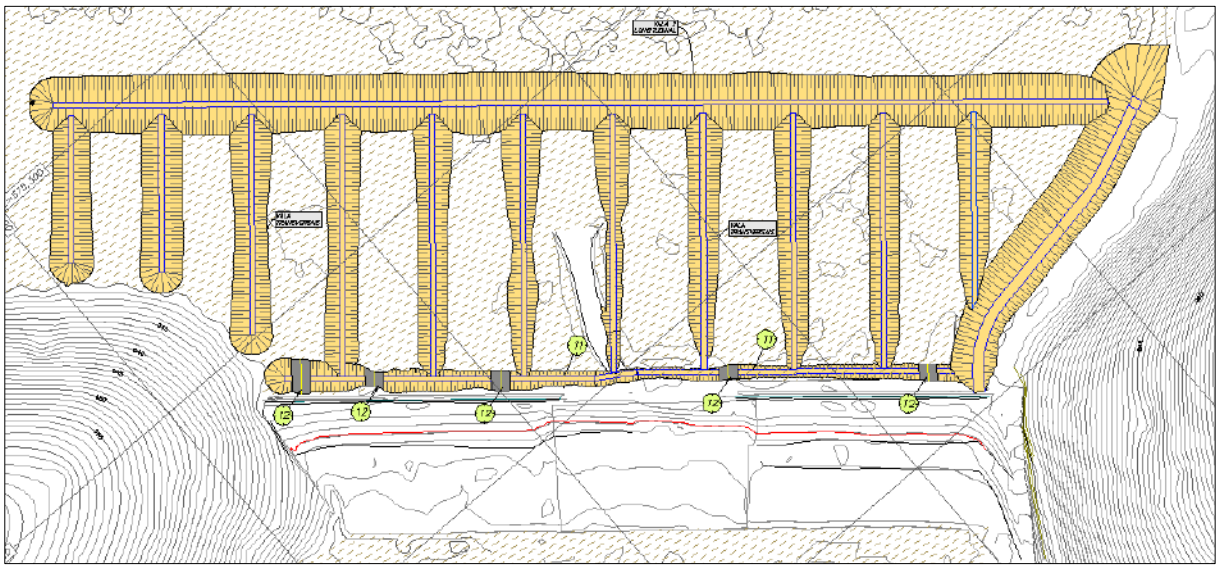


Figura 3-26 - Arranjo geral após conclusão das estruturas de drenagem.

Fonte: DF+ e Vale, 2022.

A etapa de descaracterização tem início após a finalização das obras das estruturas de drenagem. As escavações são executadas em faixas paralelas ao barramento do dique auxiliar por uma escavadeira anfíbia adequada para trafegar sobre o rejeito e são executadas de montante para jusante, entre valas transversais. A geometria final apresentará inclinação de 4% com a horizontal (~2°) e não possui função de barramento, sendo apenas uma geometria de praia com inclinação do ângulo de repouso.

Devido a influência das estruturas de drenagem provisórias e à contribuição da evaporação, espera-se o rebaixamento da linha freática e que o rejeito apresente capacidade de suporte para o trânsito de equipamentos. Contudo, caso haja dificuldade de mobilização do material escavado com tratores não tripulados, deve ser utilizado material granular (externo à obra) para a construção de acessos (aterros de conquista).

Todo o material a ser utilizado como aterro à jusante é oriundo das escavações executadas à montante. Com exceção do material escavado junto à margem esquerda do dique, os demais volumes escavados são transportados para jusante a partir de equipamentos que deverão realizar o espalhamento do material. A ordem de execução do aterro é de jusante para montante, de forma a perturbar o mínimo possível com sobrecargas a região mais próxima ao dique.

Uma seção típica e o arranjo geral da estrutura após a finalização do projeto de descaracterização são apresentados nas **Figura 3-27** e **Figura 3-28**.

Estudos desenvolvidos a partir do detalhamento do projeto indicam que a velocidade de escoamento superficial na geometria final (inclinação de 4%) é inferior àquela necessária para induzir processos erosivos. Portanto, desde que garantida a geometria indicada em projeto, não há necessidade de cobertura vegetal. Ressalta-se que mesmo com a comprovação do não surgimento de processos erosivos, tem-se a execução, de forma preventiva, de uma solução de biomanta ou similar para evitar qualquer início de processo erosivo ou mudança na turbidez da água.

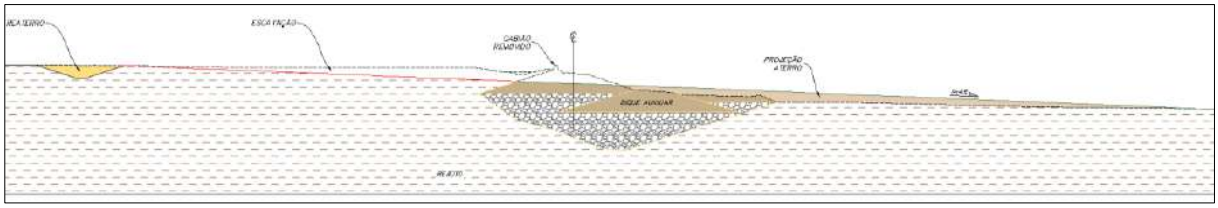


Figura 3-27 - Seção típica após a obra de descaracterização do Dique Auxiliar.

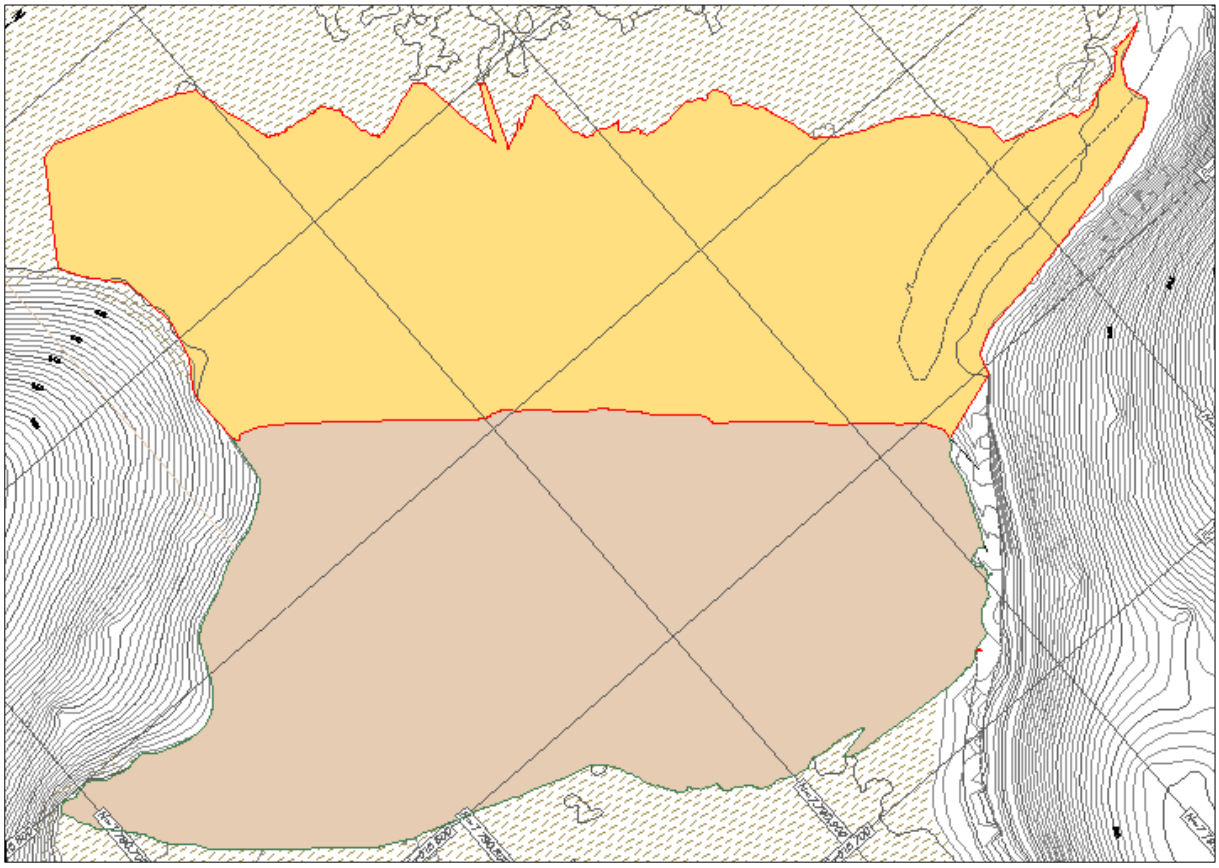


Figura 3-28 – Arranjo geral após descaracterização do Dique Auxiliar.

3.2.5. Incremento do fator de segurança (FS) da PDE Grota 3

A Barragem 6 foi construída com a função de conter os sedimentos gerados pela PDE Grota 3. Deste modo, no contexto do fechamento das estruturas operacionais e/ou geotécnicas existentes no respectivo vale como um todo, considerando toda a contribuição hídrica da bacia, associadas à descaracterização das barragens, também serão necessárias intervenções visando o fechamento das pilhas de estéril associadas a estas barragens. Isto porque, sem as estruturas de controle a jusante, há o risco de carreamento de material advindo das pilhas (VALE, 2024).

A região do platô existente no topo da PDE Grota 3 propicia um grande acúmulo de água durante os períodos chuvosos, ocasionando infiltração e percolação no maciço, influenciando diretamente no fator de segurança da pilha e na sua condição de estabilidade. A PDE Grota 3 foi construída entre 1976 e 1998, antes do advento da NBR 13.029, norma técnica referente às pilhas de estéril, de forma que seu fator de segurança, atualmente, não atende aos valores mínimos preconizados pela referida Norma (FS < 1,5). Além disso, considerando o ano de

construção da referida estrutura e, portanto, os estudos disponíveis à época, existem diversas incertezas quanto ao perfil geológico-geotécnico do maciço da pilha que apresenta histórico de rupturas superficiais durante os períodos chuvosos de maior intensidade (VALE, 2024).

A primeira etapa do projeto referente ao incremento do fator de segurança (FS) da PDEs Grota 3 contempla a adequação do platô através da realização de corte de material da porção nordeste da estrutura, além da execução de um aterro na região mais baixa do platô (**Figura 3-29**). A execução do projeto busca a regularização da superfície e a garantia do escoamento adequado da drenagem superficial para fora da área da pilha, reduzindo ao máximo a infiltração de água e favorecendo a condição de segurança da estrutura (VALE, 2024).

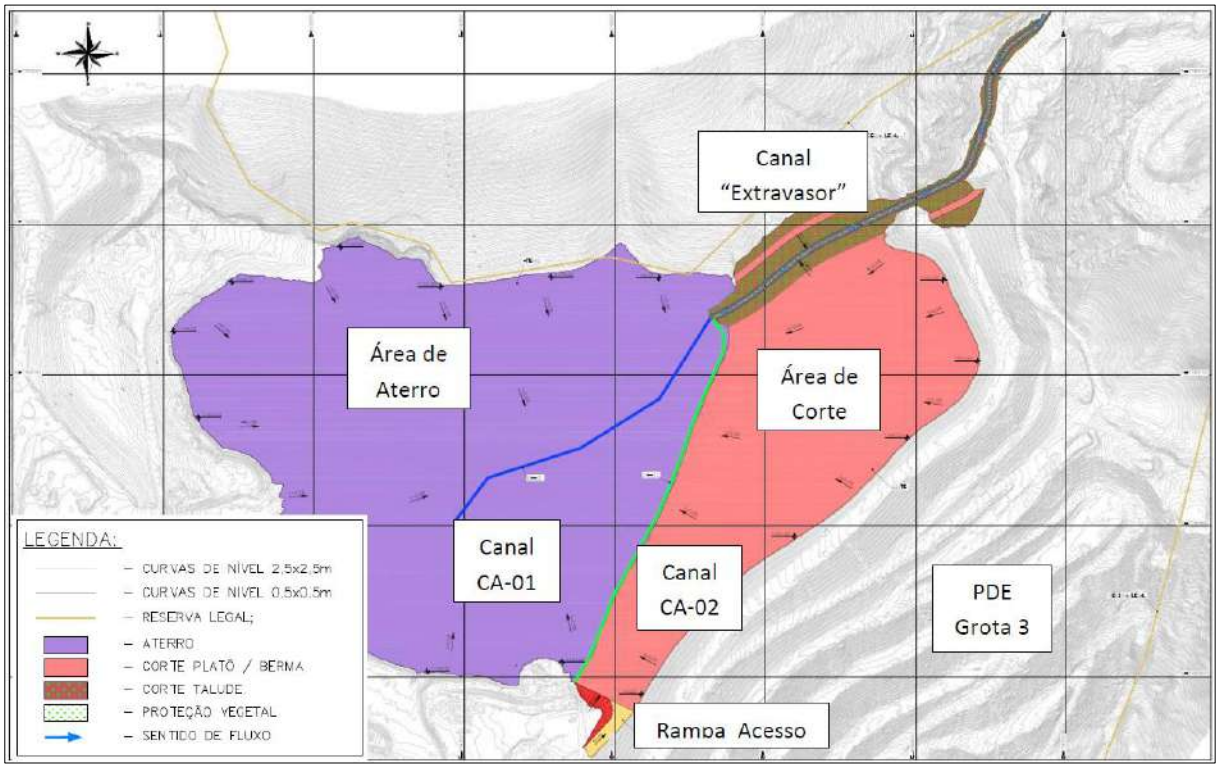


Figura 3-29 - Intervenção no platô do topo da PDE Grota 3 (Corte / Aterro).

Fonte: Vale, 2024

3.2.6. Incremento do fator de segurança (FS) da PDE Grota 2

A Barragem 7A foi construída com a função de conter os sedimentos gerados pelas PDEs Grota 2. Deste modo, no contexto do fechamento das estruturas operacionais e/ou geotécnicas existentes no respectivo vale como um todo, considerando toda a contribuição hídrica da bacia, associadas à descaracterização das barragens, também serão necessárias intervenções visando o fechamento das pilhas de estéril associadas a estas barragens. Isto

porque, sem as estruturas de controle a jusante, há o risco de carreamento de material advindo das pilhas (VALE, 2024).

Imediatamente a montante do reservatório da Barragem 7A, vizinha à PDE Grota 3, está localizada a PDE Grota 2 que, além de servir de acesso para as intervenções a serem realizadas na barragem, também passará por intervenções associadas ao seu fechamento (estabilidade física, química e ambiental).

A PDE Grota 2 foi construída entre 1985 e 1998, antes da NBR 13.029, de forma que, atualmente, seu fator de segurança não atende aos valores mínimos preconizados pela referida Norma (FS < 1,5). Além disso, a estrutura apresenta histórico antigo de rupturas e movimentações, além de surgências de água em sua porção inferior.

Em funções dessas movimentações na porção inferior da pilha de estéril, em 2018/2019 foi realizada uma obra de reforço e drenagem superficial, tendo como premissa básica o rebaixamento da superfície freática no interior do maciço, através da implantação de um dreno de fundo, garantindo a sua estabilidade física (FS > 1,5), além da captação de toda a contribuição superficial das águas pluviais com a implantação de um sistema de drenagem composto por um canal central e dispositivos periféricos interligados.

No entanto, após as chuvas extremas registradas no final do mês de janeiro de 2020 na Mina de Águas Claras, foram observadas diversas ocorrências na PDE Grota 2, tais como: pontos de escorregamentos e erosões nos taludes, canaletas de concreto danificadas e/ou assoreadas por materiais escorregados, trincas em algumas bermas, pontos de empoçamento e saturação e danos no canal periférico e paramento de enrocamento no pé da pilha.

Diante dessas questões, em 2021 foi desenvolvido um estudo de alternativas e projeto conceitual de recuperação, estabilização e fechamento da PDE Grota 2. No entanto, novas campanhas de investigações geológico-geotécnicas foram necessárias (levantamento geofísico em 2022 e campanha de sondagens em 2023), para melhorar o conhecimento em relação ao perfil geológico-geotécnico da estrutura, levando a alterações das premissas de projeto original.

3.3. ALTERNATIVA ZERO

As obras propostas para as estruturas da Mina de Águas Claras, objeto de estudo do presente EIA, visam garantir a estabilidade geotécnica das estruturas, assegurando de forma inequívoca, a proteção de pessoas, animais e recursos naturais, situados a jusante das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e Grotas 2 e 3.

A legislação vigente sobre segurança de barragens estabelece a obrigatoriedade de implantação de medidas preventivas visando à mitigação de acidentes e desastres até a completa descaracterização da estrutura, conforme disposto no § 3º do art. 18 da Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 14.066/2020). Além disso, determina-se a adoção prioritária de ações preventivas voltadas à integridade e segurança da barragem, bem como à prevenção de potenciais consequências desastrosas decorrentes de um eventual rompimento, incluindo a perda de vidas humanas e impactos ambientais, conforme previsto no art. 2º da Política Estadual de Segurança de Barragens de Minas Gerais.

Para as barragens 6 e 7A, a necessidade de tais intervenções está relacionada ainda à Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e classificação em Nível 1 de Emergência, conforme Portaria ANM nº 70.389/2017 e Resolução ANM nº 95/2022. Conforme a classificação na referida Resolução, as Barragens 6 e 7A apresentam um dano potencial associado (DPA) alto para uma eventual ruptura, em função da existência de população a jusante e por apresentar significativo impacto ambiental e alto impacto socioeconômico (**Quadro 3-42**).

Quadro 3-42 - Municípios atingidos pela mancha de inundação e principais cursos de água impactados (PAEBM, 2024)

Barragem 6	Municípios na ZAS	Nova Lima - MG
	Municípios na ZSS	Nova Lima e Raposos – MG
	Principais cursos de água impactados	Córrego Jambeiro, Córrego do Cardoso, Córrego Carrapato, Ribeirão dos Cristais, Ribeirão Água Suja, Ribeirão Cambimba, Rio das Velhas, Ribeirão da Prata (IGAM, 2008)
	Bacias hidrográficas	Rio das Velhas e São Francisco, estadual e federal, respectivamente
Barragem 7A	Municípios na ZAS	Nova Lima e Raposos – MG
	Municípios na ZSS	Nova Lima e Raposos – MG
	Principais cursos de água impactados	Córrego Jambeiro, Córrego do Cardoso, Córrego Carrapato, Ribeirão dos Cristais, Ribeirão Água Suja, Ribeirão Cambimba, Rio das Velhas, Ribeirão da Prata (IGAM, 2008)
	Bacias hidrográficas	Rio das Velhas e São Francisco, estadual e federal, respectivamente

Em relação às Pilhas de Estéreis (PDEs) Grota 2 e Grota 3, estudos técnicos indicam que o fator de segurança das estruturas está abaixo do mínimo exigido pela norma ABNT NBR 13.028/2017 (FS < 1,5), o que evidencia a necessidade de ações imediatas para mitigar o risco de ruptura e preservar a integridade física do entorno.

Já em relação à Barragem 8B e ao Dique Auxiliar B5, a execução da atividade é necessária para atendimento ao Art. 13 da Lei Ordinária 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, e o TC Descaracterização, firmado em 25 de fevereiro de 2022, entre a Vale e os entes públicos –

Ministério Público de Minas Gerais, Ministério Público Federal, FEAM e Estado de Minas Gerais (representado pela SEMAD), uma vez que se trata de estruturas construídas pelo método de montante. O TC Descaracterização prevê a obrigação da empreendedora de concluir a descaracterização das barragens citadas sob o viés da segurança da estrutura e das pessoas potencialmente impactadas.

A Lei Estadual de Minas Gerais nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, institui a Política Estadual de Segurança de Barragens (PESB) e, em seu Artigo 13, estabelece a obrigação do empreendedor em promover a descaracterização das barragens inativas de contenção de rejeitos ou resíduos que utilizem ou que tenham utilizado o método de alteamento a montante.

Diante do exposto, faz-se necessária as obras propostas, em virtude do atendimento aos requisitos legais e da necessidade de garantir a adequada segurança das estruturas. A não execução resultará na continuidade da exposição das populações a jusante e do meio ambiente ao risco geotécnico decorrente de possíveis rupturas das estruturas. A adequada descaracterização das barragens e estabilização das pilhas contribuirá para a preservação do meio ambiente, minimizando impactos e promovendo a recuperação sustentável da região.

Além disso, destaca-se que sistemas de controle ambiental serão incorporados tanto na fase de execução das obras quanto em seus monitoramento pós-conclusão, assegurando a estabilidade e integridade das estruturas durante todo o processo de descaracterização e estabilização.

3.4. ANÁLISE QUANTO AO RISCO DE SOBREVIVÊNCIA IN SITU DAS ESPÉCIES DE FLORA OFICIALMENTE AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

A análise do risco de sobrevivência *in situ* de espécies ameaçadas avalia as intervenções ou empreendimentos em áreas específicas que podem comprometer a continuidade de populações em seus habitats naturais. Essa ferramenta é essencial para subsidiar a definição de estratégias de conservação, bem como para orientar a implementação de medidas mitigadoras, visando assegurar a perpetuação das espécies.

A classificação das espécies ameaçadas leva em consideração critérios quantitativos e qualitativos, como a redução da população, a distribuição geográfica, viabilidade populacional e perda de habitat. Dentre as medidas que visam mitigar os impactos à população dessas espécies, as mais usuais são a elaboração e execução de programas de resgate de germoplasma, onde as espécies raras e ameaçadas se tornam alvo de conservação, através

de coleta de sementes e transplantio de plântulas. A criação e o monitoramento de unidades de conservação existentes também são medidas efetivas. Além disso, o próprio estudo ambiental contribui para o entendimento acerca das espécies ameaçadas e dos impactos que uma intervenção pode trazer.

Neste tópico serão apresentados os mapas de distribuição das espécies oficialmente ameaçadas de extinção e as principais causas que as levaram a esse status.

3.4.1. Araucaria angustifolia

A *Araucaria angustifolia* (araucária, pinheiro-brasileiro ou pinheiro-do-paraná) tem sua distribuição no sul e sudeste do Brasil e está classificada como Em Perigo pelo MMA (2022) e pela IUCN (2022). Apesar da ampla distribuição geográfica e presença em unidades de conservação, a espécie sofreu forte redução populacional devido à exploração indiscriminada. No entanto, por seu potencial de cultivo e capacidade de colonizar áreas abertas, não enfrenta risco iminente de extinção nas obras da MAC, sendo classificada como “Em Perigo” e não “Criticamente em Perigo” pelo CNCFLORA (2012). O portal SiBBR registra 3.369 ocorrências confirmadas com coordenadas geográficas.

3.4.2. Dalbergia nigra

A *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia) é classificada como Vulnerável pelo MMA, CNCFlora e IUCN (2022), enfrentando alto risco de extinção. Muito valorizada por sua madeira de qualidade, sofreu intensa exploração e ainda é alvo de extração ilegal. Distribui-se amplamente por várias regiões do Brasil e ocorre em unidades de conservação, o que reduz o risco imediato de extinção nas obras da MAC. Apresenta alta adaptabilidade a diferentes níveis de perturbação, fator que favorece sua preservação. Apesar da redução histórica das populações, mantém-se como “Em Perigo” e não “Criticamente em Perigo”, conforme CNCFlora (2021). O portal SiBBR registra 2.011 ocorrências com coordenadas geográficas.

3.4.3. Melanoxylum brauna

A *Melanoxylum brauna* (M. brauna) é uma árvore de grande porte, típica de florestas primárias, mas também presente em formações secundárias tardias. Ocorre na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, distribuindo-se amplamente pelas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. Classificada como Vulnerável pelo MMA (2022) e IUCN, enfrenta alto risco de extinção, agravado pelo uso intensivo de sua madeira na construção civil e fabricação de instrumentos. Apesar da redução populacional histórica, mantém populações estáveis em áreas protegidas,

e sua ampla distribuição reduz o risco de impactos das obras da MAC. O portal SiBBR registra 1.301 ocorrências com coordenadas geográficas.

3.4.4. Xylopia brasiliensis

A *Xylopia brasiliensis* é classificada como Vulnerável pelo MMA (2022) e IUCN, com ampla distribuição no sul e sudeste do Brasil e registros esparsos na Bahia e no Rio Grande do Sul. Apesar do uso de sua madeira na construção civil e de histórico declínio populacional, apresenta populações relativamente grandes, em expansão e presentes em unidades de conservação, o que reduz o risco de impactos das obras da MAC. Mantém-se na categoria "Vulnerável" devido à necessidade de controle da exploração madeireira. O portal SiBBR registra 1.021 ocorrências com coordenadas geográficas.

3.4.5. Aspidosperma polyneuron

A *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) está classificada como Em Perigo pela IUCN (2022) devido à redução populacional, mas como Quase Ameaçada pelo CNCFlora (2012) por sua ampla distribuição, elevada capacidade de regeneração e presença em unidades de conservação. Ocorre no sul, sudeste e nordeste do Brasil, com destaque para Minas Gerais, e possui alto valor madeireiro, sendo usada na construção civil e fabricação de móveis. A supressão vegetal das obras da MAC não representa risco iminente de extinção. O portal SiBBR registra 1.406 ocorrências com coordenadas geográficas.

3.4.6. Machaerium villosum

O *Machaerium villosum* (jacarandá-do-campo) é classificado como Vulnerável pela IUCN (2022), mas como Pouco Preocupante pelo CNCFlora (2023) devido à ampla distribuição no Brasil e ocorrência em unidades de conservação. Também presente na Bolívia, é valorizado por sua madeira de uso nobre. Apresenta alta resiliência a distúrbios como queimadas e cortes, adaptando-se bem a ambientes alterados e áreas de transição. Por essas características, a supressão vegetal das obras da MAC não representa risco iminente de extinção. O portal SiBBR registra 1.488 ocorrências com coordenadas geográficas.

3.4.7. Cedrela fissilis Vell

A *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) é classificada como Vulnerável pelo MMA, CNCFlora e IUCN (2022), enfrentando alto risco de extinção devido à exploração madeireira e degradação dos habitats, com declínio populacional estimado em 30% nas últimas gerações. É amplamente distribuída em todo o Brasil e em vários países da América Latina, ocorrendo em diversos

biomas e Unidades de Conservação. A espécie apresenta boa adaptação a ambientes alterados, com capacidade de regeneração natural e cultivo em sistemas agroflorestais, favorecendo sua preservação. Por isso, não está em risco iminente devido às obras da MAC e mantém a classificação de "Vulnerável". O portal SiBBR concentra dados sobre suas ocorrências confirmadas.

3.4.8. Virola bicuhyba

A *Virola bicuhyba* (bicuíba) está classificada como Em Perigo pela CNCFlora e IUCN (2022). É uma espécie endêmica da Mata Atlântica, com distribuição restrita em florestas fragmentadas do litoral brasileiro, da Bahia ao Paraná. Possui alto valor econômico para a agricultura familiar e uso na construção civil. Embora tenha sofrido declínio populacional devido à exploração madeireira e fragmentação do habitat, sua presença em várias unidades de conservação reduz o risco de extinção iminente, desde que as políticas de conservação sejam mantidas. O portal SiBBR registra 739 ocorrências com coordenadas geográficas.

3.4.9. Apuleia leiocarpa

A *Apuleia leiocarpa* (garapa) é classificada como Vulnerável pelo CNCFlora (2012) e como Menor Preocupação pela IUCN (2021). Possui ampla distribuição na América do Sul, ocorrendo em biomas como Mata Atlântica, Cerrado, Pampa e Amazônia, com populações fragmentadas e declínio populacional devido à exploração madeireira e perda de habitat. A espécie é valorizada pela madeira de alta qualidade, usada em pisos, móveis e construção civil. Está presente em diversas unidades de conservação brasileiras, o que ajuda a mitigar o risco de extinção imediato. Estudos indicam que a intervenção nas áreas de estudo não ameaça sua sobrevivência, pois a área já está degradada por atividades mineradoras. O portal SiBBR registra mais de 1.000 ocorrências georreferenciadas, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

3.4.10. Manifestação conclusiva sobre a análise realizada para cada uma das alíneas do Art. 11 da Lei Federal nº 11.428, de 2006, demonstrando que nenhuma das vedações previstas se aplicam ao empreendimento

Diante da análise detalhada de cada uma das alíneas do Art. 11 da Lei Federal nº 11.428, de 2006, verifica-se que nenhuma das vedações previstas se aplica às atividades de intervenção na MAC em questão. A avaliação realizada considerou os critérios estabelecidos na legislação, assegurando que o projeto não incorre em restrições ambientais que possam comprometer sua viabilidade.

A seguir, apresenta-se a fundamentação específica para cada uma das alíneas, demonstrando a conformidade do empreendimento com os requisitos legais:

a) abriga espécies da flora e da fauna silvestres ameaçadas de extinção, em território nacional ou em âmbito estadual, assim declaradas pela União ou pelos Estados, e se a intervenção ou o parcelamento põem em risco a sobrevivência dessas espécies;

- Considerando as obras de intervenção na MAC, será necessária a supressão de 9 espécies vegetais ameaçadas de extinção identificadas na área de intervenção pela portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Desse total, quatro (4) são classificadas como “Vulnerável (VU)” – *Xylopia brasiliensis, Apuleia leiocarpa, Dalbergia nigra e Melanoxylon braúna* –, enquanto cinco (5) são classificadas como “Em Perigo (EN)” – *Aspidosperma parvifolium, Araucaria angustifolia, Ocotea odorifera, Cedrela e Virola bicuhyba* (MMA, 2022) –, além de uma espécie imune de corte, de acordo com a Lei Estadual n° 20.308/2012, conhecida como Ipê-amarelo (*Handroanthus ochraceus*). No entanto, destaca-se que as atividades em questão não colocam em risco a sobrevivência dessas espécies.
- Todas as medidas mitigatórias necessárias serão adotadas, seguindo os protocolos ambientais estabelecidos pelos órgãos competentes, garantindo o monitoramento e a compensação ambiental adequada para minimizar os impactos à biodiversidade local. Essas iniciativas visam minimizar os efeitos negativos sobre a vegetação e assegurar a recomposição ambiental das áreas impactadas, em conformidade com as diretrizes ambientais aplicáveis.
- A supressão de indivíduos de espécies ameaçadas de extinção e endêmicas é uma medida necessária para a viabilidade das obras na MAC, visando eliminar riscos associados às estruturas e garantir a segurança ambiental e humana. Embora essas espécies possuam elevado valor ecológico, a intervenção é imprescindível para prevenir possíveis acidentes e minimizar impactos ambientais decorrentes de eventuais falhas nas estruturas.

b) exerce a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão;

- As áreas impactadas estão localizadas no interior de uma área de mineração, de forma que os remanescentes de vegetação não exercem função de proteção de mananciais diretamente. Em relação a processos erosivos, a vegetação possui importância de forma a prevenir o desencadeamento desses processos no interior da ADA. No entanto, as áreas impactadas serão objeto de PRAD com ações voltadas para o controle de processos erosivos, condução da drenagem e revegetação de taludes.

c) forma corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração;

- No interior da ADA foi identificado um remanescente de vegetação secundária em estágio avançado de regeneração próximo às barragens 6 e 7A, mais especificamente localizado ao longo de encostas mais inclinadas. No entanto, a descaracterização dessas estruturas é indispensável devido aos riscos apresentados para a segurança da população, do patrimônio e do meio ambiente, mesmo considerando as interações ecológicas relevantes na região.

d) protege o entorno das Unidades de Conservação;

- A vegetação localizada na Mina de Águas Claras não possui a função de proteção de Unidades de Conservação (UC) já que estão inseridas dentro de uma área operacional de mineração. No entanto, foram localizadas 6 UC em um raio de 3 Km da ADA. A ADA intercepta a Área de Proteção Ambiental (APA Estadual Sul RMBH), também se encontra a cerca de 730m de distância do limite e inserida na Zona de Amortecimento do Parque Municipal das Mangabeiras. Considerando o Plano de Manejo do Parque Estadual Serra do Rola Moça, pode-se concluir que a ADA também se encontra na Zona de Amortecimento desta UC. Além disso, a ADA se encontra mais próxima das seguintes áreas protegidas: Reserva Particular do Patrimônio Natural RPPN- Mata do Jambreiro (0,05 Km); Parque Estadual da Baleia (1,36km) e MONA Serra do Souza (3,02 km). Destaca-se que as atividades de intervenção na MAC são fundamentais para reduzir riscos de acidentes e desastres hídricos, protegendo a biodiversidade e os recursos naturais próximos às estruturas.

e) possui excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA.

- Não foi verificada a ocorrência de áreas reconhecidas como excepcional valorpaisagístico na ADA ou seu entorno. Com base nas informações disponíveis até o momento, não há registro oficial de que a área da Mina Águas Claras (MAC) seja reconhecida como de “excepcional valor paisagístico” pelos órgãos executivos do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente). O Plano Diretor de Fechamento da Mina, elaborado pela Vale em parceria com órgãos ambientais e urbanistas, reconhece o potencial paisagístico e ecológico da região, mas isso não equivale a um reconhecimento formal como “excepcional valor paisagístico” nos termos legais do SISNAMA. O IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais de Meio Ambiente de Minas Gerais) não indica, até o momento, nenhuma classificação específica da área como de valor paisagístico excepcional.

4. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

4.1. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

As intervenções previstas na Mina de Águas Claras (MAC), no município de Nova Lima/MG, têm como objetivo garantir a estabilidade geotécnica, a segurança operacional e o cumprimento da legislação vigente quanto à descaracterização de barragens e estabilização/fechamento das Grotas. O conjunto de ações compreende:

(i) reforço da Barragem 6;

(ii) descaracterização das Barragens 6, 7A e 8B;

(iii) incremento do Fator de Segurança (FS) das Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3;

(iv) supressão preventiva de indivíduos arbóreos com risco de queda na estrada de acesso ao Dique Auxiliar da Barragem 5;

(v) construção da contenção provisória na crista da Barragem 5;

(vi) descaracterização definitiva do Dique Auxiliar da Barragem 5.

O objetivo da **obra de reforço da Barragem 6** é assegurar sua estabilidade estrutural no curto prazo, por meio da implantação de bermas de contenção em material rochoso no talude de jusante. Essa medida é essencial para viabilizar, com segurança, as etapas seguintes de descaracterização da estrutura. A justificativa para essa intervenção está relacionada à atual condição da barragem, que se encontra com Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e classificada em Nível 1 de Emergência, conforme Resolução ANM nº 95/2022. Estudos técnicos indicam que o fator de segurança da estrutura está abaixo do mínimo exigido pela norma ABNT NBR 13.028/2017 (FS < 1,5), o que evidencia a necessidade de ações imediatas para mitigar o risco de ruptura e preservar a integridade física do entorno.

A **obra de descaracterização da Barragem 6** têm como objetivo eliminar a função de barramento da estrutura, transformando-a em uma formação geotécnica estável e ambientalmente integrada ao relevo natural. O projeto prevê o retaludamento do maciço, reconfiguração topográfica e implantação de sistemas de drenagem superficial. A justificativa baseia-se na atual condição da barragem, que se encontra com Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e classificada em Nível 1 de Emergência, conforme Resolução ANM nº 95/2022, sendo o reforço previamente citado uma etapa anterior necessária à descaracterização da estrutura. Embora a Barragem 6 não tenha sido construída pelo método a montante — sendo essa condição restrita à Barragem 8B e ao Dique Auxiliar da Barragem

5 — a estrutura apresenta DCE negativa e risco associado, caracterizando um passivo geotécnico e ambiental que deve ser eliminado como parte do processo de encerramento da mina e recuperação da área degradada.

A **descaracterização da Barragem 7A** tem como objetivo eliminar definitivamente sua função de contenção de sedimentos e promover a reintegração da área ao ambiente natural, por meio de soluções de engenharia que assegurem a estabilidade física e hidráulica da estrutura. O projeto executivo prevê retaludamento do maciço, remoção e disposição controlada dos sedimentos do reservatório, implantação de um canal principal em gabião-colchão com bacia de dissipação no vale jusante, construção de canais secundários, execução de camadas drenantes internas em material granular, além da regularização da superfície e revegetação do antigo reservatório. A barragem encontra-se atualmente com Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e em Nível 1 de Emergência, devido ao fator de segurança inferior ao mínimo normativo (FS drenado ≈ 1,35). Segundo o Projeto Executivo (RL-1850AC-X-81257, Geoestável, 2025), as intervenções previstas elevarão os fatores de segurança para valores entre 2,1 e 2,6 na condição final drenada, garantindo a estabilização definitiva da estrutura e a conformidade regulatória.

A **descaracterização da Barragem 8B** teve como objetivo eliminar o risco associado à estrutura, que foi construída pelo método de alteamento a montante e apresentava condições não drenadas em seu reservatório, o que comprometia sua estabilidade e configurava um cenário de potencial rompimento (LUME, 2019a; LUME, 2019b). Alinhado às diretrizes da legislação vigente, especialmente à Lei nº 12.334/2010 e ao Termo de Compromisso firmado pela VALE S/A com o poder público, o processo visou atender às exigências de segurança dos órgãos ambientais e reguladores (SEI/GOVMG – Ofício 112/2024; IEF – Ofício 281/2021).

A intervenção buscou reestabelecer condições ambientais e geotécnicas seguras na área, promovendo a descaracterização física, hidráulica e funcional da estrutura. Para isso, foram previstas obras emergenciais em duas fases: a primeira destinada à estabilização da barragem com reforço à jusante, e a segunda voltada à remoção do alteamento e ao recobrimento do reservatório com solo compactado (LUME, 2019a; LUME, 2019b). O processo incluiu, ainda, a recomposição ambiental das áreas afetadas e a inclusão da estrutura nas análises do presente EIA visa garantir a regularização ambiental das intervenções.

As **obras nas Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3** têm como objetivo o fechamento dessas estruturas, por meio da regularização topográfica dos platôs, implantação de sistemas de drenagem superficial e adequação de fator de segurança. Tais ações visam eliminar

condições de instabilidade que possam comprometer a segurança das barragens situadas a jusante. Considerando a interação direta entre as pilhas e as Barragens 6 e 7A, a estabilização das PDEs é fundamental para o controle integrado da segurança das estruturas do vale e para viabilizar o processo de descaracterização com a devida segurança operacional.

Diante disso, a necessidade de inclusão da **PDE Grota 2** no âmbito das obras de descaracterização e fechamento da Mina de Águas Claras (MAC) se justifica por sua conexão estrutural com a Barragem 7A, implantada para contenção dos sedimentos da pilha, e pelo seu enquadramento nas ações emergenciais da unidade (VALE, 2024), em razão do Fator de Segurança inferior ao mínimo exigido (FS < 1,5), conforme Resolução ANM nº 95/2022. Além disso, investigações realizadas em 2010 identificaram heterogeneidade geotécnica e presença de materiais finos e saturáveis na fundação. Em 2022, levantamento geofísico indicou zonas de baixa resistividade, associadas à retenção hídrica interna (AFC GEOFÍSICA, 2022), reforçando a necessidade de intervenção. (TF ENGENHARIA, 2024a; 2024b).

De forma análoga, a inclusão da PDE Grota 3 nas obras da MAC está diretamente relacionada à sua vinculação funcional e espacial com a Barragem 6, estrutura destinada à contenção dos sedimentos oriundos da pilha. ,. Embora os modelos bidimensionais (2D) de estabilidade da PDE Grota 3 tenham indicado fatores de segurança inferiores ao mínimo estabelecido pela norma técnica (FS < 1,5), as análises tridimensionais (3D) apontaram valores de FS compatíveis com os critérios de estabilidade. Essa divergência entre os modelos é reconhecida na engenharia geotécnica, uma vez que os modelos 3D conseguem representar com maior fidelidade as geometrias reais e as restrições laterais que contribuem para a estabilidade do maciço. Entretanto, na abordagem conservadora adotada para definição das obras emergenciais, foi considerado o pior cenário identificado nos estudos, ou seja, os resultados do modelo 2D. Assim, a inclusão da PDE Grota 3 no plano de intervenção está diretamente relacionada à necessidade de eliminar qualquer margem de instabilidade, sobretudo devido à sua vinculação funcional e espacial com a Barragem 6, que atua como estrutura de contenção de sedimentos provenientes da pilha.

Dessa forma, ainda que os modelos 3D não apontem fator de segurança crítico, a constatação de FS < 1,5 no modelo 2D foi determinante para a decisão técnica de fechamento da pilha, visando garantir a segurança global do sistema e atender ao princípio da precaução, conforme estabelecido nos estudos da VALE (2024) e nos relatórios da TPF ENGENHARIA (2025). Portanto, projeto de adequação da PDE Grota 3 envolve intervenções como corte e aterro no platô superior e instalação de canais de drenagem (periférico, central e extravasor), com o objetivo de promover a regularização superficial e a drenagem adequada da estrutura. Tais

medidas são o ponto inicial para reduzir o risco geotécnico da pilha, mas também para evitar sobrecarga hídrica na bacia de contribuição do vale, o que comprometeria a segurança do conjunto estrutural (TPF ENGENHARIA, 2025a; 2025b; 2025c). Assim, a inclusão da Grota 3 no presente EIA é justificada tanto por sua conexão direta com o vale quanto pelas condições técnicas que exigem sua estabilização como medida complementar e necessária à gestão de segurança do empreendimento minerário.

Em relação à **contenção provisória para a obra de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5**, o objetivo da intervenção foi a implantação de uma estrutura de contenção provisória em gabião com manta geossintética na crista da Barragem 5, com a função de garantir a segurança do maciço e das áreas adjacentes durante as obras de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5. Essa obra emergencial foi concebida com base nas recomendações técnicas do Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR – 2º Ciclo/2020, VALE, 2021c) e nos estudos de estabilidade e simulações de ruptura hipotética (*Dam Break*), que indicaram Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa e o enquadramento da estrutura em Nível 1 de emergência, conforme previsto na Resolução ANM nº 95/2022. A modelagem hidráulica demonstrou que, em caso de falha do Dique Auxiliar, haveria possibilidade de galgamento entre 6 e 7 metros sobre a crista da Barragem 5, o que justificou a necessidade de anteparo físico imediato com função de contenção de rejeitos.

Por outro lado, a **descaracterização definitiva do Dique Auxiliar da Barragem 5** teve como objetivo eliminar sua função de contenção, reintegrando-o ao relevo local e ao reservatório da Barragem 5, com implantação de soluções de drenagem superficial e reaterro controlado. A medida visou a eliminação do risco geotécnico e a remoção do passivo ambiental, em conformidade com a Lei Federal nº 14.066/2020, a Lei Estadual nº 23.291/2019 e o Decreto Estadual nº 47.749/2019, que exigem a descaracterização de barragens alteadas a montante e inativas (DF+, 2022).

A descaracterização definitiva foi estruturada em duas etapas:

- Etapa 1: Implantação de obras de drenagem provisória e sistemas de rebaixamento do nível d'água do reservatório associado ao dique;
- Etapa 2: Escavação do corpo do dique e reaterro com o próprio material em camadas controladas, visando à reconformação topográfica da área (VALE, 2022a,).

Uma vez concluídas as intervenções, a estrutura passou a ter o risco associado eliminado e sua função operacional formalmente encerrada, conforme os critérios técnicos estabelecidos na Resolução ANM nº 95/2022.

Neste contexto, a **Supressão Preventiva de Indivíduos Arbóreos da Estrada de Acesso à Barragem 5** teve o objetivo de garantir a segurança das operações, da circulação de trabalhadores, equipamentos e veículos no contexto das intervenções previstas no Dique Auxiliar da Barragem 5 na Mina de Águas Claras. A medida preventiva é respaldada por análises técnicas que identificaram árvores em risco de queda na faixa de domínio da via, representando ameaça à segurança operacional.

As informações acima estão sistematizadas no **Quadro 4-1**, que apresenta os objetivos específicos e as respectivas justificativas técnicas e legais das intervenções emergenciais contempladas no escopo do Projeto MAC – Obras Emergenciais e Descaracterização. Anexados neste estudo, encontram-se os documentos utilizados como fonte das informações apresentadas, a saber:

- Anexo 4-1: Projeto Básico – Descaracterização da Barragem 6
- Anexo 4-2: Projeto Detalhado - Barragem 7A Descaracterização - Final
- Anexo 4-3: Projeto Detalhado – Descaracterização da Barragem 8B – Consolidação da Obra e As Built
- Anexo 4-4: Relatório Técnico Fotográfico As Built – Barragem 8B
- Anexo 4-5: Projeto de Estabilização e Controle Hidrológico da PDE Grota 2
- Anexo 4-6: Levantamento Geofísico IE2D
- Anexo 4-7: Relatório Final As Is da PDE Grota 3 e Platô
- Anexo 4-8: Análise de Estabilidade 2D – PDE Grota 3
- Anexo 4-9: Análise de Estabilidade 3D – PDE Grota 3
- Anexo 4-10: Projeto Detalhado – Descaracterização do Dique Auxiliar da B5.

Quadro 4-1 – Objetivos e Justificativas das Intervenções Emergenciais nas Estruturas da Mina de Águas Claras

Estrutura	Objetivo da Intervenção	Justificativa Técnica e Legal
Barragem 6 – Reforço	Estabilizar o talude de jusante por meio de bermas em material rochoso, viabilizando com segurança a descaracterização futura.	DCE negativa e Nível 1 de Emergência (Res. ANM nº 95/2022); fator de segurança < 1,5 (ABNT NBR 13.028/2017); necessidade de mitigação de risco iminente. Etapa prévia a descaracterização da estrutura.
Barragem 6 – Descaracterização	Eliminar a função de barramento da estrutura, reconfigurando o terreno com	DCE negativa e Nível 1 de Emergência (Res. ANM nº 95/2022); fator de segurança < 1,5 (ABNT NBR 13.028/2017); necessidade de mitigação

Estrutura	Objetivo da Intervenção	Justificativa Técnica e Legal
	estabilidade e drenagem adequada.	de risco iminente. Embora não tenha sido alteada pelo método a montante, a estrutura configura passivo geotécnico a ser eliminado.
Barragem 7A – Descaracterização	Retirar a função de contenção de sedimentos e transformar a estrutura em formação geotécnica estável e integrada ao relevo.	DCE negativa e Nível 1 de Emergência (Res. ANM nº 95/2022); fator de segurança < 1,5 (ABNT NBR 13.028/2017); necessidade de mitigação de risco iminente.
PDE Grota 2 e Grota 3	Incrementar o fator de segurança das pilhas	Fatores de segurança abaixo do mínimo (FS < 1,5), de acordo com o modelo 2D; risco geotécnico associado às estruturas a jusante e necessidade de estabilização do vale.
Barragem B8B – Descaracterização	Eliminar a função de contenção com base nos documentos ambientais (PUP, PRAD, PTRF).	Estrutura alteada pelo método a montante, inativa, sujeita à descaracterização obrigatória conforme Lei Federal nº 12.334/2010 (com alterações da Lei nº 14.066/2020) e DN COPAM nº 217/2017; integração ao processo de encerramento e recuperação ambiental.
Estrada de acesso à Barragem 5 – Supressão preventiva	Obra necessária para garantir o acesso seguro ao Dique Auxiliar da Barragem 5, incluindo a retirada preventiva de indivíduos arbóreos com risco de queda.	Medida preventiva prevista no Estudo de Segurança Viária, voltada à mitigação de riscos à segurança de trabalhadores e à execução das intervenções emergenciais na estrutura
Dique Auxiliar da Barragem 5 – Atividade preliminar	Implantar estrutura emergencial de contenção provisória em gabião e geossintéticos, assegurando estabilidade mínima e controle de fluxo hídrico até a descaracterização definitiva.	DCE negativa e Nível 1 de Emergência da Barragem 5 (Res. ANM nº 95/2022); recomendação técnica constante no Relatório de Inspeção de Segurança Regular – RISR; intervenção respaldada no art. 8º do Decreto Estadual nº 48.140/2021, que autoriza ações emergenciais em estruturas críticas para controle de risco
Dique Auxiliar da Barragem 5 – Descaracterização	Eliminar a função de contenção, reconfigurar topografia e implantar drenagem.	Estrutura alteada a montante; descaracterização obrigatória conforme Lei Federal nº 12.334/2010 (alterada pela Lei nº 14.066/2020); integração ao processo de encerramento e recuperação da área minerada.

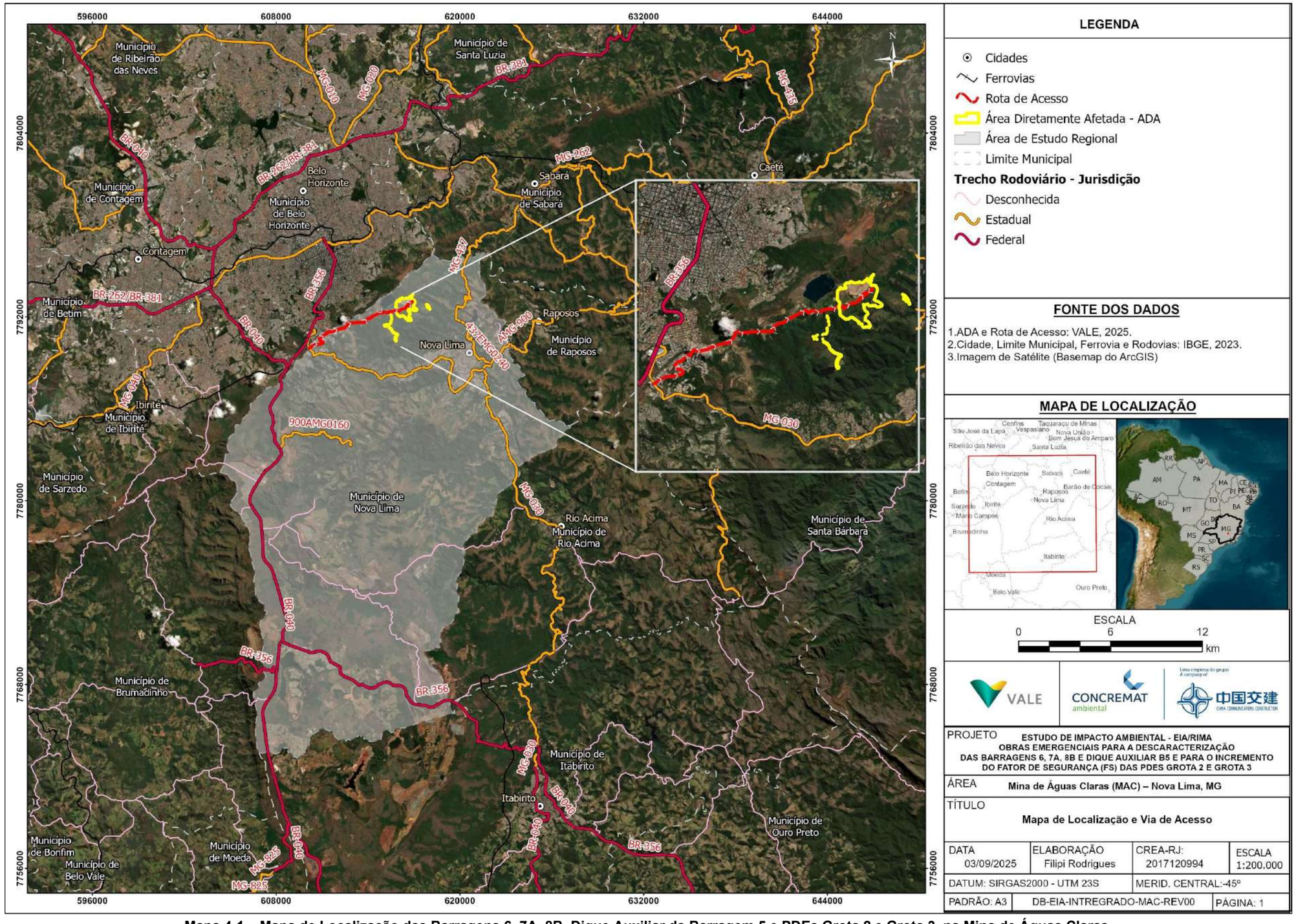
Fonte: CONCREMAT, 2025 Adaptado dos relatórios técnicos consultados

4.2. DENOMINAÇÃO DO PROJETO

Para o presente Estudo de Impacto Ambiental, o projeto foi denominado como Obras para o reforço da barragem 6, descaracterização das barragens 6, 7A, 8B, descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 e para o incremento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 – Mina de Águas Claras – Nova Lima/MG.

4.3. LOCALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

A área destinada às atividades que compõem o projeto está localizada no interior da Mina de Águas Claras (MAC), pertencente ao Complexo Minas Paralisadas Sul, no município de Nova Lima/MG (**Mapa 4-1**).



LEGENDA

- Cidades
- Ferrovias
- Rota de Acesso
- Área Diretamente Afetada - ADA
- Área de Estudo Regional
- Limite Municipal

Trecho Rodoviário - Jurisdição

- Desconhecida
- Estadual
- Federal

FONTE DOS DADOS

1.ADA e Rota de Acesso: VALE, 2025.
2.Cidade, Limite Municipal, Ferrovia e Rodovias: IBGE, 2023.
3.Imagem de Satélite (Basemap do ArcGIS)

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA
0 6 12
km

PROJETO	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA/RIMA OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3		
ÁREA	Mina de Águas Claras (MAC) – Nova Lima, MG		
TÍTULO	Mapa de Localização e Via de Acesso		
DATA 03/09/2025	ELABORAÇÃO Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA 1:200.000
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45°	
PADRÃO: A3	DB-EIA-INTREGRADO-MAC-REV00		PÁGINA: 1

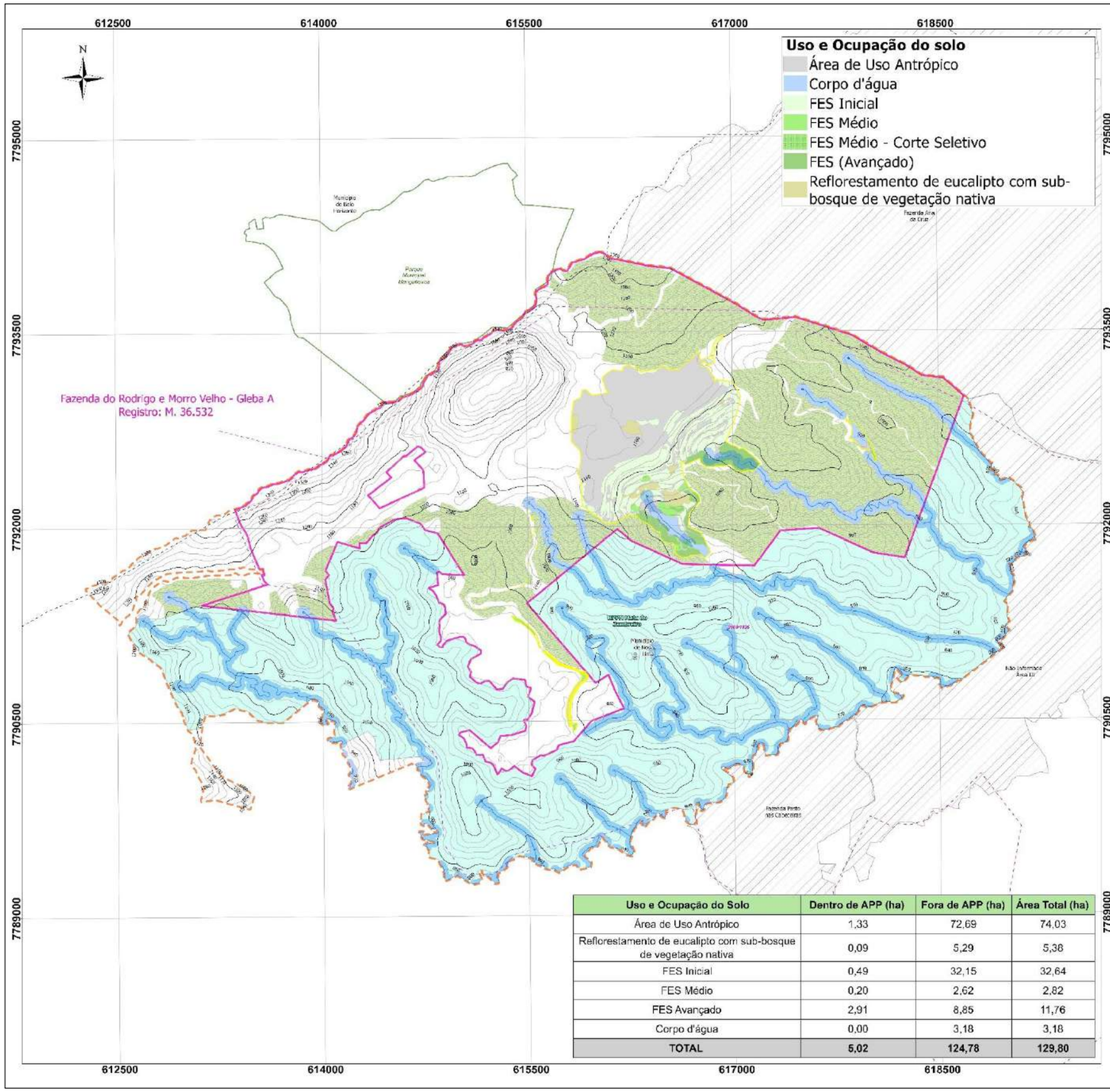
Mapa 4-1 – Mapa de Localização das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar da Barragem 5 e PDEs Grota 2 e Grota 3, na Mina de Águas Claras.

4.3.1. Propriedades

As áreas diretamente afetadas pelas obras estão inseridas em imóveis de titularidade da Vale S.A., situados no Complexo da Mina de Águas Claras, no município de Nova Lima/MG.

A regularidade fundiária das propriedades foi verificada por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR), sob o número MG3143808F2A7C562, referente ao imóvel "Águas Claras – Bloco 01", com área total de 1.859,15 hectares, inscrito também no Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF), conforme previsto na DN COPAM nº 217/2017.

A ADA se sobrepõe à Unidade de Conservação APA Estadual Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte e à Zona de Amortecimento da UC Parque Estadual da Serra do Rola Moça, e não interfere em áreas de Reserva Legal. A localização da propriedade e da ADA está apresentadas no **Mapa 4-2**.



Uso e Ocupação do Solo	Dentro de APP (ha)	Fora de APP (ha)	Área Total (ha)
Área de Uso Antrópico	1,33	72,69	74,03
Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	0,09	5,29	5,38
FES Inicial	0,49	32,15	32,64
FES Médio	0,20	2,62	2,82
FES Avançado	2,91	8,85	11,76
Corpo d'água	0,00	3,18	3,18
TOTAL	**5,02**	**124,78**	**129,80**

LEGENDA

- Nascente
- Área de Preservação Permanente - APP
- Área Diretamente Afetada - ADA (129,80 ha)
- Propriedade da ADA
- Limite da Propriedade - MG-3144805-10A4CF1BC23243CAAF55D315297AF46C
- Propriedades de Terceiros Confrontantes
- Parque Confrontante
- Reserva Particular do Patrimônio Natural (VALE)
- Reserva Legal Proposta
- ANM - Processo Minerário
- Limite Municipal

Curva de Nível - Equidistância 20 metros

- Curva Intermediária
- Curva Mestra

FONTE DOS DADOS

1.ADA, Curva de Nível, Propriedades e Reserva Legal: VALE, 2025.
2.Nascente, APP e Hidrografia: CAR, 2025.
3.Limite Municipal: IBGE, 2023.
4.ANM: ANM, 2025.
5.Parque Municipal: SISEMA, 2024.
6.Uso do Solo: Concremat, 2025.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



ESCALA
0 1 2 km

PROJETO	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA/RIMA OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3		
ÁREA	Mina de Águas Claras (MAC) – Nova Lima, MG		
TÍTULO	Planta Planialtimétrica		
DATA 18/08/2025	ELABORAÇÃO Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA 1:10.000
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45°	
PADRÃO: A0	DB-EIA-INTREGRADO-MAC-REV00		PÁGINA: 1

Mapa 4-2 – Localização das propriedades interceptadas pela ADA.

4.4. FASE DE PLANEJAMENTO

A fase de planejamento é considerada a fase prévia às atividades de descaracterização das barragens e fechamento das Grotas. A seguir, é apresentado um descritivo das ações realizadas nessa fase.

4.4.1. Levantamentos Preliminares

Previamente às atividades que compõem o projeto, foram realizados levantamentos de campo nas áreas intermediadas, referentes aos estudos precursores que forneceram uma base técnica para o desenvolvimento do projeto de engenharia relacionados às obras emergenciais na MAC. Esses levantamentos foram fundamentais para garantir que as soluções propostas no projeto de engenharia fossem fundamentadas em dados concretos, permitindo uma compreensão detalhada das condições locais antes da formulação das diretrizes de engenharia.

A fundamentação para a elaboração desses projetos é composta por investigações geológico-geotécnicas aprofundadas e pelas respectivas análises de estabilidade. As informações e os dados apresentados são extraídos dos documentos técnicos e dos projetos de engenharia disponíveis.

Salienta-se que as análises de estabilidade são executadas com o propósito de avaliar a segurança das estruturas, garantindo a conformidade com os requisitos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 13.028/2024 e pelas legislações aplicáveis.

O **Quadro 4-2** apresenta os fatores de segurança mínimos para barragens de mineração, conforme estabelecido pelo normativo técnico e legislação vigente.

Quadro 4-2 - Fatores de segurança mínimos para barragens de mineração.

Condição	Fator de segurança mínimo
Condição estática e parâmetros drenados	1,50
Condição estática e parâmetros não drenados	1,30
Condição pseudoestática e parâmetros não drenados (quando aplicável)	1,10

Fonte: ABNT NBR 13.028/2024.

Embora as PDEs não sejam classificadas formalmente como barragem de mineração, sua inclusão nas ações emergenciais da Mina de Águas Claras deve-se ao fato de que apresenta Fator de Segurança inferior a 1,5, valor mínimo exigido para condições estáticas com parâmetros drenados, conforme a ABNT NBR 13.028/2024.

Neste contexto, serão apresentados os resultados das análises de estabilidade para as condições atuais das barragens correspondentes, bem como para os cenários futuros, considerando as diferentes etapas e a execução dos respectivos projetos.

4.4.1.1. Reforço da Barragem 6

4.4.1.1.1. Investigação Geológica-Geotécnica

Para a realização do Projeto de Reforço da Barragem 6 (documentado no memorial MD-1850AC-X-00001_Rev.2 - TPF Engenharia, 2024) foi realizado um mapeamento de campo e proposta uma campanha de investigação complementar, visando a uma avaliação mais detalhada do solo transportado localizado na região do pé da estrutura, identificado nas campanhas descritas no item **4.6.1**.

A seguir, é apresentado um resumo das investigações complementares realizadas. A **Figura 4-1** ilustra a locação das investigações.

- execução de 2 sondagens a percussão e;
- 2 poços de inspeção.

A partir das investigações complementares, foi proposta uma reinterpretação das seções geológico-geotécnicas. Além disso, com base nas investigações realizadas, os parâmetros de resistência utilizados para as análises de estabilidade do Projeto de Reforço da Barragem 6 são apresentados no

Quadro 4-3.

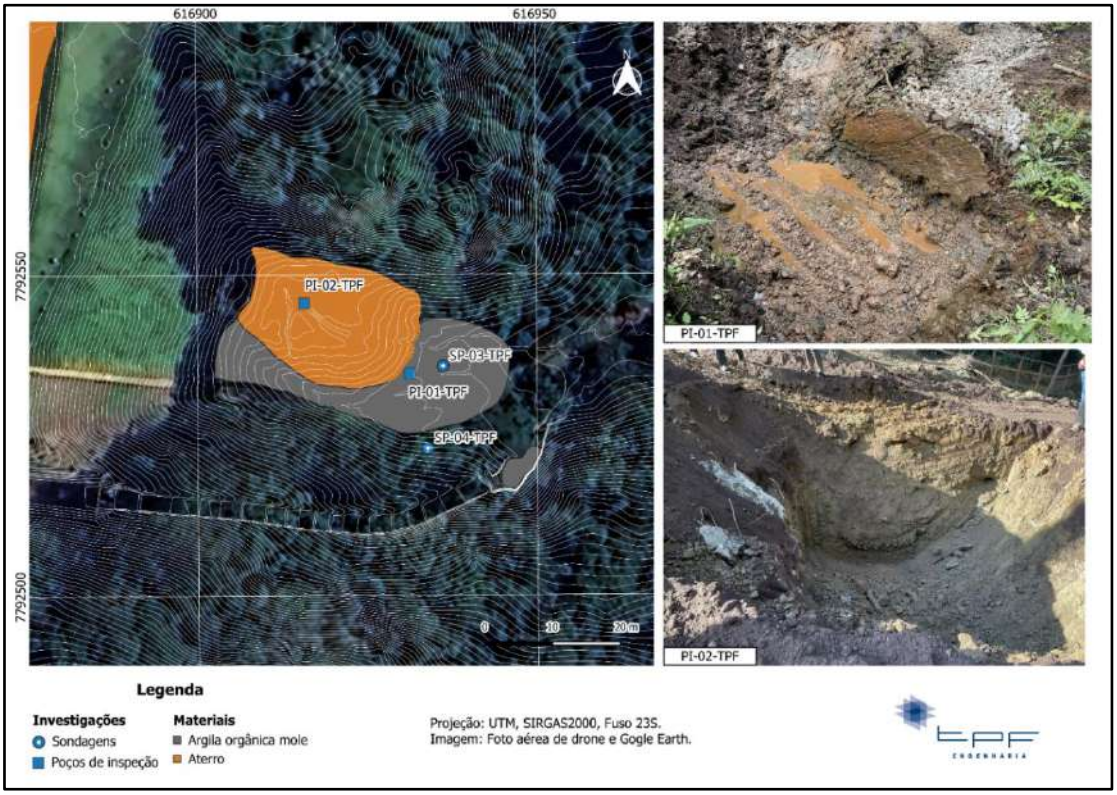


Figura 4-1 - Investigações geotécnicas realizadas para projeto de reforço da Barragem 6.
Fonte: MD-1850AC-X-00001_Rev.2 (TPF Engenharia, 2024).

Quadro 4-3 - Parâmetros de resistência dos materiais adotados no cálculo de estabilidade do Projeto Detalhado de Reforço da Barragem 6.

Material	γ (kN/m³)	Parâmetros de resistência							Fonte
		Isotrópico			Anisotrópico				
		c' (kPa)	f' (°)	Su/σ'v	c' (kPa) //	f' (°) //	c' (kPa) ⊥	f'(°) ⊥	
Aterro (barragem)	24	0	46	-	-	-	-	-	Estimado TEC3 – As Is
Sedimentos	16	-	-	0,2	-	-	-	-	Estimado TEC3 – As Is
Aterro de Filito	17	5	22	0,26 (20 kPa mín.)	-	-	-	-	Interpretação Sondagens e Bibliografia Regional
Argila com fragmento de hematita	17	3	24	0,26 (50 kPa mín.)					Interpretação Sondagens e Bibliografia Regional
Solo Residual Jovem	18	-	-	-	30	23	49	30	Ensaio Pattrol (2021) ⊥
Rocha Alterada	21	-	-	-	50	30	100	35	Estimado TEC3 – As Is
Material Rochoso	20	0	42	-	-	-	-	-	Estimado pela TPF

Fonte: MD-1850AC-X-00001_Rev.2 (TPF Engenharia, 2024).

4.4.1.1.2. Análise de Estabilidade

O documento MD-1850AC-X-00001_Rev.2 (TPF Engenharia, 2024) apresenta os detalhes das análises de estabilidade relacionadas ao projeto de reforço da Barragem 6.

Assim como as análises de estabilidade do Projeto de Descaracterização, as análises realizadas no contexto do Projeto de Reforço, considerando a configuração atual da estrutura, também apresentam fatores de segurança inferiores aos valores mínimos recomendados, tanto nas condições drenada quanto não drenada. Por outro lado, as análises de estabilidade considerando a configuração da estrutura com o reforço (**Quadro 4-4**) apresentam fatores de segurança compatíveis com os valores estabelecidos por normas técnicas.

Quadro 4-4 - Resultado das análises de estabilidades da condição de reforço da Barragem 6.

Configuração da estrutura	Seção	Método	Cenário I			Cenário II - Final de Construção	Cenário III Sismo
			Drenado	Não drenado			
			Global	Global	Local		
Reforço	B-B’	Spencer	1,54	1,54	1,74	1,48	1,18
		GLE/ Morgenstern-Price	1,54	1,53	1,67	1,48	1,22
		Sarna	1,54	1,53	1,73	-	1,22
	C-C’	Spencer	1,64	1,6	1,66	1,57	1,17
		GLE/ Morgenstern-Price	1,64	1,61	1,53	1,57	1,17
		Sarna	1,64	1,6	1,71	-	1,21
	D-D’	Spencer	1,82	1,73	2,6	1,84	1,26
		GLE/ Morgenstern-Price	1,83	1,75	2,15	1,81	1,34
		Sarna	1,79	1,76	2,6	-	1,26
FS REFERÊNCIA			1,5			1,3	1,1

Fonte: MD-1850AC-X-00001_Rev.2 (TPF Engenharia, 2024).

4.4.1.2. Descaracterização da Barragem 6

No âmbito do levantamento topográfico, foram executadas campanhas planialtimétricas com implantação de marcos de referência e geração de mapas cadastrais atualizados com curvas de nível de alta precisão. Esses produtos serviram de base para a elaboração dos desenhos técnicos do projeto e para o cálculo de volumes de corte e aterro associados às obras de descaracterização. Os dados também orientaram o posicionamento dos acessos, canais e estruturas auxiliares projetadas (GEOESTÁVEL, 2024).

Por fim, os estudos hidrológicos e hidráulicos permitiram delimitar a bacia de contribuição da Barragem 6, estimar vazões de cheia com base em séries históricas de precipitação e dimensionar os dispositivos de drenagem. A bacia contribui com área aproximada de 0,3 km², e os cálculos hidrológicos indicaram vazões críticas da ordem de 15 m³/s. Esses dados subsidiaram o projeto do canal principal de desvio e das estruturas de condução e dissipação de energia hidráulica, assegurando o adequado manejo de águas durante e após a descaracterização (GEOESTÁVEL, 2024).

As informações técnicas detalhadas sobre os levantamentos realizados, incluindo o mapeamento geotécnico, os levantamentos topográficos e os dados cadastrais, serão apresentadas no item **4 - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**.

4.4.1.2.1. Investigação Geológica-Geotécnica

Os documentos RL-1850AC-W-00008_Rev_0A e RL-1850AC-X-81168_Rev_0 (Apud GEOESTÁVEL, 2024), apresentam a consolidação do mapeamento geológico-geotécnico, além das investigações geológico-geotécnicas, para o desenvolvimento do Projeto Básico de Descaracterização da Barragem 6 (GEOESTÁVEL, 2024). Os materiais geológico-geotécnicos serão apresentados em maiores detalhes no **item 4 - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.**

Os documentos apresentam duas campanhas de investigações geotécnicas: a primeira foi realizada durante a elaboração do Projeto *As Is*, elaborado pela empresa TEC3 (RT-1850AC-X-00006 Apud GEOESTÁVEL, 2024); a segunda, no contexto do Projeto Básico de Descaracterização da Barragem 6, elaborado pela Geoestável (GEOESTÁVEL, 2024). A seguir, é apresentado um resumo das atividades realizadas em cada campanha:

- TEC3 - Projeto As Is (2021/2022): execução de 6 sondagens mistas, 1 poço de investigação, 2 coletas de amostra indeformada (por amostrador Denison) de filito e coleta de amostra deformada do maciço da barragem, para ensaios de caracterização e

resistência, além de 39 ensaios de permeabilidade. As investigações foram realizadas pelas empresas Pattrol e Chammas;

- Geoestável - Projeto Básico de Descaracterização (2023/2024): execução de 3 sondagens mistas, 4 sondagens destrutivas (para instalação de instrumentos), 4 sondagens percussivas, 5 sondagens a trado, 2 SCPTU, 2 Vane Test, 4 coletas de amostras indeformadas por amostrador Denison, e 4 coletas de amostras deformadas, para caracterização e ensaios de resistência. As investigações foram realizadas pelas empresas Pattrol e Fonntes.

A **Figura 4-2** apresenta a planta de localização das investigações realizadas na região da Barragem 6 para o projeto de descaracterização.

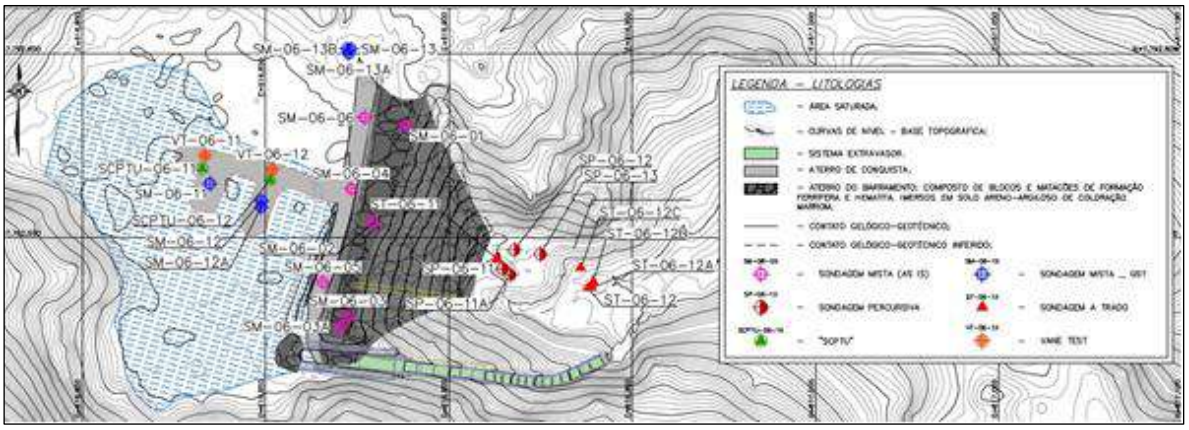


Figura 4-2 - Investigações geotécnicas realizadas.

Fonte: 1850AC-W-00021 e RL-1850AC-X-81171_Rev_1 (apud Geoestável, 2024).

Com base na análise dos resultados das investigações geotécnicas, foram definidos os parâmetros geotécnicos dos materiais a serem utilizados nas análises do projeto de descaracterização da Barragem 6, conforme detalhado no **Quadro 4-5**.

Quadro 4-5 - Parâmetros geotécnicos a adotados no Projeto Básico de descaracterização da Barragem 6.

Material		γ (kN/m³)	Parâmetros de resistência								Fonte/Observações
			Isotrópico				Anisotrópico				
			c'(kPa)	f'(°)	cu(kPa)	Su/σ'v	c'(kPa)//	f'(°)//	c'(kPa)⊥	f'(°)⊥	
Aterro		20	0	34	-	-	-	-	-	-	Análise de estabilidade para parâmetro de resistência do aterro obtido a partir da consideração conservadora de FS próximo a 1 (RL-1850AC-X-81012)
			0	46	-	-					"As Is". (RT-1850AC-X-00006)
Sedimentos reservatório		20	-	-	-	0,22	-	-	-	-	Vane Test e SCPTu; Mesri (1975)
Sedimentos Jusante	Não drenado	18	-	-	5	0,22	-	-	-	-	Inferido pela Geoestável e Mesri (1975)
	Drenado		5	24	-	-	-	-	-	-	Inferido pela Geoestável
Aluvião	Não drenado	16	-	-	5	0,22	-	-	-	-	Inferido pela Geoestável e Mesri (1975)
	Drenado		5	24	-	-	-	-	-	-	Inferido pela Geoestável
Saprólito de Filito		18	-	-	-	-	-	28	0	34	Interpretação de ensaio conforme "As Is" (Projeto Conceitual, reapresentado)
Colúvio/elúvio		18	10	34	-	-	-	-	-	-	Inferido pela projetista. Sugere-se campanha de amostragem e ensaio
Área de Disposição de Material Excedente		18	0	24	-	-	-	-	-	-	Inferido pela Geoestável. Valores abaixo dos usualmente adotados em pilhas de estéril (c'=10kPa e □''=30°).
Rocha Filito		21	Infinite Strength				-	-	-	-	Inferido pela Geoestável, uma vez que não é um elemento crítico para a estabilidade física da barragem
Enrocamento		20	Envoltória Inferior de Leps (1970)		-	-	-	-	-	-	Inferido pela Geoestável. Aceito pela comunidade técnica dada o enorme esforço necessário para ensaiar este tipo de material.

Fonte: RL-1850AC-X-81171_Rev_1 (Geoestável, 2024).

4.4.1.2.2. Análise de Estabilidade

O projeto de descaracterização da Barragem 6 foi desenvolvido pela empresa Geoestável e documentado nos relatórios RL-1850AC-X-81171_Rev_1 e RL-1850AC-X-81169_Rev_1 (Apud Geoestável, 2024). Vale ressaltar que, segundo os documentos citados foram avaliados quatro cenários em relação à estabilidade do projeto:

- Cenário 1 – Condição para projeto, antes da implantação (considerando os parâmetros de resistência do aterro da barragem interpretados pelo “As Is” e pelo EoR da estrutura);
- Cenário 2 – Implantação do sistema de rebaixamento do nível d’água (jusante) para as escavações (considerando os parâmetros de resistência do aterro da barragem interpretados pelo “As Is” e pelo EoR da estrutura);
- Cenário 3 – Execução das escavações para remoção do material mole a jusante e parcela do maciço da barragem e reservatório (considerando os parâmetros de resistência do aterro da barragem interpretados pelo “As Is” e pelo EoR da estrutura);
- Cenário 4 – Obra do canal principal concluída (considerando os parâmetros de resistência do aterro da barragem interpretados pelo projeto conceitual, e considerando-se que o fator de segurança estaria próximo de 1,00, o projeto de descaracterização a ser implantado deve garantir que a estrutura opere na fronteira mais crítica de seu possível comportamento).

O **Quadro 4-6** apresenta os resultados do estudo, evidenciando que a condição atual da Barragem 6, denominada como “Condição para projeto”, apresenta fatores de segurança inferiores aos valores mínimos recomendados nas condições drenada e não drenada.

Quanto às análises de estabilidade relacionadas às obras de descaracterização, destaca-se que os resultados para os Cenários 2 (rebaixamento do NA) e 4 (obra concluída) atendem os valores mínimos estabelecidos por normativos. No entanto, em relação ao Cenário 3, que consiste na remoção do material a jusante da barragem e escavação de parcela do maciço da barragem e do reservatório, cabem ressalvas.

Conforme o Projeto Básico (Geoestável, 2024) o fator de segurança do Cenário 3 atendeu aos requisitos normativos quando considerada a escavação em duas frentes — uma na região do pé da barragem e outra no maciço com o reservatório — conforme ilustrado na **Figura 4-2**. Na hipótese de escavação restrita à região do pé da barragem, o fator de segurança não atingiria o valor mínimo exigido (**Figura 4-3**). Diante disso, o Projeto Básico ressalta que o faseamento executivo da obra deverá ser especificado no projeto detalhado.

Quadro 4-6 - Resultado das análises de estabilidades do Projeto de Descaracterização da Barragem 6.

Cenário	Condição	Método Utilizado	FS obtido	FS de referência
1	Condição drenada para projeto (condição atual)	Spencer	1,45	1,50
		GLE/ Morgenstern-Price	1,43	1,50
		Sarna	1,47	1,50
	Condição não drenada para projeto (condição atual)	Spencer	1,22	1,50
		GLE/ Morgenstern-Price	1,21	1,50
		Sarna	1,23	1,50
2	Condição drenada considerando rebaixamento do NA no pé da barragem	Spencer	1,48	1,30
		GLE/ Morgenstern-Price	1,49	1,30
		Sarna	1,48	1,30
3	Condição drenada considerando rebaixamento do NA no pé da barragem e escavação do pé	Spencer	1,25	1,30
		GLE/ Morgenstern-Price	1,25	1,30
		Sarna	1,25	1,30
	Condição drenada considerando rebaixamento do NA no pé da barragem e escavação do pé, maciço e reservatório	Spencer	1,37	1,30
		GLE/ Morgenstern-Price	1,37	1,30
		Sarna	1,37	1,30
4	Obra Concluída – Condição final Não Drenada	Spencer	1,75	1,50
		GLE/ Morgenstern-Price	1,75	1,50
		Sarna	1,75	1,50
	Obra Concluída – Condição final Não Drenada, com solicitação sísmica (sismo para baixo)	Spencer	1,21	1,10
		GLE/ Morgenstern-Price	1,21	1,10
		Sarna	1,21	1,10
	Obra Concluída – Condição final Não Drenada, com solicitação sísmica (sismo para cima)	Spencer	1,15	1,10
		GLE/ Morgenstern-Price	1,13	1,10
		Sarna	1,15	1,10
	Obra Concluída – Condição final Extrema	Spencer	1,05	1,00
		GLE/ Morgenstern-Price	1,07	1,00
		Sarna	1,07	1,00

Fonte: (Geoestável, 2024).

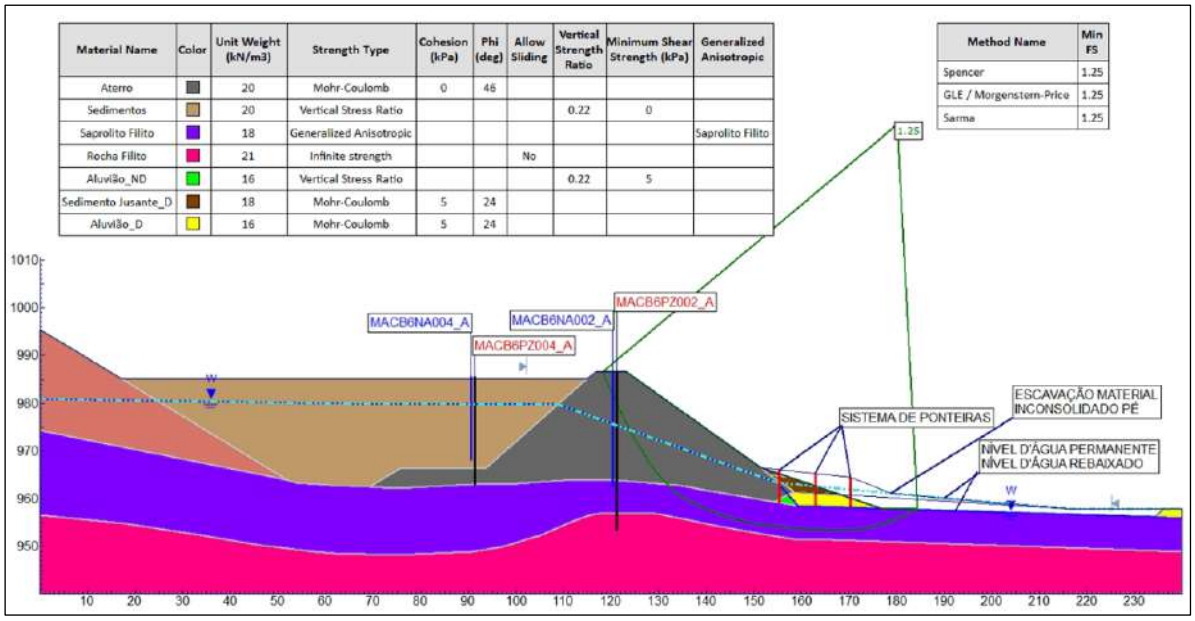


Figura 4-3 - Análise de estabilidade do Cenário 3, considerando a escavação de material no pé da barragem.

Fonte: (Geoestável, 2024).

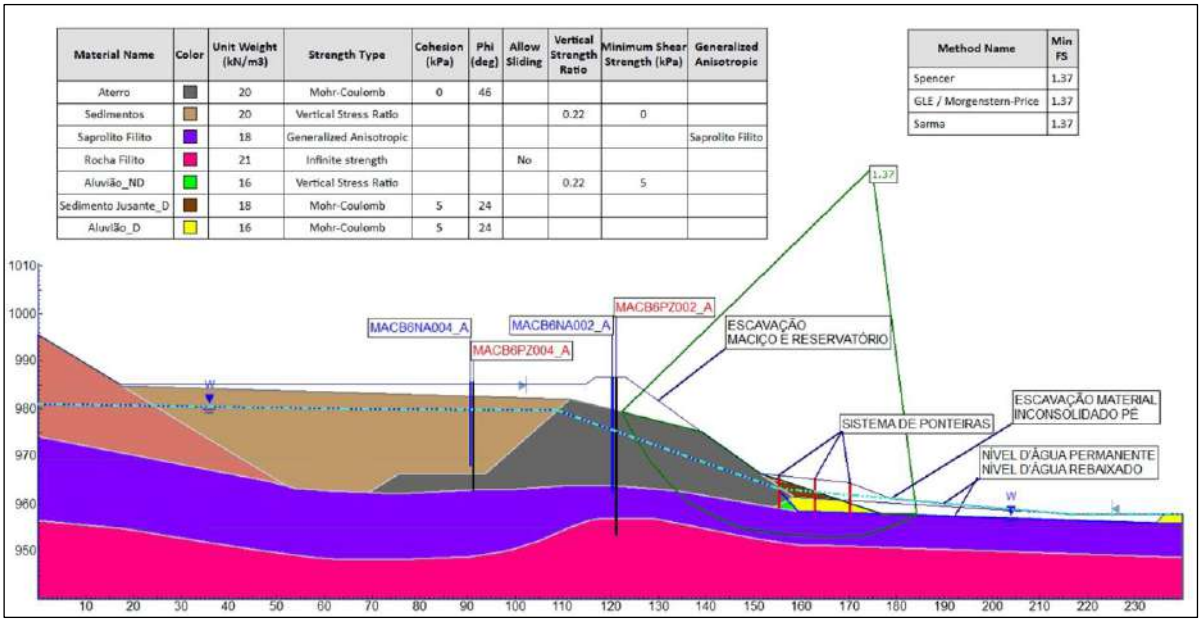


Figura 4-4 - Análise de estabilidade do Cenário 3, considerando a escavação de material no pé da barragem e de parcela do maciço da barragem e do reservatório.

Fonte: (Geoestável, 2024).

4.4.1.3. Descaracterização da Barragem 7A

A caracterização hidrogeológica e sedimentológica da Barragem 7A foi revisada no Projeto Executivo (RL-1850AC-X-81257, Geoestável, 2025). O modelo conceitual de fluxo subterrâneo confirma a drenança pelas ombreiras e o aporte hídrico proveniente do lago da cava da Mina de Águas Claras e da Pilha de Estéril Grota 2. Esse regime de recarga condiciona a necessidade de rebaixamento temporário do nível d'água e o direcionamento superficial por canal de drenagem, não sendo prevista a eliminação integral das contribuições subterrâneas.

Os estudos sedimentológicos, baseados em sondagens mistas e ensaios laboratoriais, identificaram materiais inconsolidados de baixa resistência mecânica, com predominância silto-argilosa e índices de plasticidade elevados. Os sedimentos foram classificados como não perigosos e não inertes (Classe IIA), e esse enquadramento fundamentou as soluções de engenharia: escavação e disposição controlada em Áreas de Disposição de Material Excedente (ADME) no topo da PDE Grota 2 e no pé da barragem, além da execução de camadas de transições granulométricas (areia, brita 0, brita 3 e enrocamento).

4.4.1.3.1. Investigação Geológica-Geotécnica

As investigações compreenderam sondagens a trado, mistas e de simples reconhecimento, ensaios de permeabilidade, análises granulométricas e mapeamentos de campo. O modelo geológico-geotécnico foi atualizado em 2024, incorporando dados de descontinuidades estruturais de tendência NE–SW (~130/65) e mergulhos entre 49° e 84°, mais horizontais que as premissas iniciais, permitindo a elaboração de modelo numérico mais retilíneo e compatível com as boas práticas.

Os parâmetros de resistência e permeabilidade dos materiais foram consolidados no RL-1850AC-X-81253 (Geoestável, 2025), que serviu de base para as análises de estabilidade. O **Quadro 4-7** apresenta os resultados das campanhas de investigação geotécnica utilizada para o projeto executivo.

Quadro 4-7 - Parâmetros geotécnicos a adotados no Projeto Básico de Descaracterização da Barragem 7A

Material	γ (kN/m³)	Resistência (c', φ', Su/σ'v)	Permeabilidade (k; Ky/Kx)	Fonte/Observações
Aterro	20	c'=0; φ'=34° (conservador) / φ'=46° ("As Is")	k ≈ 10^{-7} m/s; Ky/Kx=1	Retroanálise; "As Is"
Sedimentos reservatório	20	Su/σ'v = 0,22	k ≈ 10^{-8} m/s; Ky/Kx=1	Vane Test; SCPTu
Sedimentos a jusante	18	c'=5; φ'=24°	k ≈ 10^{-7} m/s; Ky/Kx=1	Inferido Geoestável
Saprólito de filito	18–19	anisotrópico: φ'//=28°; φ'⊥=34°	k ≈ 10^{-6} m/s; Ky/Kx=anisotrópico	Ensaios "As Is"; Barragem 6
ADME	18	c'=0; φ'=24°	k ≈ 10^{-7} m/s	Conservador; abaixo dos valores típicos
Rocha filito	21	resistência infinita	–	Não crítico para estabilidade global
Enrocamento	20–25	φ'=38° (Leps, 1970)	k ≈ 10^{-1} m/s; Ky/Kx=1	Aceito pela prática

Fonte: RL-1850AC-X-81253 (Geoestável, 2025).

4.4.1.3.2. Análise de Estabilidade

As análises de estabilidade foram conduzidas conforme os critérios da ABNT NBR 13.028/2024 e da Resolução ANM nº 95/2022 (alterada pela 130/2023), considerando fatores de segurança mínimos de 1,30 para taludes temporários, 1,50 para condição final drenada e 1,10 para solicitações sísmicas.

Os resultados apontam que a condição atual da Barragem 7A apresenta fatores de segurança drenados da ordem de FS ≈ 1,35, abaixo do valor de referência. Com a implantação do sistema de rebaixamento e das escavações, os valores atendem ao mínimo exigido (FS ≈ 1,30). Após a execução do projeto de descaracterização e a conclusão do canal principal, os fatores de segurança finais foram significativamente elevados, alcançando FS ≈ 2,6 na condição drenada e FS ≈ 1,8 sob solicitação sísmica, assegurando a estabilidade da estrutura.

O **Quadro 4-8** apresenta os resultados do estudo utilizados para o projeto executivo proposto.

Quadro 4-8 - Resultado das análises de estabilidades para os cenários do projeto de descaracterização da Barragem 7A.

Cenário	Condição	Método	FS obtido	FS de referência
1	Condição atual drenada	Spencer / GLE / Sarma	1,35–1,37	1,50
2	Rebaixamento do NA no pé da barragem	Spencer / GLE / Sarma	1,35–1,37	1,30
3	Escavação do pé + maciço + reservatório	Spencer / GLE / Sarma	1,31–1,36	1,30
4	Obra concluída – drenada	Spencer / GLE / Sarma	2,12–2,60	1,50
4	Obra concluída – não drenada (sísmica)	Spencer / GLE / Sarma	1,39–1,84	1,10
4	Obra concluída – extrema	Spencer / GLE / Sarma	1,14–1,41	1,00

Fonte: RL-1850AC-X-81257 (Geoestável, 2025).

4.4.1.4. Descaracterização da Barragem 8B

Destaca-se que a descaracterização da Barragem 8B já foi executada em 2019. Os documentos RL-1850AC-X-80080 (DF+, 2020) e RL-1850AC-X-80079 (DF+, 2020) apresentam, respectivamente, o projeto As Built e o relatório fotográfico de obras e pós-obras. De acordo com o Reporte Trimestral de Descaracterização de Barragens (ANM, 2021), referente ao mês de novembro de 2021, a descaracterização da Barragem 8B foi aprovada pela ANM. Ressalta-se ainda que a estrutura foi oficialmente descadastrada do Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM) em fevereiro de 2020 (ANM, 2021).

Para embasar as intervenções previstas na descaracterização da Barragem 8B, foram realizados os seguintes levantamentos técnicos e ambientais:

- Caracterização geotécnica e estrutural da barragem, considerando a tipologia construtiva, características de fundação, alteamento e sistema de drenagem, conforme os estudos de engenharia elaborados pela DF+ Engenharia, responsáveis pelo projeto técnico da descaracterização (DF+, 2019 apud LUME, 2019a).
- Estudo de fauna e flora, com levantamento quali-quantitativo da vegetação, caracterização fitossociológica, identificação do estágio sucessional e resgate de fauna.
- Avaliação da importância ecológica da área, com destaque para sua inserção em áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, incluindo zonas de relevância extrema

para a avifauna, mastofauna e herpetofauna, conforme critérios do Ministério do Meio Ambiente (MMA) aplicados no estudo (LUME, 2019b).

- Levantamento hidrográfico e avaliação de drenagem, considerando a bacia de contribuição da barragem, os dispositivos de drenagem existentes e o escoamento superficial, fundamentais para o dimensionamento dos reforços estruturais e reconformações topográficas previstas (LUME, 2019b).

Esses levantamentos subsidiaram a elaboração dos planos ambientais (PRAD, PTRF e PUP), bem como o comunicado de início das obras emergenciais aos órgãos ambientais, conforme previsto na Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.905/2013 (LUME, 2019b).

4.4.1.4.1. Investigação Geológica-Geotécnica

O relatório RL-1850AC-X-80068 (DF+, 2019) apresenta a consolidação dos dados geológico-geotécnicos de ensaios de campo e laboratório da Barragem 8B, sendo descritas duas campanhas de investigação geotécnica:

- Geobrito (2013): execução de 16 sondagens percussiva e 3 sondagens mistas;
- DF+ – Projeto de Descaracterização (2019): execução de 3 coletas de amostras, por amostrador Shelby, para realização de ensaios de caracterização e resistência em laboratório, além de 2 ensaios CPTu. As investigações foram realizadas pela empresa Chammas.

A **Figura 4-5** apresenta locação das investigações, em planta.



Figura 4-5 - Planta com a locação das investigações e seções.

Fonte: RL-1850AC-X-80068 (DF+, 2019).

A definição dos parâmetros de resistência está apresentada no **Quadro 4-9**. Na estimativa dos parâmetros de resistência levou-se em consideração resultados de ensaios de campo (CPTu e SPT) e ensaios laboratoriais (ensaios de caracterização, triaxiais, adensamento etc.).

Quadro 4-9 - Parâmetros de resistência dos materiais adotados no cálculo de estabilidade do Projeto de Descaracterização da Barragem 8B.

Material	γ (kN/m³)	Parâmetros de resistência			Parâmetros de permeabilidade	
		c' (kPa)	f' (°)	Su/σ'v	k (m/s)	Ky/KX
Maciço inicial (Solo Compactado)	20	12	34	-	8,0.10-7	1,0
Sedimento sob o alteamento	20	nula	23	0,20	7,0.10-8	1,0
Alteamento à montante	20	13	30	-	3,0.10-7	1,0
Solo Residual	19	10	31	-	4,0.10-7	1,0
Saprólito	19	30	30	-	1,0.10-6	1,0

Material	γ (kN/m³)	Parâmetros de resistência			Parâmetros de permeabilidade	
		c' (kPa)	f' (°)	Su/σ'v	k (m/s)	Ky/KX
Rocha	19	30	30	-	1,0.10-6	1,0
Canga	30	nula	35	-	1,0.10-5	1,0
Camadas de Transição	22	nula	38	-	1,0.10-1	1,0
Enrocamento	25	nula	38	-	1,0.10-1	1,0

Fonte: RL-1850AC-X-80068 (DF+, 2019)

4.4.1.4.2. Análise de Estabilidade

O documento RL-1850AC-X-80067 (DF+, 2019) apresenta os detalhes das análises de estabilidade relacionadas ao projeto de descaracterização da Barragem 8B. O **Quadro 4-10** resume a resposta das estruturas em diferentes condições, abrangendo a condição pré-descaracterização, a etapa de execução, além da condição final, com e sem sismo, e considerando rebaixamento rápido. Destaca-se que na situação pré-descaracterização os fatores de segurança mínimos não eram atendidos.

Quadro 4-10 - Resultado das análises de estabilidade da Barragem 8B.

Etapa/Situação	Condição analisada	Mecanismo de ruptura	Superfície de ruptura	FS obtido	FS de referência
Atual	Condição Drenada	Circular	Ruptura global	1,44	1,5
	Condição Não Drenada	Circular	Ruptura global	1,43	1,5
Durante a Execução	Condição Drenada	Circular	Ruptura global	2,33	1,3
	Condição Não Drenada	Circular	Ruptura local / global	1,73	1,3
Final	Condição Drenada	Circular	Ruptura global	1,64	1,5
	Condição Não Drenada	Circular	Ruptura global	1,64	1,5
	Condição Não Drenada	Planar (otimizada)	Ruptura global	1,63	1,5
Final com Sismo	Condição Não Drenada	Circular	Ruptura global	1,10	1,1

Etapa/Situação	Condição analisada	Mecanismo de ruptura	Superfície de ruptura	FS obtido	FS de referência
Rebaixamento Rápido	Condição Não Drenada	Circular	Ruptura global Montante	1,26	1,1
	Condição Não Drenada	Planar (otimizada)		1,20	1,1
	Condição Não Drenada	Circular	Ruptura global Jusante	1,66	1,1
	Condição Não Drenada	Planar (otimizada)		1,61	1,1

Fonte: RL-1850AC-X-80067 (DF+, 2019).

4.4.1.5. PDE Grota 2

A avaliação da estabilidade da PDE Grota 2 foi baseada em um conjunto de investigações realizadas entre os anos de 2010 e 2022, as quais permitiram caracterizar a geologia, os materiais constituintes, os parâmetros geotécnicos e a resposta da estrutura em condições de saturação. Essas investigações se mostraram fundamentais para a definição do atual estado da estrutura e sua inclusão nas ações emergenciais de descaracterização da Mina de Águas Claras (MAC), tendo em vista que os resultados indicaram Fator de Segurança (FS) inferior a 1,5, valor mínimo exigido em condições estáticas com parâmetros drenados (ABNT NBR 13.028/2024).

Os estudos revelaram características geotécnicas desfavoráveis associadas à heterogeneidade dos materiais, presença de solos finos e saturação parcial da pilha, agravada pela ausência de um sistema de drenagem eficiente. Esses fatores, combinados, contribuem para a redução do FS global da estrutura. A seguir, são detalhados os principais levantamentos que embasam essa conclusão.

4.4.1.5.1. Investigações geotécnicas

As investigações realizadas pela empresa Geoaktivan para a Vale S.A., entre março e junho de 2010, compreenderam 12 sondagens (8 rotativas, 2 mistas e 2 percussivas) e 5 poços de inspeção (PI-G2-01 a PI-G2-05), totalizando aproximadamente 300 metros lineares de sondagem (VALE, 2010a).

Os perfis geotécnicos revelaram a seguinte estratigrafia:

- Camadas superiores constituídas por material de estéril pedregulhoso com matriz arenosa;
- Camadas intermediárias com presença de silte argiloso, especialmente nas regiões de fundação;

- Áreas com acúmulo de água e sinais de saturação local, compatíveis com ausência de drenagem interna.

Além disso, foi constatada a presença de estruturas de fundação heterogêneas, em interface com áreas anteriormente mineradas, o que pode contribuir para processos de recalque e perda de resistência ao cisalhamento.

4.4.1.5.2. Ensaios laboratoriais de solos

A Pattrol Engenharia, por meio da BVP Engenharia, executou uma campanha completa de ensaios com amostras deformadas e indeformadas, incluindo:

- Ensaio de compactação (Proctor normal);
- Análise granulométrica (peneiramento e sedimentação);
- Limites de Atterberg (LL e LP);
- Ensaio triaxial CD e CU com medição de poro-pressão;
- Permeabilidade em carga constante e variável;
- Ensaios de cisalhamento direto (VALE, 2010b; BVP ENGENHARIA, 2010).

Os resultados indicaram:

- Materiais com valores de coesão variando entre 10 e 30 kPa e ângulo de atrito entre 18° e 28°;
- Baixa permeabilidade nas camadas finas, favorecendo a retenção de água;
- Massa específica real variando entre 2,65 e 2,85 g/cm³, com zonas de compactação insatisfatória;
- Ensaios com grandes blocos (30x30x30 cm) indicaram resistência reduzida em grandes deformações, especialmente nos materiais finos de base.

4.4.1.5.3. Levantamento geofísico

O estudo executado pela AFC Geofísica em junho de 2022 aplicou tomografia de eletrorresistividade 2D (ERT) e medidas de Potencial Espontâneo (SP), com a finalidade de identificar zonas condutoras (AFC GEOFÍSICA, 2022).

Os principais achados foram:

- Identificação de zonas com resistividade inferior a 100 ohm.m, indicativas de acúmulo de água ou presença de materiais finos saturados;

- Heterogeneidade na distribuição dos materiais e interfaces abruptas entre camadas de diferentes resistividades;
- Potencial presença de caminhos preferenciais de fluxo interno, o que pode gerar instabilidade em períodos de alta pluviosidade.

4.4.1.6. PDE Grota 3

Durante a fase de planejamento das ações de fechamento da Pilha de Estéril Grota 3 (PDE Grota 3), foram realizadas diversas atividades técnicas voltadas à caracterização detalhada da estrutura e à mitigação de riscos. Essas ações envolveram investigações geológicas e geotécnicas, análises de estabilidade e intervenções preliminares de reforço e drenagem, subsidiando as futuras definições de projeto.

4.4.1.6.1. Investigações Geológicas-Geotécnicas

As investigações envolveram 19 sondagens mistas (SPT, SRT e CPTu), totalizando profundidades entre 10 m e 32 m, cobrindo a pilha, o platô e a fundação. Esses dados permitiram identificar três principais domínios de materiais: estéril (GH e GM), materiais do platô (SM e GC) e fundação (GH, GC e SM). Foram realizados ensaios laboratoriais que totalizaram 199 resultados válidos, incluindo granulometria, limites de Atterberg, compactação, permeabilidade e resistência ao cisalhamento.

Os resultados indicaram materiais com resistência moderada a baixa, com destaque para trechos do estéril que apresentaram valores de N1,60 inferiores a 10 e ângulos de atrito entre 26° e 32°, além de coesões variando de 8 a 16 kPa, conforme apresentado nas Figuras a seguir (TPF ENGENHARIA, 2025a) e sua distribuição espacial.

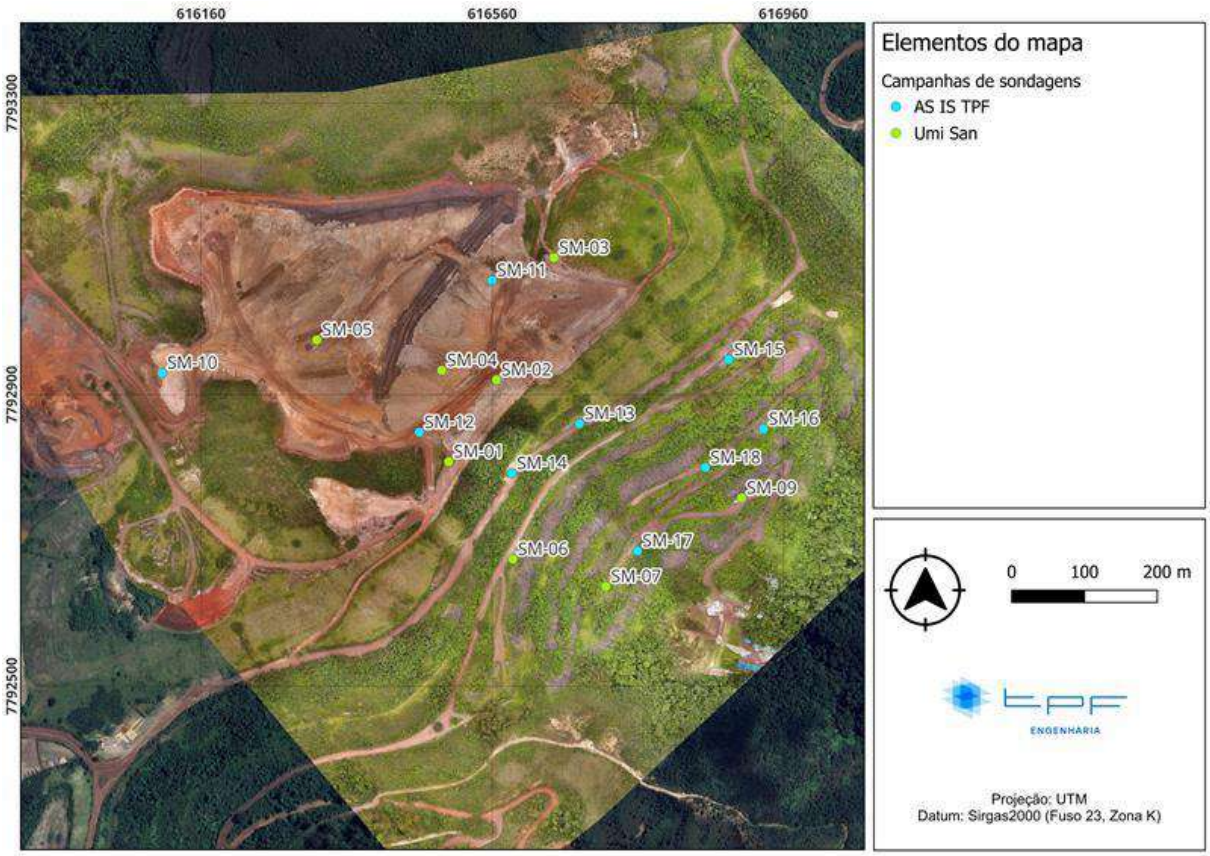


Figura 4-6 – Distribuição dos pontos onde foram realizadas as sondagens mistas.

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2025a - RL-1850AC-X-81155, p. 119

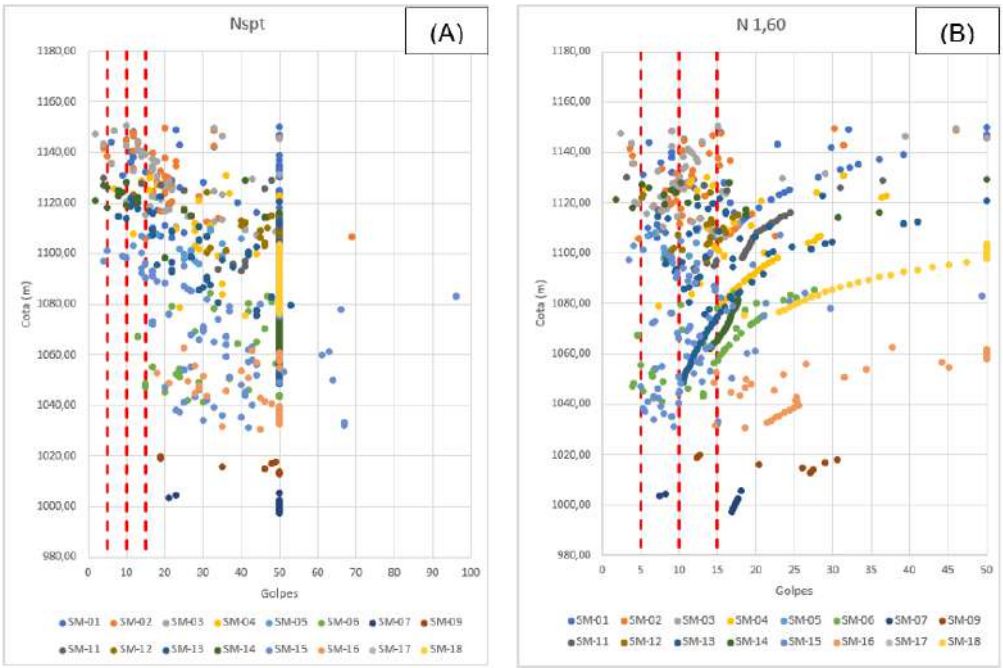


Figura 4-7 – Sondagens realizadas na camada de Estéril: (A) Nspt; (B) N 1,60

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2025a RL-1850AC-X-81155, p. 120

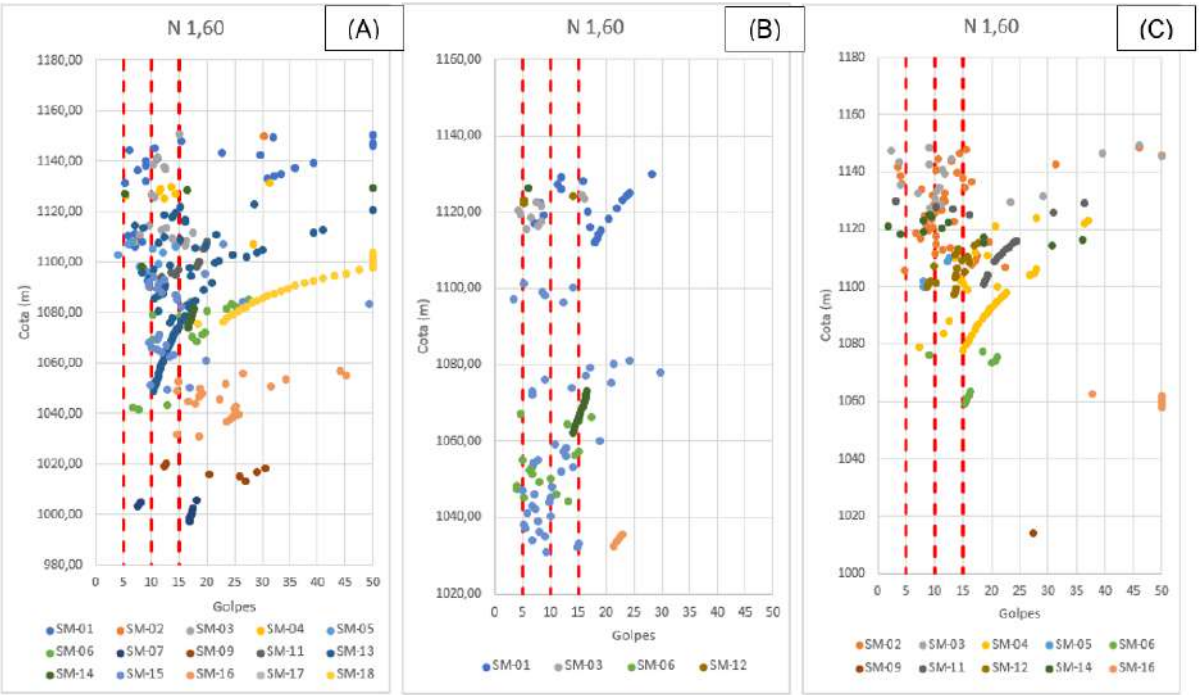


Figura 4-8 – Valores de N1,60 para diferentes tipos de estéril

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2025a

4.4.1.6.2. Avaliação Hidrológica e Mapeamento de Surgências

O estudo hidrológico considerou a dinâmica das águas pluviais no platô e encostas da pilha. Foram realizados mapeamentos de surgências visíveis e áreas de empoçamento, especialmente nas porções centrais do platô, identificando locais com potencial de infiltração preferencial. As surgências na base da pilha, voltadas para a Barragem 6, foram atribuídas à recarga superficial mal drenada e à percolação através do corpo do estéril.

A partir de inspeções visuais e levantamentos topográficos, foram identificados principais pontos de surgência e concentração de fluxos superficiais. A Figura 13-10 mostra imagens da área do Dicão antes e durante as obras emergenciais, evidenciando acúmulo de água superficial (TPF ENGENHARIA, 2025a).

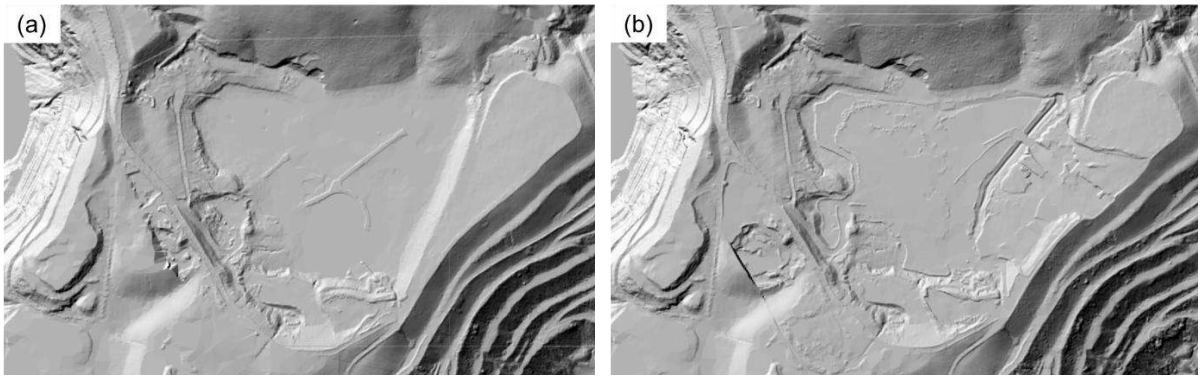


Figura 4-9 – (a) Situação da região antes do início das obras (1850AC-V-03691); (b) Situação da região durante as obras, correspondente a dezembro de 2024 (1850AC-V-03692 *n* TPF ENGENHARIA, 2025a).

Por fim, é importante destacar que as atividades de adequação da drenagem superficial no platô da PDE Grota 3 ainda estavam em andamento na ocasião do levantamento, motivo pelo qual não foram realizadas análises da condição da área após a execução das intervenções. A TPF Engenharia (2025a) entende que as medidas implantadas, como o canal periférico, canal central e extravasor, devem favorecer o escoamento superficial, reduzindo ou eliminando o acúmulo de água previamente identificado no platô, especialmente durante o período chuvoso. No entanto, novas investigações podem ser realizadas para avaliar a eficiência real das soluções adotadas.

4.4.1.6.3. Intervenções de Reforço e Controle Hídrico

Com base nos resultados dos levantamentos iniciais, foram realizadas intervenções emergenciais. Na base da pilha, foram instalados drenos horizontais profundos (DHPs) para alívio da poropressão, além de enrocamento para controle de erosão e surgência. Essas ações resultaram na cessação das surgências mapeadas na face jusante (TPF ENGENHARIA, 2025a).

No platô, região superior da PDE Grota 3, foram realizadas obras de reconfiguração topográfica e drenagem superficial. Isso incluiu a escavação de canal periférico e canal central, conforme ilustra a Figura a seguir (TPF ENGENHARIA, 2025b). A drenagem superficial foi dimensionada para suportar eventos de até 10 anos de período de retorno, reduzindo significativamente o risco de saturação e instabilidade superficial (TPF ENGENHARIA, 2025a).



Figura 4-10 – Obras no platô da PDE Grota 3 em ago/2025

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2025 b



Figura 4-11 – Obras no platô da PDE Grota 3 em ago/2025

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2025 b

4.4.1.7. Contenção provisória e descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5

O Dique Auxiliar da Barragem 5 foi construído ao final da década de 1980, dentro do reservatório da Barragem 5, sobre o próprio rejeito, por método construtivo a montante. Nessa configuração, conforme prevê a legislação, foi necessária à sua descaracterização.

Vale destacar que a descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 foi executada em 2022, tendo sua formalização realizada por meio de projeto As Built. (RL-1850AC-X-80635_REV1 - DF+, 2023). Segundo o Reporte Trimestral de Descaracterização de Barragens (ANM, 2023), referente a maio de 2023, após ação de fiscalização, a equipe da ANM verificou a finalização da descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5.

Contudo, antes da completa descaracterização foi realizada uma intervenção emergencial no Dique Auxiliar da Barragem 5, especificamente a implantação da estrutura de contenção provisória na crista da Barragem 5, que foi precedida por um conjunto de levantamentos técnicos e ambientais preliminares, necessários para garantir a segurança da estrutura e a viabilidade da futura descaracterização.

Dentre os principais estudos realizados, destacam-se:

- Inspeções visuais e cadastramento técnico da estrutura existente, realizadas por equipe multidisciplinar, com detalhamento do arranjo físico, cotas de implantação, identificação de processos erosivos e mapeamento de pontos críticos do maciço (VALE, 2021c);
- Levantamentos topográficos atualizados, utilizados para subsidiar o projeto geométrico da contenção, considerando o desnível entre o corpo do dique e a berma intermediária de apoio, conforme indicado nos perfis e seções do projeto executivo (VALE, 2021b);
- Ensaios e investigações geotécnicas complementares, com definição de parâmetros de resistência dos materiais, incluindo características geomecânicas do maciço, permeabilidade do solo e comportamento de drenagem interna. Esses dados subsidiaram os cálculos de estabilidade apresentados no Relatório de Inspeção de Segurança Regular – RISR 2º Ciclo/2020 (RL-1850AC-X-80154) e nas modelagens realizadas pelas consultorias GEOESTÁVEL e TPF Engenharia (VALE, 2021c);
- Análise de ruptura hipotética (Dam Break), utilizada como ferramenta de avaliação de risco e definição da necessidade de contenção emergencial, especialmente em função da Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) negativa da estrutura (VALE, 2021c);

Esses levantamentos permitiram a formulação de uma solução técnica de contenção com uso de gabião associado a manta geossintética filtrante, compatível com as características locais de solo e hidrologia, minimizando a necessidade de movimentação de terra e impacto ambiental. As informações encontram-se consolidadas no Ofício CA-1850AC-G-00028_Rev_0, nos anexos do projeto executivo e ART (VALE, 2021a; 2021b), bem como no RISR 2º Ciclo/2020 (VALE, 2021c), que embasam técnica e legalmente a execução da obra emergencial, conforme o art. 8º do Decreto Estadual nº 48.140/2021.

4.4.1.7.1. Investigação Geológica-Geotécnica

Segundo o Projeto de Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 (RL-1850AC-X-80369_rev1 - DF+, 2022), foram realizadas 4 (quatro) campanhas de investigação geológico-geotécnica para a caracterização dos materiais, a saber:

- Campanha 1 (1989): Nessa campanha foram realizadas apenas sondagens a percussão. Não há registro da empresa que executou essa campanha;
- Campanha 2 (2003): Execução de 8 sondagens mistas e 2 ensaios de piezocone (CPTu), pela empresa Progeo;
- Campanha 3 – Projeto de Descaracterização (2018): Execução de 6 ensaios de CPTu no rejeito do reservatório, realizada pela Chammas;
- Campanha 4 – Projeto de Descaracterização (2020): No total, foram executadas 9 sondagens mistas, 31 ensaios tipo Vane Test, e 15 ensaios CPTu. Além disso, foram coletadas 15 amostras deformadas para realização de ensaios de laboratório (cisalhamento simples e triaxiais). A quarta campanha de sondagens foi realizada pelas empresas Progeo, Terratek, Fugro e Chammas.

A **Figura 4-12** apresenta a localização das investigações realizadas nas três primeiras campanhas, enquanto a **Figura 4-13** ilustra a locação das investigações da campanha realizada em 2020.

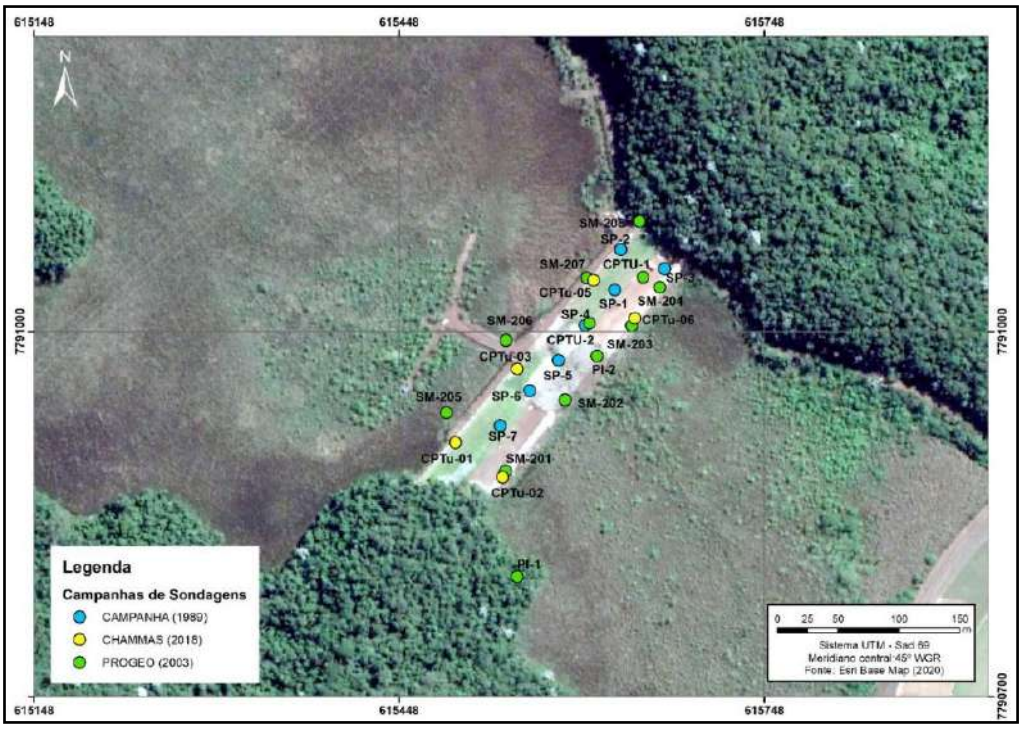


Figura 4-12 - Investigações geotécnicas realizadas nas três primeiras campanhas.

Fonte: RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

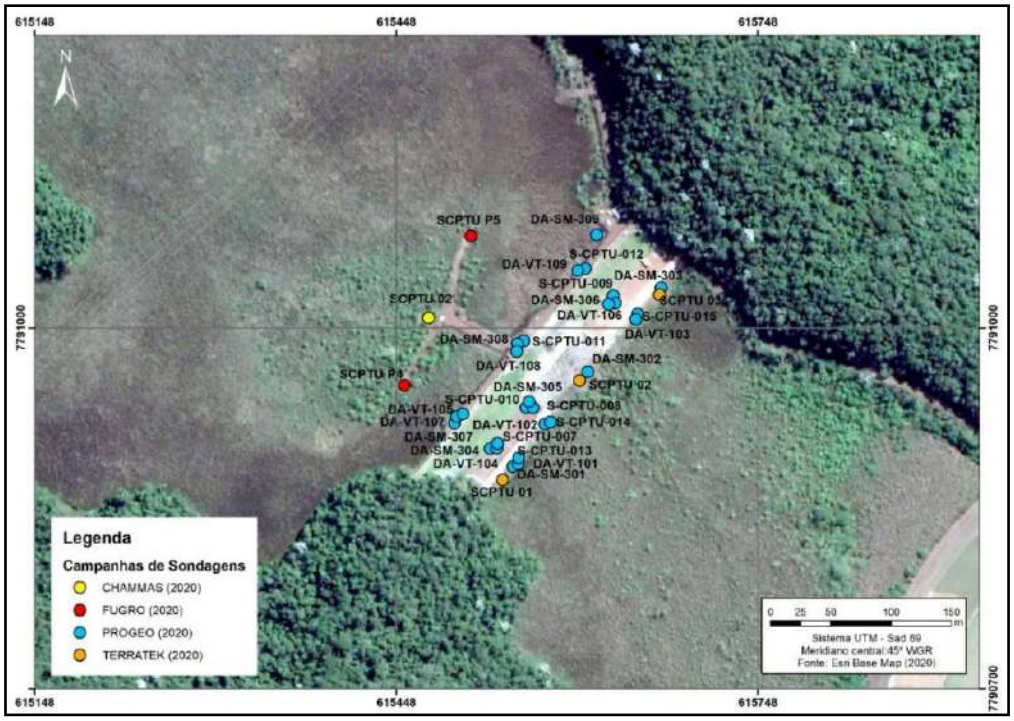


Figura 4-13 - Investigações geotécnicas realizadas na campanha de 2020.

Fonte: RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

Em relação aos parâmetros de resistência, destaca-se que estes foram definidos com base nos ensaios de laboratório, ensaios de campo e correlações aplicáveis, conforme apresentado pelo **Quadro 4-11** (RL-1850AC-X-80369_rev1 - DF+, 2022).

Quadro 4-11 - Parâmetros de resistência dos materiais adotados no cálculo de estabilidade do Projeto de Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5.

Material	γ (kN/m³)	Parâmetros de resistência			Parâmetros de permeabilidade		Fonte
		c' (kPa)	f' (°)	Su/σ'v	k (m/s)	Ky/KX	
Aterro	24	10	30	-	1,0x10-8	0,5	(1)
Lastro	26	0	30	-	1,0 ~ 3,0 x10-7	1	(2)
Rejeito (pico)	24	0	30	0,19	1,0 x10-8	1	(3)
Rejeito (residual)			24	0,07			
Reforço	17	2	22	-	1,0x10-6	0,2	(4)
Areia	20	0	30	-	1,0x10-4	1	(5)
Gabião	30	0	40	-	1,0x10-3	1	(5)
Rejeito Esteirado	24	0	27	-	5,0x10-6	0,2	(6)
SR / Saprólito	20	25	35	-	1,0x10-7	1	(7)

Fonte: RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).
(1) Ensaios de laboratório da Geolabor executados em 2004 e interpretados pela Pimenta de Ávila no documento MB-104-RL-5852-0A. Permeabilidade obtida pelo processo de calibração do modelo;
(2) Parâmetros de resistência e peso específico obtidos a partir da interpretação dos ensaios de laboratório. Coeficiente de permeabilidade obtido através de calibração das seções a partir das análises do registro histórico de leitura dos instrumentos;
(3) Ensaios de laboratório para obtenção do peso específico e ensaios de campo (Vane Test e CPTu) para obtenção da resistência e permeabilidade;
(4) Adoção de parâmetros conservadores devido ao método de execução do reforço;
(5) Peck, Hanson e Thornburn (1974) e Pinto (2006);
(6) Peso específico do rejeito do reservatório. Parâmetro de resistência conservador;
(7) Valor adotado.

Além das investigações de campo, foram conduzidos estudos de estabilidade estática e dinâmica, interpretação dos dados piezométricos e da instrumentação existente, bem como a atualização topográfica com base em levantamentos planialtimétricos (VALE, 2022a). Um estudo de ruptura hipotética (*Dam Break*) foi utilizado para avaliar os riscos associados a falhas estruturais durante as obras e subsidiar o dimensionamento da contenção provisória emergencial implantada previamente sobre a crista da Barragem 5, a jusante do Dique Auxiliar da Barragem 5 (VALE, 2021a).

Os principais levantamentos técnicos incluíram:

- Investigações geotécnicas e ensaios de laboratório, incluindo caracterização do rejeito e solos da fundação (VALE, 2022a);
- Levantamentos topográficos atualizados, para definição do arranjo físico das intervenções (VALE, 2022a);
- Análise de estabilidade geotécnica em seções críticas, com base em modelagens numéricas (VALE, 2022a);
- Estudos de drenagem superficial e subsuperficial, considerando o entorno imediato e as interfaces com a Barragem 5 (VALE, 2022a);
- Diagnóstico ambiental e uso do solo, para avaliação da necessidade de supressão vegetal e interferências (VALE, 2022b);
- Levantamentos cadastrais, identificando os imóveis envolvidos, sem necessidade de desapropriações (VALE, 2022a).

As informações produzidas por esses estudos foram fundamentais para o delineamento do projeto de descaracterização e para garantir que a eliminação da função de contenção do dique ocorra de maneira segura, compatível com a legislação vigente e minimizando os impactos ambientais.

4.4.1.7.2. Análise de Estabilidade

O documento RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022), resume os critérios, premissas e resultados das análises de estabilidade do Projeto de Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5. Nesse cenário, foram avaliados o Cenário Inicial (pré-descaracterização), as Etapas 5 e 6, além da Geometria Final, conforme apresentado pelo **Quadro 4-12**, demonstrando valores inferiores à norma na situação pré-descaracterização (condição não drenada).

Os resultados das análises indicam que, após os serviços preliminares de rebaixamento do nível freático a montante (Etapa 4 – conforme sequência construtiva apresentada no item **4.4.2.6**), o fator de segurança obtido encontra-se acima do mínimo definido pelas normas, quando avaliado a partir da resistência não drenada de pico. No entanto, ao considerar a resistência não drenada amolgada (residual), as análises não apresentaram fatores de segurança adequados. Tal aspecto evidenciou os riscos inerentes ao tipo de estrutura, ressaltando a necessidade de adoção de todas as medidas possíveis para mitigá-los. Dentre

essas medidas, foram previstas ações voltadas ao controle de gatilhos de liquefação, por meio de instrumentação e monitoramento de vibrações.

4.4.1.8. Supressão de indivíduos arbóreos no Acesso à Barragem 5

Para embasar a supressão preventiva de indivíduos arbóreos ao longo da estrada de acesso à Barragem 5, foram realizados levantamentos técnicos preliminares voltados à avaliação da condição fitossanitária e da estabilidade mecânica das árvores existentes na faixa de domínio da via. As inspeções de campo, descritas nos documentos do Projeto de Intervenção Ambiental (PIA) e no Plano de Recuperação de Área Degradada (PRADA), identificaram a presença de indivíduos isolados, com sinais de comprometimento físico e potencial risco de queda, representando ameaça à segurança de trabalhadores e à operação das obras emergenciais.

Não foram registradas, nos estudos analisados, espécies ameaçadas de extinção, indivíduos protegidos por legislação específica ou ocorrência de fauna associada diretamente à vegetação-alvo da supressão. A ausência de atributos ecológicos relevantes no local reforça o caráter preventivo e pontual da intervenção, que prioriza a mitigação de risco à integridade física de pessoas e estruturas operacionais.

A análise técnica e a compatibilização com os instrumentos de planejamento ambiental indicam que a ação proposta está devidamente fundamentada e inserida em um contexto de controle de risco e prevenção operacional, sem geração de impactos significativos ao meio biótico local.

4.4.2. Desenvolvimento de Projetos

A presente seção aborda o desenvolvimento dos projetos referentes ao Dique Auxiliar da Barragem 5 e às Barragens 6, 7A e 8B, bem como das Grotas 2 e 3. A fundamentação para a elaboração desses projetos é composta por investigações geológico-geotécnicas aprofundadas e pelas respectivas análises de estabilidade, apresentadas no item anterior. As informações e os dados apresentados são extraídos dos documentos técnicos e dos projetos de engenharia disponíveis.

Neste contexto, serão apresentados os respectivos projetos de descaracterização/reforço e estabilização/fechamento referente a cada uma das estruturas citadas.

4.4.2.1. Reforço da Barragem 6

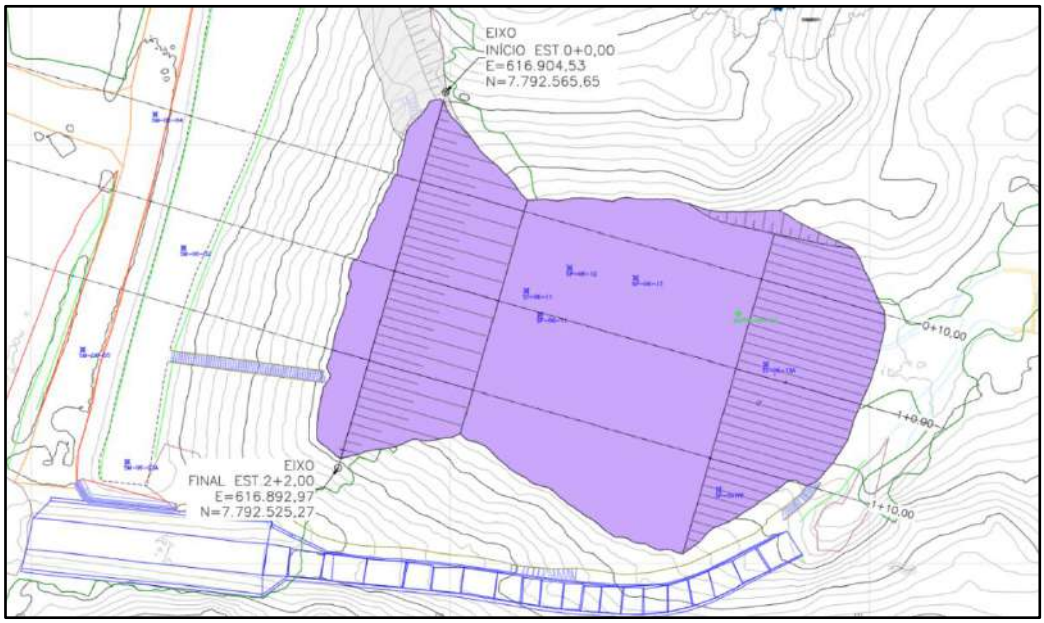
4.4.2.1.1. Concepção do Projeto

Conforme ressaltado anteriormente, atualmente a Barragem 6 está em Nível de Emergência 1, em função de seu fator de segurança não atender à legislação vigente (FS < 1,5 - Resolução ANM nº 95/2022), aspecto descrito no item **4.4.2.2.1**.

Nesse contexto, até o início das obras de descaracterização, torna-se necessária a execução de uma obra de reforço da estrutura, com o objetivo de promover uma adequação provisória do fator de segurança, conforme exigido pela legislação vigente. Essa medida visa assegurar a estabilidade da barragem durante períodos chuvosos e até a conclusão das obras de descaracterização. O Projeto Detalhado do Reforço da Barragem 6 é documentado no memorial descritivo MD-1850AC-X-00001_Rev.2, elaborado pela TPF Engenharia (2024).

O projeto de reforço tem como principal premissa a realização de atividades de terraplanagem sem escavação no pé da estrutura atual, consistindo na implantação de um talude de material rochoso a jusante da estrutura com 2 (duas) bermas, com limpeza da fundação antes da execução das bermas. Posteriormente, para a região do pé do talude de jusante da estrutura atual, será realizada a subsequente aplicação de camada de transição com geotêxtil e brita. Na região de fundação a jusante do talude do reforço, será realizado o agulhamento com o mesmo material do reforço.

A **Figura 4-14** apresenta o arranjo geral do projeto e uma das seções do reforço.



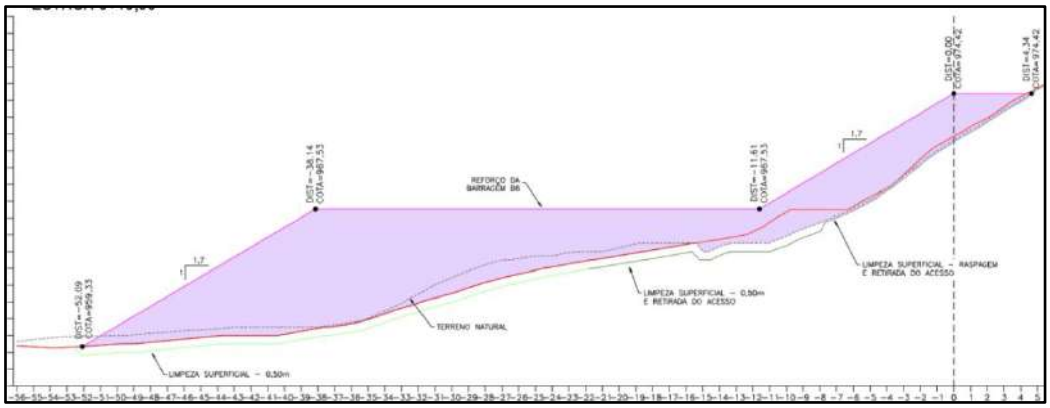


Figura 4-14 - Arranjo Geral e perfil do reforço proposto.

Fonte: MD-1850AC-X-00001_Rev.2 (TPF Engenharia, 2024).

O **Quadro 4-12** apresenta os principais dados técnicos da intervenção, incluindo características geométricas, materiais empregados, sistema de drenagem e instrumentação prevista.

Quadro 4-12 - Dados Técnicos do Projeto de Reforço da Barragem 6

Item	Descrição / Especificação
Localização da Intervenção	Talude de jusante da Barragem 6 – Mina de Águas Claras, Nova Lima/MG
Objetivo da Obra	Estabilização do talude e incremento do fator de segurança da barragem
Tipo de Reforço	Berma em material rochoso compactado, com camada de transição em solo granular
Quantidade de Bermas	2 bermas principais no talude de jusante
Volume estimado de material rochoso	~58.000 m³
Material de Reforço	Rocha britada com granulometria controlada (blocos de até 800 mm)
Camada de Transição	Solo granular selecionado (espessura variável, ~0,5 m)
Altura do Reforço	Variável conforme a topografia do talude (estimativa: até 12 m de altura local)
Largura das Bermas (base)	~10 a 20 m, conforme a seção geotécnica
Inclinação dos Taludes	~1V:2H (vertical:horizontal), compatível com estabilidade a longo prazo
Instrumentação Prevista	Piezômetros, inclinômetros e marcos de recalque
Controle de Compactação	Camadas sucessivas com controle densimétrico em campo
Sistema de Drenagem	Valetas provisórias e definitivas ao longo da crista e do pé do talude reforçado
Normas Técnicas de Referência	ABNT NBR 13.028:2017 (estabilidade de taludes), NBR 11682:2009 (segurança de obras de terra)

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2024.

4.4.2.2. Descaracterização da Barragem 6

4.4.2.2.1. Concepção do Projeto

O Projeto Básico de Descaracterização da Barragem 6 foi desenvolvido pela empresa Geoestável e documentado no relatório RL-1850AC-X-81178 (GEOESTÁVEL, 2024). O projeto prevê o retaludamento do maciço da barragem a uma inclinação de 25% (1V:4H), com corte na região da crista, e aterro na região do pé da barragem. Além disso, foi projetado um canal de drenagem, sobre o antigo reservatório, de forma a conduzir o fluxo hídrico de maneira disciplinada.

O canal projetado, revestido em gabião colchão é divido em três trechos, com as seguintes características:

- Trecho 1 (EST 0+0m a EST 4+7,42m): o trecho inicial, localizado sobre o antigo reservatório, possui seção trapezoidal com inclinação 3H:1V, largura de 3,0 m e altura de parede de 1,5 m, sendo um trecho liso com declividade de 3,0%. Neste trecho inicial, há também um trecho de seção trapezoidal com inclinação 5H:1V;
- Trecho 2 (EST 4+17,38m a EST 9+15,21m): na sequência, o Trecho 2, também localizado sobre o antigo barramento possui seção trapezoidal com inclinação 3H:1V, largura de 10,0 m e altura de parede de 1,5 m. Este trecho foi proposto em degraus com 0,30 m de altura, por apresentar declividade de 25,0%;
- Trecho 3 (EST 9+15,21m a EST 10+12,20m): este trecho corresponde à bacia de dissipação do canal, com declividade de 0,0% e 17,0 m de extensão. A bacia possui seção trapezoidal com inclinação 3H:1V, largura de 10,0 m e altura de parede de 2,0 m. Por se tratar de um trecho onde ocorre dissipação do fluxo, o fundo da bacia foi concebido em gabião-caixa.

Vale ressaltar que além do canal principal, foi proposta a execução de um sump para contenção de sedimentos durante as obras de descaracterização no período seco. Apesar da estrutura ter a sua operação destinada ao período de obras, o sistema será mantido até o final do período ativo de monitoramento ou estabilização dos aspectos ambientais.

A **Figura 4-15** apresenta a planta e perfil do projeto de descaracterização da Barragem 6.

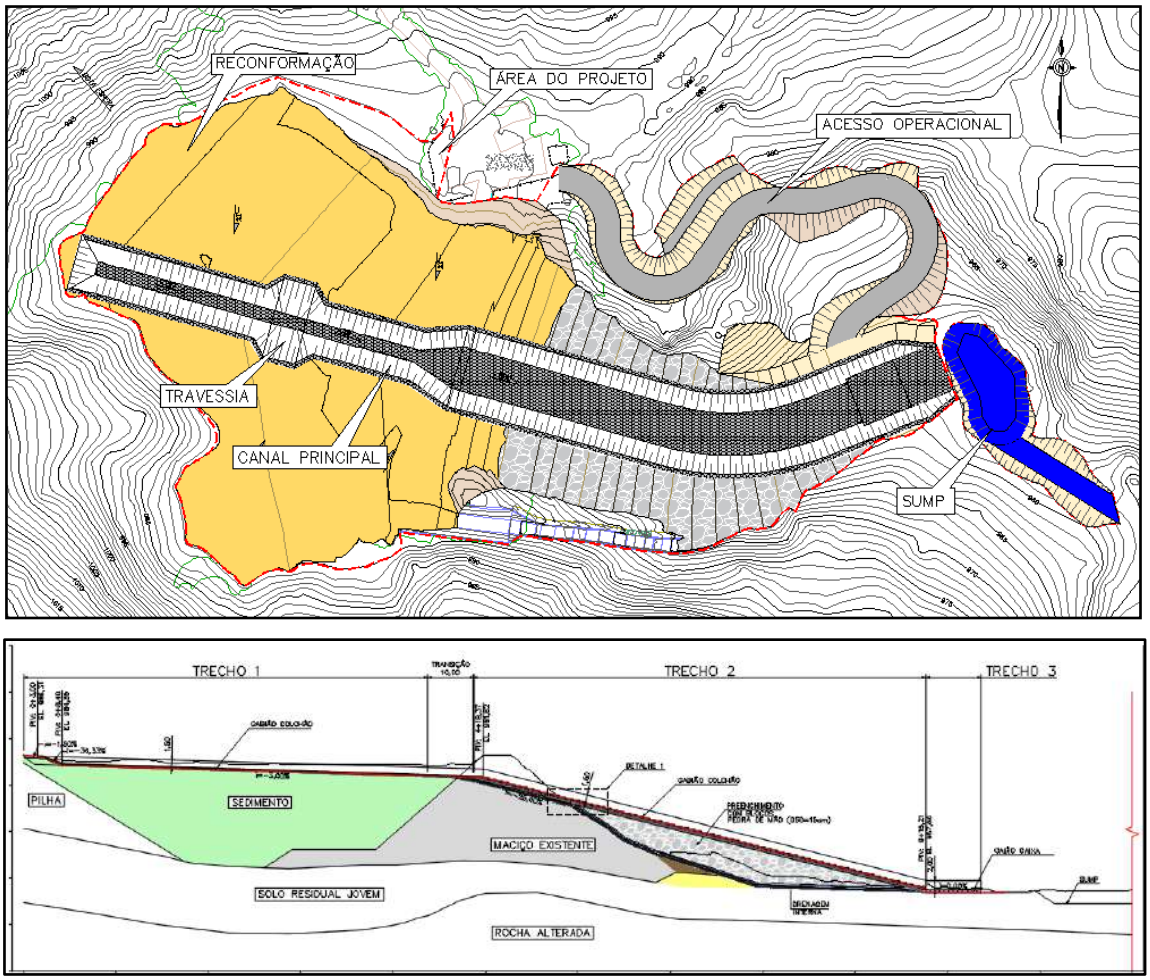


Figura 4-15 - Arranjo geral e perfil do projeto básico de descaracterização.

Fonte: 1850AC-X-05142 apud RL-1850AC-X-81178 (Geoestável, 2024).

A sequência executiva do projeto é dividida em etapas, conforme documentos 1850AC-X-05145_APR, 1850AC-X-05146_APR e 1850AC-X-05153_APR (Geoestável, 2024):

- Etapa 1:
  - Adequação do acesso existente à barragem via PDE Grota 3;
  - Supressão vegetal e limpeza superficial;
  - Preparação da ADME;
  - Preparação das áreas de Bota-Espera;
- Etapa 2:
  - Remoção das interferências (portão/cerca/escada);
  - Rebaixamento do nível d'água do reservatório;

- Etapa 3:
  - Implantação do acesso construtivo (com dispositivos de drenagem superficial) até o pé do barramento e disposição do material excedente no aterro do sistema de desvio e aterro de conquista para possibilitar escavar os sedimentos;
  - Implantação do sistema de desvio (canal/acesso/dique fusível e tubos PEAD);
- Etapa 4:
  - Implantação do aterro de conquista para possibilitar escavar os sedimentos;
  - Implantação do ajuste na sela topográfica e escavação do sump como estrutura de contenção de sedimentos (ECS) para as obras (com implantação do sistema de rebaixamento do nível para a atividade) e disposição do material escavado no ADME;
  - Implantação do sistema de rebaixamento do nível d'água a jusante;
- Etapa 5:
  - Implantação das escavações no sedimento inconsolidado do reservatório da barragem e disposição do material na ADME;
  - Implantação das escavações do maciço da barragem e disposição do material no "Bota-Espera" ao longo do acesso existente via PDE Grota 3. A parcela do maciço deverá se escavada concomitante com as escavações a jusante (pé da barragem) e antes das escavações na região com talude de 3H:1V;
  - Implantação das escavações no material inconsolidado a jusante da barragem e disposição do material escavado na ADME. As escavações obrigatoriamente deverão ser de jusante para montante;
- Etapa 6:
  - Implantação das camadas de transições granulométricas (areia, brita 0, brita 3 e pedra de mão) conforme geometria do canal;
- Etapa 7:
  - Aterro/reconformação do reservatório;
  - Revestimento do canal com gabião colchão;

- Etapa 8:
  - Remoção de aterro do canal de desvio e estruturas auxiliares implantadas para o desvio do rio;
  - Demolição da parcela do sistema extravasor com parede livre e aterramento da área com o material removido do canal de desvio;
- Etapa 9:
  - Implantação da instrumentação prevista para acompanhamento nos dois anos de monitoramento ativo;
  - Plantio de mudas e espécies nativas;
- Etapa 10:
  - Reconformação da área do sump com aplicação de blocos de enrocamento nivelando com a cota da bacia de dissipação.

O **Quadro 4-13** apresenta os principais dados técnicos da intervenção, incluindo características geométricas, materiais empregados, sistema de drenagem e instrumentação prevista.

Quadro 4-13 - Dados Técnicos do Projeto da Barragem 6

Item	Descrição
Nome da estrutura	Barragem 6
Localização	Mina de Águas Claras – Nova Lima/MG (UTM 616.878,21 E / 7.792.553,26 N – SIRGAS 2000, Zona 23K)
Função original	Contenção de sedimentos provenientes da Pilha de Estéril Grota 3
Situação atual	Estrutura com DCE negativa e classificada em Nível de Emergência 1 (Resolução ANM nº 95/2022)
Finalidade do projeto	Eliminação da função de barramento – descaracterização com reconformação do relevo e drenagem
Tipo de intervenção	Retaludamento do maciço, remoção de material inconsolidado e implantação de canal de drenagem
Principais obras previstas	Escavação da crista e talude de montante; Aterro no pé de jusante; Canal de drenagem longitudinal; Reforço com material granular e enrocamento; Rebaixamento do nível d'água; Remoção do extravasor e estruturas associadas
Extensão do canal de drenagem	Aproximadamente 300 metros (estimativa conforme planta de projeto)
Altitude da crista	Aproximadamente 986 m
Altitude da base do vale	Aproximadamente 964 m

Item	Descrição
Área diretamente afetada (ADA)	124,94 hectares (incluindo áreas de obra, acesso e supressão vegetal)
Instrumentação prevista	Piezômetros, inclinômetros, tiltímetros, sirenes e sistema de telemetria integrada
Acesso construtivo	A partir do talude de jusante, com vias projetadas para entrada de equipamentos pesados
Materiais previstos para uso na obra	Solo selecionado, material granular para drenagem, enrocamento, geotêxteis
Situação do projeto	Projeto Básico concluído (RL-1850AC-X-81178)

Fonte: Concremat, 2025 (Adaptado de GEOESTÁVEL,2024)

4.4.2.3. Descaracterização da Barragem 7A

4.4.2.3.1. Concepção do Projeto de Descaracterização

O Projeto Detalhado de Descaracterização da Barragem 7A está documentado no relatório técnico RL-1850AC-X-81257_Rev.0 (Geoestável, 2025). O objetivo é eliminar as funções de barramento da estrutura, assegurando sua estabilidade física e química de longo prazo, restabelecendo a drenagem natural do vale e atendendo às exigências da Resolução ANM nº 95/2022 e nº 130/2023.

A solução adotada contempla:

- Retaludamento do maciço da barragem em inclinação de 1V:3,33H (≈30%), com cortes na crista e aterro no pé;
- Implantação de um canal principal de drenagem, revestido em gabião-colchão, sobre o antigo reservatório, conduzindo as águas até o vale a jusante e posteriormente ao reservatório da Barragem 7B. O canal principal está subdividido em três trechos:
  - Trecho 1 (EST 4+16,41 m a EST 13+18,93 m): sobre o reservatório, seção trapezoidal 2H:1V, largura de 3,0 m, altura de 1,5 m, declividade de 4,0%;
  - Trecho 2 (EST 13+18,93 m a EST 18+14,68 m): sobre o maciço, seção trapezoidal 2H:1V, largura de 10,0 m, altura de 1,5 m, projetado em degraus de 0,30 m devido à declividade de 30%;
  - Trecho 3 (EST 18+14,68 m a EST 20+1,90 m): bacia de dissipação, seção trapezoidal 2H:1V, largura de 10,0 m, altura de 2,0 m, extensão de 15 m e declividade 0,0%.
- Dois canais secundários (CS-01 e CS-02), localizados em pontos de chegada de talvegues, para direcionar as vazões ao canal principal;

- Um canal de desvio temporário, em enrocamento, seção trapezoidal 1,5H:1V, largura de 5,0 m, altura de 0,60 m e declividade de 1,0%, projetado para operar apenas durante as obras, conduzindo as vazões até o extravasor da Barragem 7B;
- Um sistema de drenagem interna, composto por camadas de areia, brita 0, brita 3 e enrocamento, com fechamento em geotêxtil nos pontos de transição, para mitigar piping e reforçar a segurança hidráulica;
- Áreas de ADME para disposição dos materiais: (i) no topo da PDE Grota 2, para recebimento do material do reservatório e do maciço; e (ii) no pé da estrutura, para o material inconsolidado a jusante;
- Instrumentação e monitoramento ativo por dois anos, incluindo marcos superficiais, réguas nos canais, pluviômetro e câmera de videomonitoramento.

A **Figura 4-16** apresenta a planta e o perfil do projeto de descaracterização da Barragem 7A. O arranjo geral do canal de desvio e sua seção típica encontram-se representados na **Figura 4-17**.

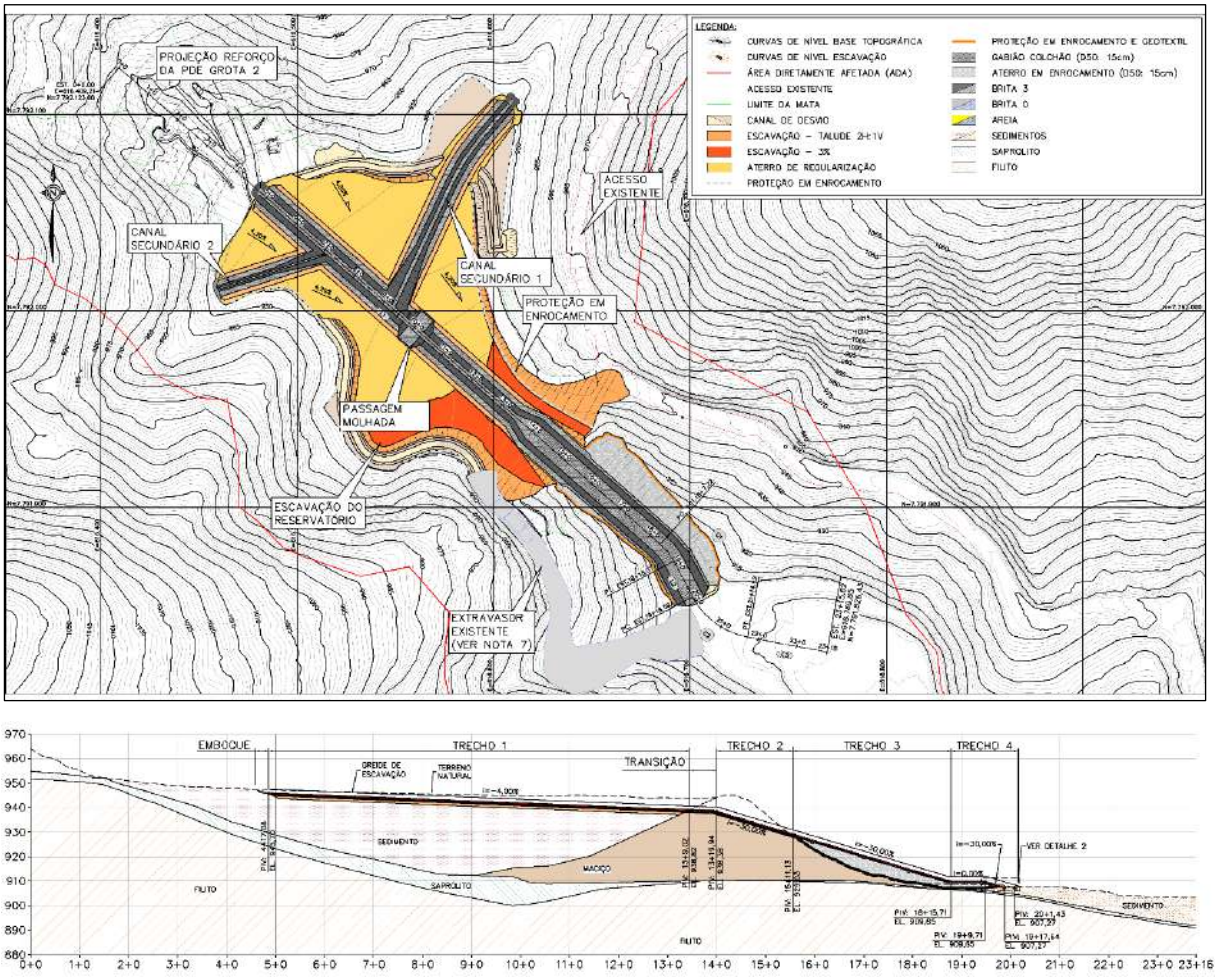


Figura 4-16 - Arranjo geral e perfil do canal principal da descaracterização.

Fonte: 1850AC-X-05268 apud RL-1850AC-X-81257 (Geoestável, 2025)

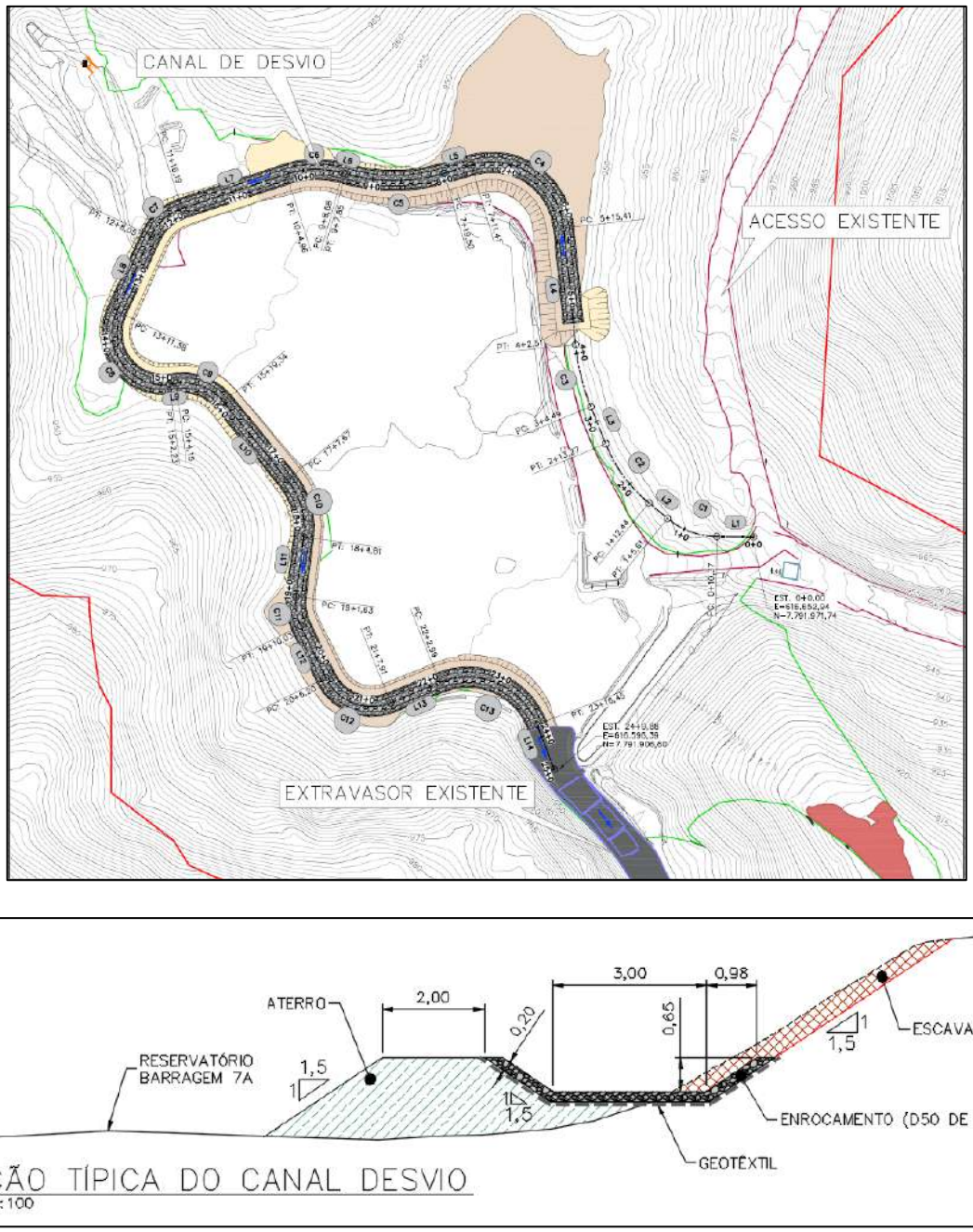


Figura 4-17 - Arranjo geral e perfil do canal de desvio da descaracterização.

Fonte: 1850AC-X-05276 apud RL-1850AC-X-81257 (Geoestável, 2025)

Sequência Executiva

O detalhamento executivo estruturou a execução em dez etapas:

1. Preparação inicial: adequação do acesso via PDE Grota 2 e preparo das áreas de ADME e bota-espera.
2. Intervenções preliminares: rebaixamento do nível do reservatório da 7B até El. 906 m com motobomba sobre balsa, remoção de interferências, supressão vegetal e limpeza superficial.
3. Acessos e desvios: implantação de ensecadeira e acesso construtivo pela margem esquerda da 7B, rebaixamento do reservatório da 7A por bombeamento e construção do canal de desvio/acesso provisório.
4. Aterro de conquista e rebaixamento a jusante: implantação do aterro de conquista no reservatório e execução do sistema de rebaixamento a jusante.
5. Escavações: remoção dos sedimentos do reservatório, escavação do maciço da barragem e retirada do material inconsolidado a jusante, com disposição nos ADME definidos.
6. Reconformação: conformação final do reservatório e lançamento das camadas de transição granulométrica (areia, brita 0, brita 3 e enrocamento).
7. Canal principal: execução do aterro de suporte e implantação do canal principal, com revestimento em gabião-colchão.
8. Remoções: retirada do canal de desvio, desmontagem da ensecadeira e aterro da área do extravasor.
9. Instrumentação e desmobilização: instalação dos dispositivos de monitoramento, retirada do sistema de motobomba da 7B.
10. Recuperação ambiental: plantio de espécies nativas e início do monitoramento ativo.

4.4.2.4. Descaracterização da Barragem 8B

Assim como descrito para o Dique Auxiliar da Barragem 5, destaca-se que a descaracterização da Barragem 8B já foi executada em 2019. Os documentos RL-1850AC-X-80080 (DF+, 2020) e RL-1850AC-X-80079 (DF+, 2020) apresentam, respectivamente, o projeto As Built e o relatório fotográfico de obras e pós-obras. De acordo com o Reporte Trimestral de Descaracterização de Barragens (ANM, 2021), referente ao mês de novembro de 2021, a descaracterização da Barragem 8B foi aprovada pela ANM. Ressalta-se ainda que

a estrutura foi oficialmente descadastrada do Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM) em fevereiro de 2020 (ANM, 2021).

4.4.2.4.1. Concepção do Projeto de Descaracterização

A descaracterização da Barragem 8B foi desenvolvida considerando o direcionamento do escoamento superficial para jusante da Barragem 8B, sem que haja amortecimento e reservação de água. Nesse aspecto, o projeto foi dividido em duas fases distintas. A primeira fase consiste na execução de reforço de enrocamento à jusante da barragem existente (**Figura 4-18**), concomitantemente ao esvaziamento do reservatório por bombeamento.

Após a construção do reforço e esvaziamento, se iniciou a segunda fase: escavação do alteamento a montante e recobrimento da superfície do reservatório com o material escavado. Para possibilitar o escoamento da água durante esta etapa, foi executado um canal provisório no lado esquerdo do reservatório. Finalizados estes trabalhos, foi realizada a execução de um canal central no aterro lançado sobre o reservatório e em parte do maciço inicial (**Figura 4-19**), permitindo o escoamento das águas.

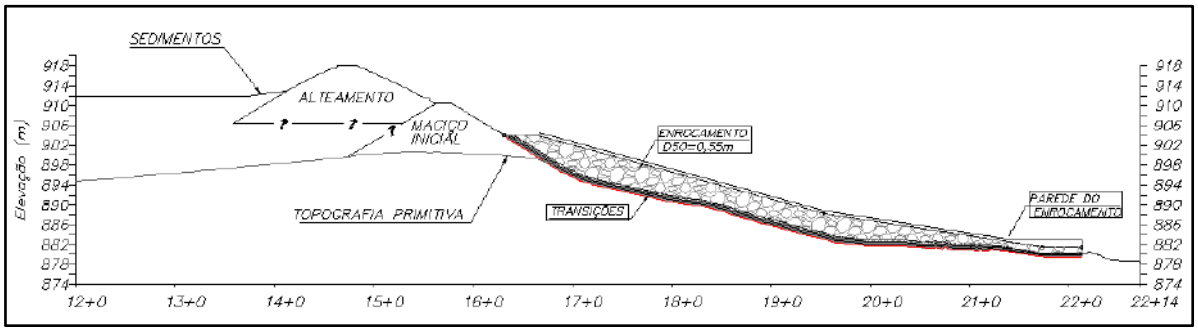


Figura 4-18 - Enrocamento a jusante – Calha extravasora - 1ª etapa.

Fonte: RL-1850AC-X-80067 (DF+ 2019).

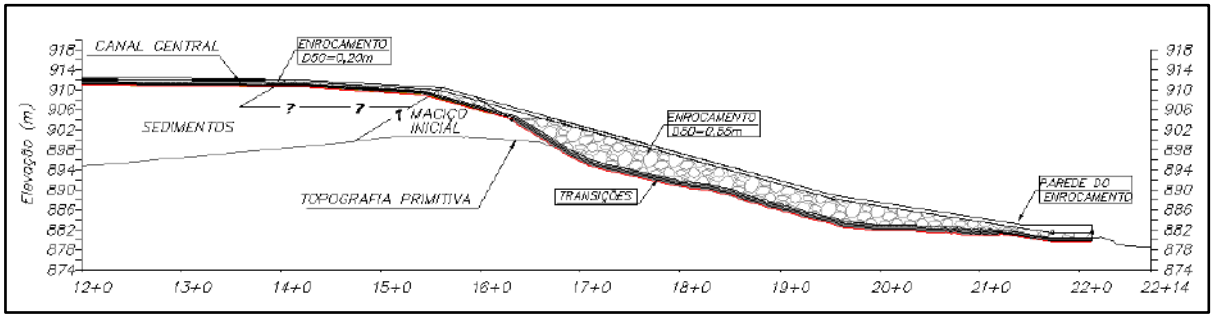


Figura 4-19 - Escavação e construção do canal central – Calha extravasora - 2ª etapa.

Fonte: RL-1850AC-X-80067 (DF+ 2019).

A sequência executiva realizada é descrita a seguir:

- Conformação do acesso operacional;
  - Execução da drenagem do acesso operacional;
- Início do bombeamento do reservatório;
  - Execução da travessia sobre o extravasor existente;
  - Limpeza do terreno (remoção da vegetação superficial);
  - Escavação da bacia de dissipação (escavação 1ª Etapa – 1850AC-X-04387);
- Execução das camadas de transição – calha extravasora (1ª Etapa);
  - Execução do enrocamento – calha extravasora (1ª Etapa - 1850AC-X-04387);
- Início da 2ª etapa de escavação do maciço da barragem
  - Execução da 1ª etapa do aterro do reservatório e 1ª etapa do canal de desvio (1850AC-X-04388);
- Continuação da 2ª etapa de escavação do maciço da barragem
  - Execução da 2ª etapa do aterro do reservatório e 2ª etapa do canal de desvio (1850AC-X-04389)
- Execução das camadas de transição - calha extravasora (2ª Etapa);
  - Execução do enrocamento - calha extravasora (2ª Etapa - 1850AC-X-04390);
- Escavação do canal central;
  - Execução do canal central – (transições e enocamento - 1850AC-X-04391)
- Proteção vegetal no aterro do reservatório e taludes escavados do maciço e talvegue (1850AC-X-04392);
  - Execução de proteção com enrocamento do contato entre o aterro executado e terreno natural.
- Demolição do sistema extravasor existente.

Por fim, a **Figura 4-20** ilustra o arranjo geral do projeto, apresentado no documento RL-1850AC-X-80067 (DF+ 2019).

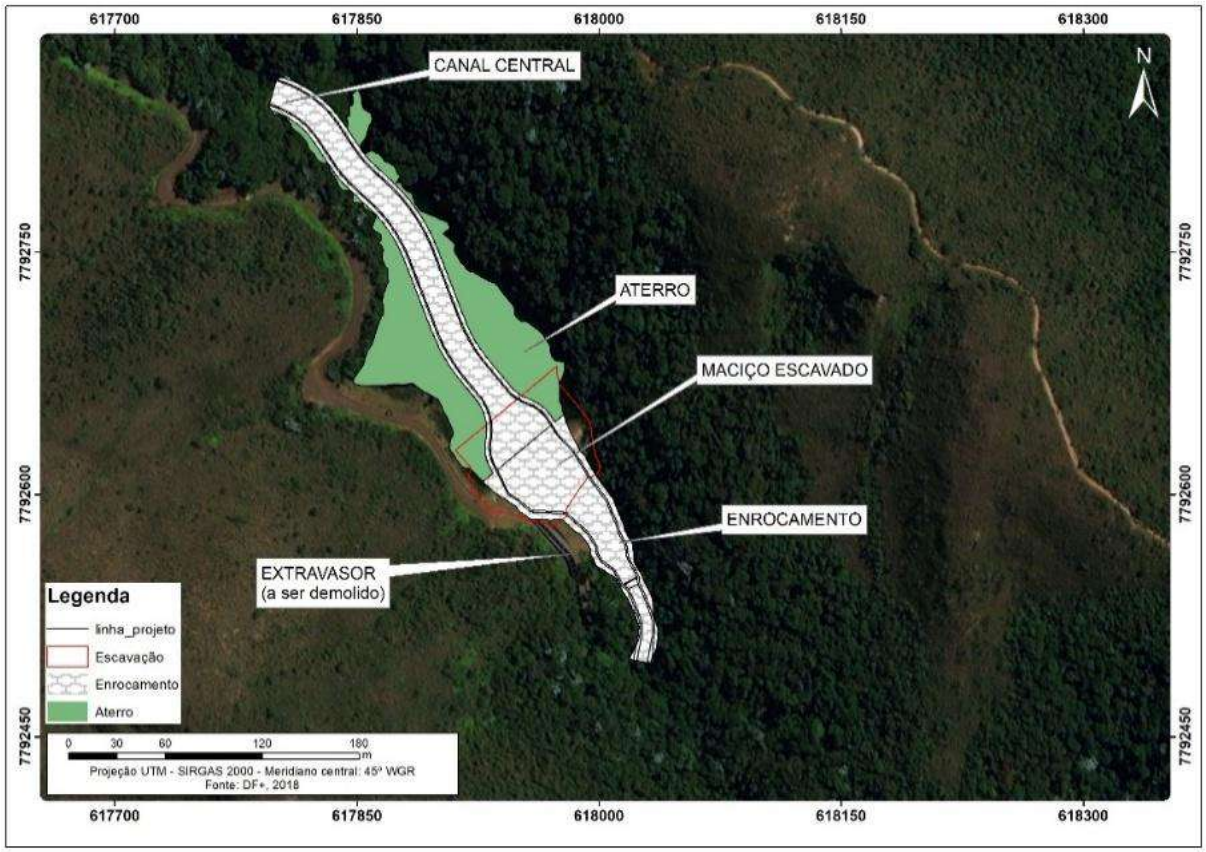


Figura 4-20 - Arranjo geral da Barragem 8B após descaracterização.

Fonte: RL-1850AC-X-80067 (DF+ 2019).

4.4.2.5. Fechamento das PDEs Grota 2 e Grota 3

4.4.2.5.1. Concepção do Projeto de Fechamento PDE Grota 2

O Projeto Conceitual de Estabilização e Controle Hidrológico da Pilha de Estéril (PDE) Grota 2 é documentado no relatório RL-1190AC-X-44762 (DF+ 2022). O projeto prevê a execução de um reforço a jusante da PDE, com o objetivo de assegurar a estabilidade física da estrutura, além da implantação de um sistema de drenagem destinado à captação, condução e direcionamento das vazões provenientes da área da pilha e de estruturas adjacentes. A seguir, é descrito o escopo do projeto:

- Reforço: o reforço proposto (aterro) é constituído de enrocamento lançado. O paramento de enrocamento deverá apresentar inclinação de 1V:2H e bermas de 4 m, 10 m e 38,4 m, devendo ser executado até a elevação 987 m, totalizando aproximadamente 40 m de altura;
- Drenagem superficial: o sistema de drenagem superficial proposto possui a finalidade de coletar as águas provenientes da precipitação direta, incidente sobre a área da pilha e

áreas de contribuição adjacentes e conduzi-las, de forma ordenada, até o emboque do sistema extravasor da Barragem 7A. O sistema previsto é composto por:

- Canais (CA), posicionados em acesso, bermas e ombreira direita da pilha, de forma a direcionar o fluxo do escoamento superficial de toda a Grota 2 até o sistema extravasor da Barragem 7A;
- Descidas de água (DA), com a finalidade principal de captar a contribuição advinda da parte superior da Grota 2 e conduzi-la até a Grota 3; e
- Transposições, com a finalidade de permitir a travessia do escoamento sob os acessos;

- Tratamentos de erosões: em projeto foram previstos pontos em que há necessidade de intervenções, com o intuito de mitigar processos erosivos existentes (1190AC-X-44974);
- Adequações dos acessos: os acessos construtivos serão realizados através das bermas (conforme previsto no desenho 1190AC-X-44977), devendo ser realizada limpeza e adequação das bermas para o tráfego de equipamentos;
- Plano de instrumentação: O plano de instrumentação complementar (apresentado no desenho 1190AC-X-44979) considerou as seguintes modificações:
  - 2 medidores de vazão deverão ser demolidos;
  - 1 medidor de vazão deverá ser construído;
  - 1 indicador de nível d'água deverá ser implantado;
  - 3 indicadores de nível d'água existentes deverão ser prolongados em função da implantação do reforço;

A **Figura 4-21** ilustra o arranjo geral da solução de estabilização e controle hidrológico da PDE Grota 2, em nível conceitual.

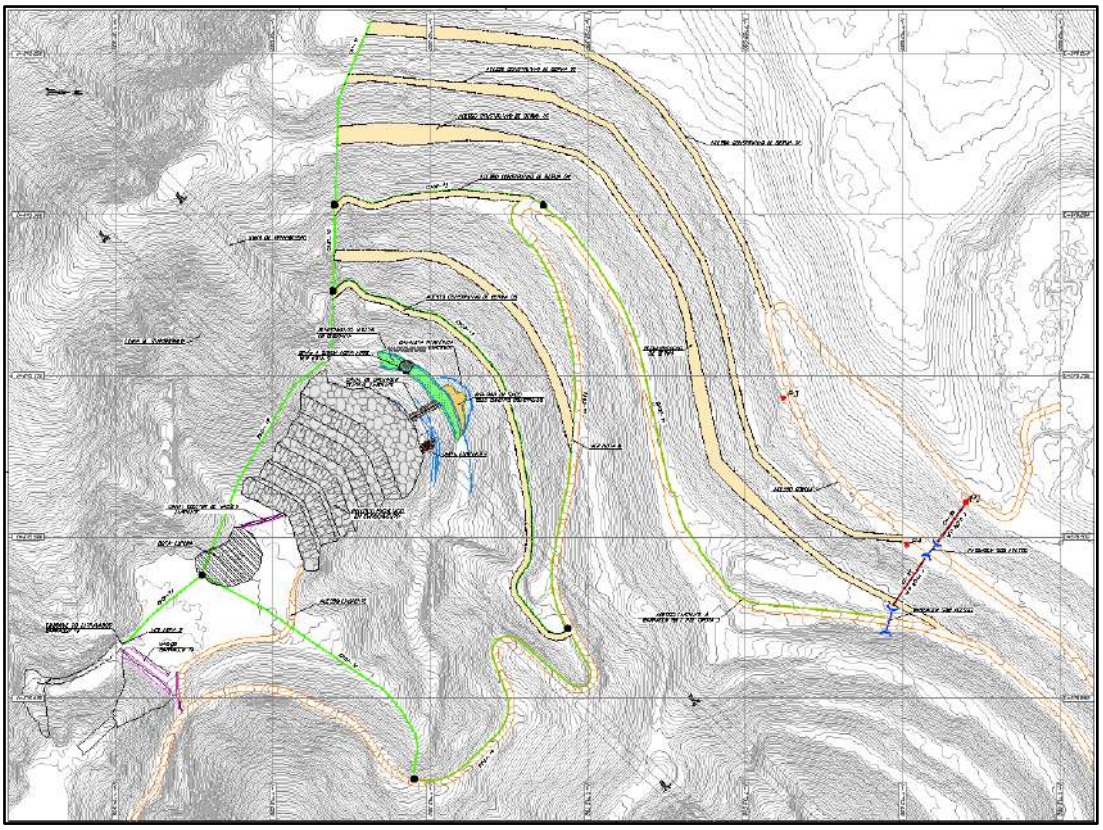


Figura 4-21 - Arranjo geral do Projeto de Estabilização e Controle Hidrológico da PDE Grota 2.
Fonte: 1190AC-X-44968 apud RL-1190AC-X-44762 (DF+ 2022).

4.4.2.5.2. Concepção do Projeto de Fechamento PDE Grota 3

A Pilha de Disposição de Estéril (PDE) Grota 3 foi incluída no escopo deste Estudo de Impacto Ambiental devido à sua vinculação operacional com a Barragem 6 e às condições de instabilidade identificadas em estudos técnicos recentes. O Projeto As Is (RL-1850AC-X-81155 – TPF ENGENHARIA, 2025a) apresentou diagnóstico das condições geológicas, geotécnicas e hidráulicas da estrutura, servindo como base para a concepção e execução das ações de descaracterização, bem como para o planejamento de monitoramento, fechamento e atendimento a requisitos regulatórios.

As análises realizadas pela TPF Engenharia (2025a) indicaram fatores de segurança inferiores a 1,0 em cenários não drenados e a presença de surgências no sopé, evidenciando a necessidade de intervenções imediatas para controle do regime hídrico e eliminação de pontos críticos. Como resposta, foi desenvolvido pela VALE o Projeto de Adequação do Platô, contemplando atividades de reconformação topográfica, controle da drenagem superficial e estabilização geotécnica.

O escopo do projeto incluiu:

- Terraplenagem para aplicação de declividade média de 1% direcionada aos dispositivos de drenagem, evitando o acúmulo histórico de água sobre o platô;
- Drenagem superficial com a finalidade de coletar as águas superficiais, incidentes sobre a área da pilha e conduzi-las, de forma ordenada, até o emboque do sistema extravasor a jusante da estrutura. O sistema previsto é composto por:
    - Canal Central, para coletar o escoamento gerado sobre o platô;
    - Canal Periférico, contornando a porção norte para captar a contribuição de áreas a montante;
    - Extravasor superficial, para direcionar o fluxo coletado à jusante de forma segura, evitando recarga hídrica na pilha;
- Estruturas dimensionadas para vazões de até 1 m³/s, conduzindo as águas pluviais até pontos de lançamento em jusante;
- Estabilização geotécnica no trecho inferior, com reaterro e recomposição de bordas erodidas, instalação de Drenos Horizontais Profundos (20 a 40 m) para alívio de poropressão, valas drenantes, enrocamentos e dissipadores em setores com histórico de surgência, especialmente na área do “Dicão”;
- Instrumentação geotécnica e hidrológica, incluindo piezômetros, marcos de recalque, inclinômetros e células de carga, para monitoramento contínuo da resposta da estrutura.

As obras foram iniciadas antes da emissão do Projeto As Is e, no momento da elaboração deste estudo, encontravam-se em andamento, com a reconformação do platô e a implantação do sistema de canais já materializadas. Essas intervenções têm potencial de reduzir significativamente a infiltração e eliminar condições de instabilidade associadas ao acúmulo superficial, embora sua efetividade dependa da avaliação a partir do monitoramento pós-obra.

A Figura a seguir apresenta vista aérea da PDE Grota 3 durante a execução das obras, evidenciando a extensão das intervenções, enquanto a próxima ilustra a planta de locação da terraplenagem e dos dispositivos de drenagem previstos no Projeto de Adequação do Platô. Estudos a médio e longo prazo deverão avaliar a performance das soluções adotadas, com expectativa de favorecer a drenagem, estabilizar a estrutura e contribuir para a mitigação definitiva dos riscos identificados.



Figura 4-22 – Evidência do início das obras de adequação do platô da PDE Grota 3 em fevereiro de 2025

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2025a, b.

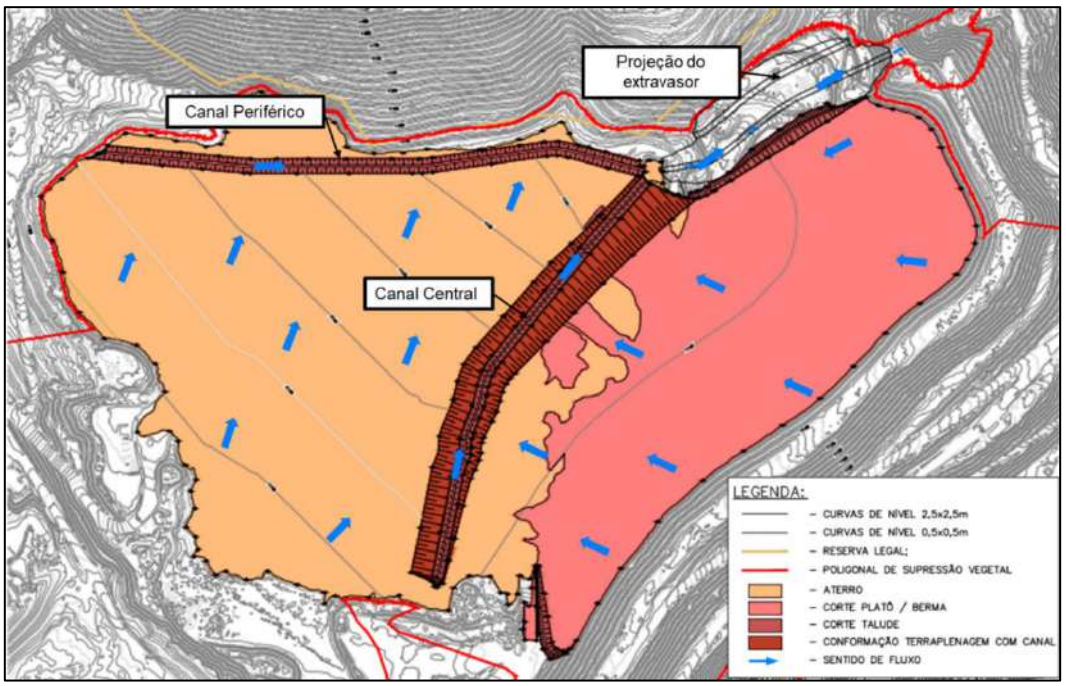


Figura 4-23 – Planta da Locação da Terraplenagem, com destaque para os dispositivos de drenagem previstos

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2025a, b.

4.4.2.6. Dique Auxiliar da Barragem 5

O Dique Auxiliar da Barragem 5 foi construído ao final da década de 1980, dentro do reservatório da Barragem 5, sobre o próprio rejeito, por método construtivo a montante. Nessa configuração, conforme prevê a legislação, foi necessária a descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5.

Vale destacar que a descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 foi executada em 2022, tendo sua formalização realizada por meio de projeto As Built. (RL-1850AC-X-80635_REV1 - DF+, 2023). Segundo o Reporte Trimestral de Descaracterização de Barragens (ANM, 2023), referente a maio de 2023, após ação de fiscalização, a equipe da ANM verificou a finalização da descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5.

4.4.2.6.1. Contenção provisória do Dique Auxiliar da Barragem 5

A concepção da obra de contenção no Dique Auxiliar da Barragem 5 foi fundamentada em critérios de segurança geotécnica, estabilidade hidráulica e viabilidade operacional imediata, com base nas recomendações do Relatório de Inspeção de Segurança Regular – RISR (2º Ciclo/2020) (VALE, 2021c) e em estudos de ruptura hipotética (*Dam Break*) conduzidos previamente à elaboração do projeto.

A concepção do projeto do Dique Auxiliar da Barragem 5 considerou a necessidade de implantação de contenção provisória na crista da Barragem 5, a jusante do Dique, com o objetivo de garantir a estabilidade do maciço e a segurança da área adjacente durante as etapas iniciais da descaracterização definitiva.

A solução consistiu na implantação de uma contenção em gabiões metálicos, preenchidos com brita, apoiada sobre berma intermediária já existente. A estrutura foi composta por manta geotêxtil filtrante, dreno tipo chimbo e geomembrana PEAD, permitindo controle hidráulico e retenção de partículas. Essa abordagem foi adotada por minimizar movimentações de solo, evitar cortes no corpo do dique e reduzir os impactos ambientais associados à obra. O dimensionamento considerou a manutenção do escoamento superficial e a dissipação de energia, prevenindo erosões na base e nas margens da estrutura (VALE, 2021b).

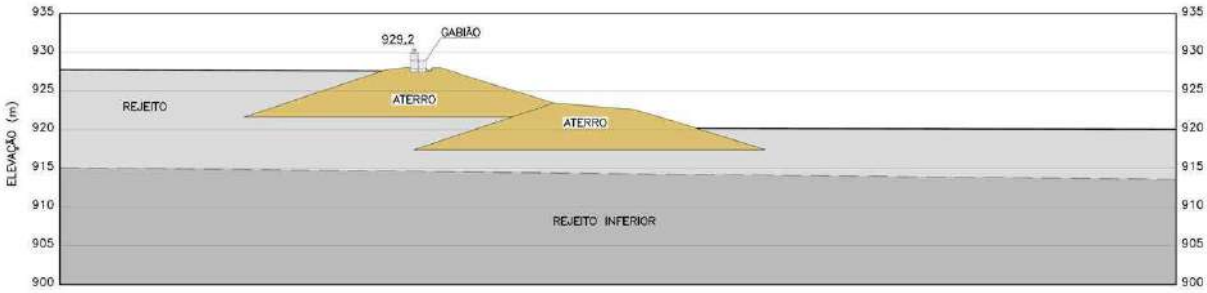


Figura 4-24 - Seção Típica do Dique Auxiliar. (Pimenta de Ávila, 2015/RD-546-RL-30154-02 Apud VALE, 2021b)

A geometria projetada foi definida a partir de levantamentos topográficos atualizados, resultando em seção trapezoidal com ancoragem lateral em solo compactado e disposição da crista com inclinação de 2% para jusante, revestida com brita graduada para garantir escoamento seguro. A **Figura 4-25** apresenta o corte esquemático da estrutura com o aterro de reforço e os elementos de drenagem previstos.

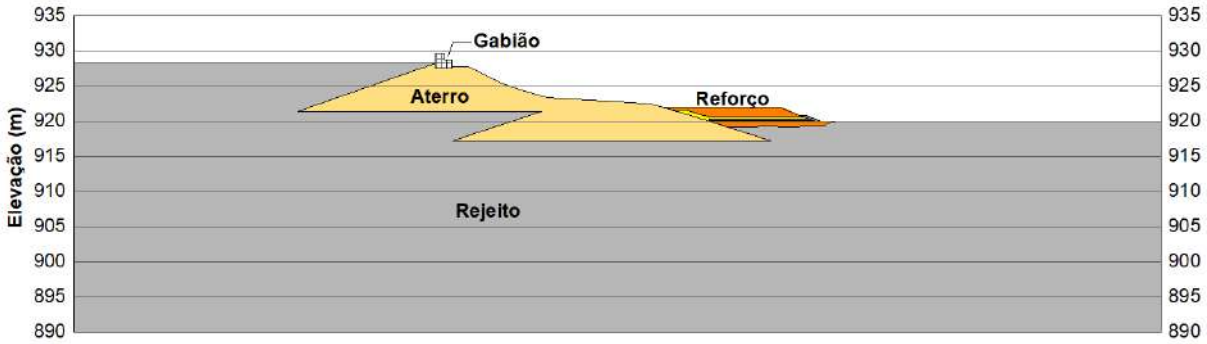


Figura 4-25 - Seção típica de projeto do Dique Auxiliar, com construção do aterro de reforço. (DF+Engenharia, 2019/ DF19-166-1-EG-RTE-0037 Apud VALE, 2021b).

A avaliação geotécnica da estrutura foi embasada em ensaios de campo e modelagens numéricas, que determinaram os fatores de segurança esperados nas condições de operação da contenção. As análises foram conduzidas pelas consultorias GEOESTÁVEL e TPF Engenharia, e os resultados constam no RISR 2º Ciclo/2020 (VALE, 2021c).

As principais características técnicas da estrutura original do Dique Auxiliar da Barragem 5, que fundamentaram o dimensionamento da contenção provisória emergencial, estão sistematizadas no quadro a seguir. Essas informações incluem parâmetros de geometria, volume, drenagem e instrumentação, conforme o **Quadro 4-14** (VALE, 2021c).

Quadro 4-14 – Parâmetros da Estrutura do Dique Auxiliar da Barragem 5

Parâmetro Técnico	Descrição
Nome da estrutura	Dique Auxiliar da Barragem 5
Finalidade original	Contenção de sedimentos (inativa)
Tipo de barramento	Aterro compactado com dreno
Altura máxima (m)	11,7
Cota da crista (m)	1.162,4
Volume total do reservatório (m³)	2.217.541
Comprimento do barramento (m)	113,3
Tipo de seção	Seção homogênea com berma intermediária
Sistema de drenagem	Dreno interno tipo chimbo e talude
Instrumentação existente	Nível d'água, inclinômetro e piezômetro (em operação)

Fonte: VALE, 2021c – RISR 2º Ciclo/2020

A **Figura 4-26** complementa a caracterização da concepção, ao apresentar o arranjo geral da Barragem 5 e do Dique Auxiliar, com indicação da posição relativa da contenção emergencial e sua conexão com o sistema de drenagem existente (VALE, 2021b).

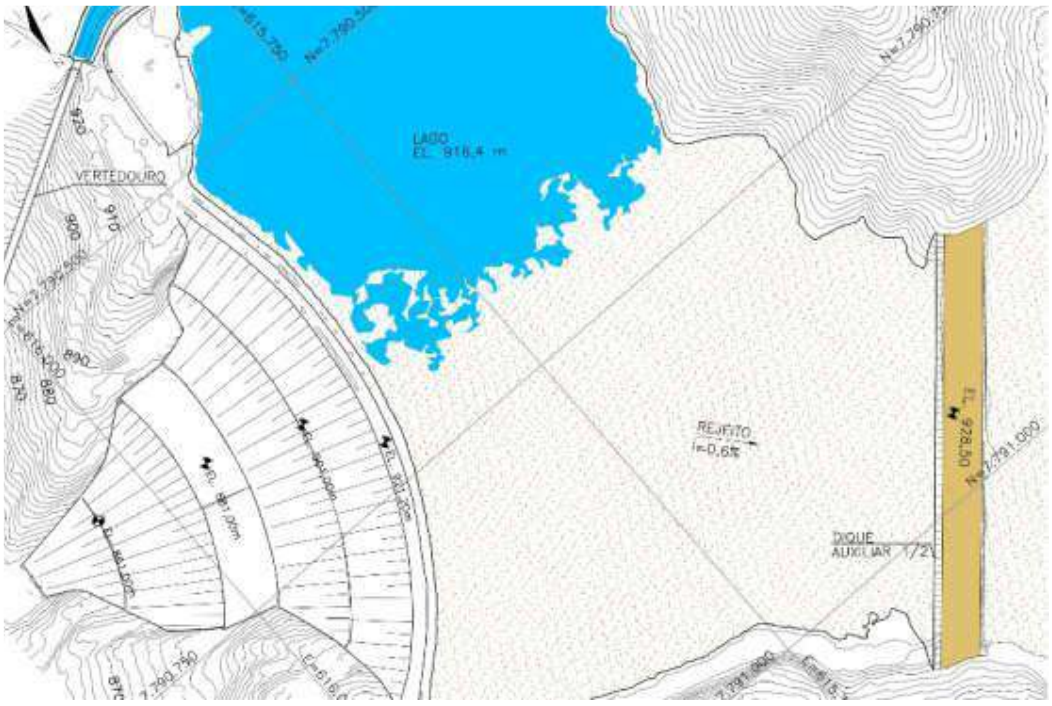


Figura 4-26 - Arranjo Geral da Barragem 5 e Dique Auxiliar (Pimenta de Ávila, 2015/ RL-1850AC-X-00895 Apud VALE, 2021b).

A execução da contenção provisória foi formalmente comunicada ao órgão ambiental e a concepção adotada foi integralmente orientada pelos princípios de segurança estrutural, simplicidade construtiva e compatibilidade com a topografia local, assegurando eficácia no controle do risco durante a transição para a fase de descaracterização definitiva da estrutura.

4.4.2.6.2. Supressão de indivíduos arbóreos no Acesso à Barragem 5

A intervenção de supressão preventiva de indivíduos arbóreos na estrada de acesso à Barragem 5 não exigiu a elaboração de projeto de engenharia no formato tradicional, uma vez que não envolveu obras civis ou alterações estruturais na via existente. A concepção técnica da atividade baseou-se em inspeções de campo realizadas por equipe especializada, que identificaram indivíduos arbóreos com sinais de instabilidade estrutural e risco iminente de queda, representando potencial ameaça à segurança de trabalhadores e equipamentos.

Conforme descrito nos documentos PIA e PRADA (VALE, 2022ab), os indivíduos suprimidos estavam localizados em faixa marginal consolidada de uso operacional, com cobertura vegetal esparsa e inserida em ambiente antropizado. A decisão pela supressão considerou a ausência de função ecológica relevante da vegetação e a viabilidade técnica de manejo localizado, sem necessidade de implantação de acessos, terraplenagem ou estruturas auxiliares.

A operação foi planejada com base em procedimentos internos da empresa, com utilização de equipamentos portáteis e equipe treinada, respeitando as condicionantes legais e ambientais aplicáveis.

4.4.2.6.3. Concepção do Projeto de Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5

O Projeto Detalhado de Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 é documentado no relatório RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022). Segundo o documento, a descaracterização foi dividida em duas fases principais, sendo a primeira associada a adequações do sistema de drenagem, especialmente na região próxima ao barramento; e a segunda a etapa de descaracterização propriamente dita.

A seguir são apresentadas as principais estruturas de drenagem previstas, enquanto a **Figura 4-27** ilustra o arranjo geral dessas estruturas.

- Vala-01 (adjacente à margem esquerda): escavada parcialmente em rejeito e parcialmente em terreno natural, onde foi previsto acesso para os equipamentos. Foi prevista escavação da Vala-01 com 4,0 m de profundidade junto à margem esquerda do Dique Auxiliar, e execução de poço em região a montante da Vala-01;

- Vala-02: executada longitudinalmente e a aproximadamente 95 m de distância a montante da crista do dique com inclinação nula (declividade de fundo igual a 0%). Para esta vala foi prevista escavação com 3,0 m de profundidade e taludes 1V:3H;
- Vala-03 (longitudinal ao maciço do dique): já existente, foi previsto seu aprofundamento e alargamento. Esta vala foi projetada com escavação de 2,0 m de profundidade e taludes 1V:3H;
- Valas transversais (VT): as valas transversais, executadas em toda a extensão do dique, foram previstas com 2,0 m de profundidade em toda sua extensão, declividade nula e com taludes de inclinação 1V:3H, com comprimento aproximado de 80 m.

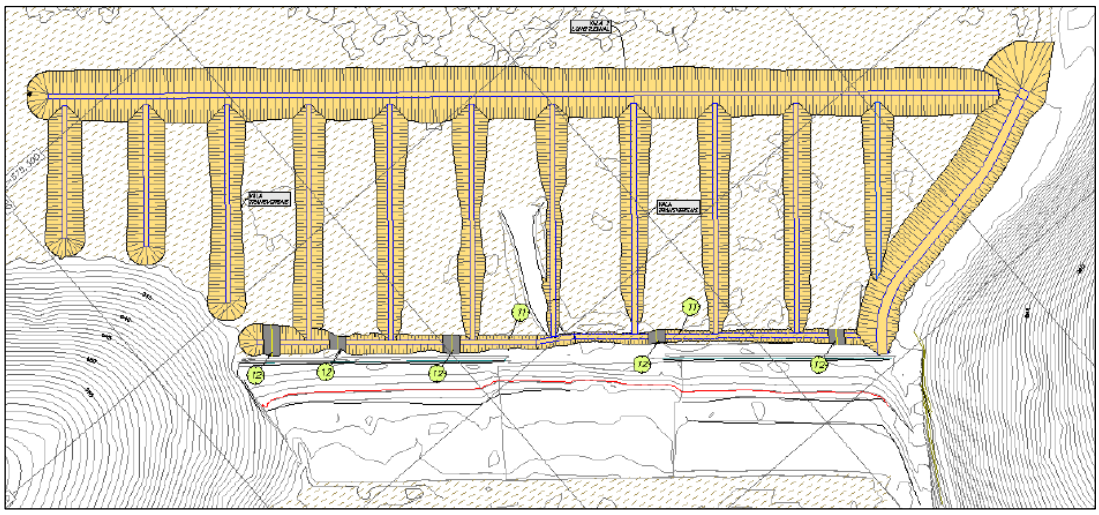


Figura 4-27 - Arranjo geral das estruturas de drenagem.

Fonte: RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

A segunda fase, considerada a etapa de descaracterização propriamente dita, se deu após as obras das estruturas de drenagem. Foram previstas escavações em faixas paralelas ao barramento do Dique Auxiliar, de montante para jusante, entre valas transversais. A geometria final apresenta inclinação de 4% com a horizontal (~2°) e não possui função de barramento, sendo apenas uma geometria de praia com inclinação do ângulo de repouso.

A sequência construtiva da obra de descaracterização do Dique Auxiliar foi dividida em dez etapas:

- Etapa 1:
  - Mobilização de equipamentos e colaboradores;
  - Limpeza e preparação de acessos;

- Etapa 2:
  - Instalação da bomba no poço;
  - Escavação da Vala-01. Para a escavação desta vala o equipamento deverá ficar sobre o acesso em terreno natural existente na margem esquerda;
  - Disposição do material escavado na região à jusante do dique, com utilização de caminhões para o transporte e tratores para o espalhamento;
- Etapa 3:
  - Escavação da Vala-02 (vala de drenagem longitudinal) com disposição do material em área adjacente;
  - Escavação da vala transversal próxima à ombreira direita;
- Etapa 4:
  - Escavação das demais valas transversais com deposição do material nas praças de 20 m;
- Etapa 5:
  - Alargamento e aprofundamento da vala longitudinal existente junto ao dique;
  - Lançamento de lastro granular para criação de acesso das praças de 20,0 m à crista do dique;
  - Remoção da estrutura em gabião-caixa sobre o Dique Auxiliar;
  - Transporte do material escavado para jusante com auxílio de tratores.
- Etapa 6:
  - Escavação do rejeito entre as valas transversais na geometria final;
  - Transporte do material escavado para jusante com auxílio de tratores.

A escavação do rejeito entre valas foi dividida em duas fases e na fase aqui denominada Etapa 6.1, após a remoção de todo material entre valas até 2,0 m de profundidade, deve-se aprofundar a vala VT3 até a cota final de projeto, escavação das valas transversais na elevação de final do projeto (4%) na região onde o entre valas estiver com praça plana e finalmente a escavação final entre valas na geometria final. Ver desenhos 1850AC-X-04739 e 1850AC-X-04740.

- Etapa 7:
  - Escavação parcial das praças de trabalho remanescentes;
  - Escavação do alteamento do dique na cota e inclinação de projeto;
  - Espalhamento do material escavado com auxílio de tratores
- Etapa 8:
  - Regularização das valas transversais a montante para a cota e inclinação de projeto;
- Etapa 9:
  - Fechamento das valas longitudinais com material escavado;
- Etapa 10:
  - Remoção da bomba da vala da ombreira esquerda;
  - Fechamento da vala da ombreira esquerda;

A seção típica e o arranjo geral da estrutura após a descaracterização do Dique Auxiliar são apresentados na **Figura 4-28**.

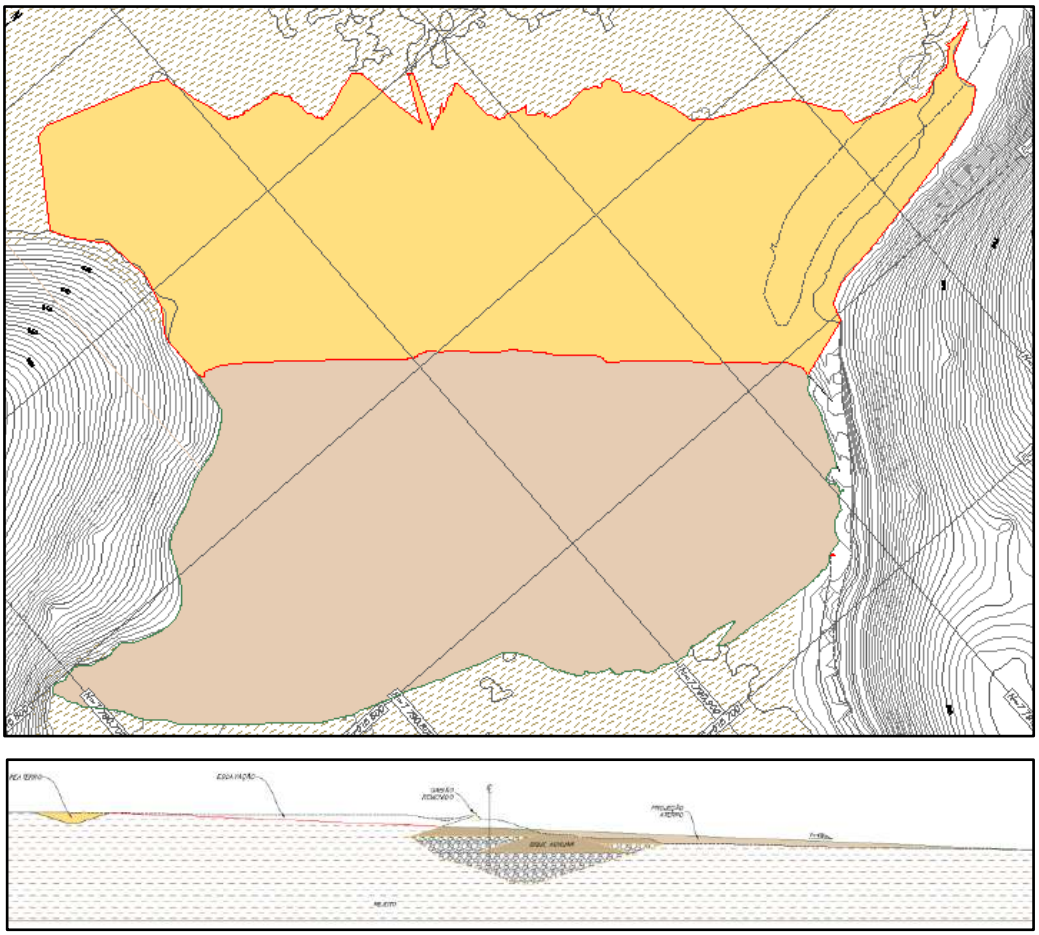


Figura 4-28 - Arranjo geral e perfil do projeto executivo de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5.

Fonte: RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

As principais características técnicas da estrutura original do Dique Auxiliar da Barragem 5, que fundamentaram o dimensionamento da contenção provisória emergencial, estão sistematizadas no quadro a seguir. Essas informações incluem parâmetros de geometria, volume, drenagem e instrumentação, conforme o **Quadro 4-15** (VALE, 2021c).

Quadro 4-15 – Parâmetros da Estrutura do Dique Auxiliar da Barragem 5

Parâmetro Técnico	Descrição
Nome da estrutura	Dique Auxiliar da Barragem 5
Finalidade original	Contenção de sedimentos e rejeitos (inativa)
Tipo de barramento	Aterro compactado com dreno
Altura máxima (m)	11,7
Cota da crista (m)	1.162,4
Volume total do reservatório (m³)	2.217.541

Parâmetro Técnico	Descrição
Comprimento do barramento (m)	113,3
Tipo de seção	Seção homogênea com berma intermediária
Sistema de drenagem	Dreno interno tipo chimbo e talude
Instrumentação existente	Nível d'água, inclinômetro e piezômetro (em operação)

Fonte: VALE, 2021c – RISR 2º Ciclo/2020

4.5. FASE DE IMPLANTAÇÃO

A fase de implantação é considerada a fase referente às atividades efetivas de descaracterização das barragens e estabilização/fechamento das Grotas. A seguir é apresentado um descritivo das ações realizadas nessa fase.

Ressalta-se que os dados apresentados nos subitens a seguir, referentes às intervenções de implantação das estruturas, baseiam-se no planejamento executivo disponível até o momento da elaboração deste Estudo. Considerando o caráter dinâmico das obras, os quantitativos, métodos construtivos, sistemas auxiliares e demais elementos técnicos poderão ser ajustados em função da evolução dos serviços, atualizações nos projetos executivos ou recomendações oriundas do acompanhamento técnico de campo. Todas as atualizações seguem os procedimentos internos de controle da Vale S.A. e os marcos regulatórios aplicáveis.

4.5.1. Caracterização e Quantificação da Mão de Obra

A empresa prioriza, sempre que possível, a contratação de mão de obra local, contribuindo para a geração de renda e fortalecimento da economia regional. Essa diretriz integra os compromissos da empresa com a responsabilidade social corporativa e está prevista no planejamento operacional do projeto.

4.5.1.1. Reforço da Barragem 6

A execução das obras de reforço da Barragem 6 demandará a mobilização de mão de obra especializada a ser contratada de forma temporária ao longo das diferentes fases do empreendimento. As atividades previstas exigem a presença de profissionais qualificados nas áreas de engenharia geotécnica, topografia, operação de máquinas pesadas, controle tecnológico de solos, segurança do trabalho e apoio administrativo.

A estimativa média de trabalhadores diretos ao longo da fase principal de execução, considerando as etapas de rebaixamento, execução das bermas e drenagem, é de aproximadamente 13 pessoas, podendo chegar a até 31 trabalhadores nos momentos de maior demanda.

A composição da equipe deve incluir os seguintes perfis profissionais:

- Engenheiro residente e engenheiro de segurança;
- Técnicos em geotecnia, topografia e meio ambiente;
- Encarregados e mestres de obra;
- Operadores de escavadeira, caminhão e equipamentos auxiliares;
- Trabalhadores de apoio à execução, carga e transporte;
- Auxiliares de campo, vigias e pessoal de serviços gerais.
- Acompanhamento técnico de obra (ATO) responsável por garantir a conformidade da execução das atividades com as premissas do projeto.

Sempre que possível, a contratação da mão de obra priorizará residentes nos municípios do entorno, especialmente Nova Lima e região metropolitana de Belo Horizonte, promovendo benefícios socioeconômicos locais e fortalecendo a integração com a comunidade.

As atividades serão realizadas em jornadas diurnas, com turnos operacionais padronizados, respeitando a legislação trabalhista e normas de segurança aplicáveis às atividades em obras de infraestrutura. Todos os trabalhadores deverão receber treinamento específico sobre as normas de segurança do projeto, bem como orientações sobre procedimentos ambientais, rotas de emergência e prevenção de acidentes.

4.5.1.2. Descaracterização da Barragem 6

A execução das obras de descaracterização da Barragem 6 demandará a mobilização de força de trabalho composta por profissionais de diferentes níveis de qualificação, a serem contratados conforme as exigências das etapas de implantação do projeto. Durante o pico das atividades, está prevista a mobilização de aproximadamente 58 trabalhadores, abrangendo desde profissionais especializados em engenharia e geotecnia até trabalhadores da construção civil e serviços gerais. Essa força de trabalho estará alocada em frentes como: preparação da área (acessos, supressão vegetal e limpeza), execução das obras de retaludamento, escavação e drenagem, instalação de instrumentação e recuperação ambiental da área descaracterizada (GEOESTÁVEL, 2024b).

A composição da equipe será formada, predominantemente, por profissionais com qualificação operacional — como operadores de escavadeiras hidráulicas, caminhões basculantes, motoniveladoras e compactadores —, além de técnicos especializados nas áreas de topografia, meio ambiente, geotecnia e instrumentação, bem como engenheiros responsáveis pelas frentes de obra. Também haverá necessidade de suporte logístico, com motoristas, cozinheiros, pessoal de limpeza, vigilância e administrativos (GEOESTÁVEL, 2024c).

Conforme diretriz prevista nos documentos de planejamento da obra, será priorizada a contratação de mão de obra local, especialmente para funções de apoio e operacionais, contribuindo para o fortalecimento da economia regional e geração de emprego nos municípios do entorno da Mina de Águas Claras, especialmente Nova Lima/MG (GEOESTÁVEL, 2024a). Todas as contratações deverão respeitar a legislação trabalhista vigente e os protocolos de saúde, segurança e meio ambiente estabelecidos pela contratante e pelos órgãos competentes.

4.5.1.3. Descaracterização da Barragem 7A

As obras de descaracterização da Barragem 7A demandarão a mobilização de mão de obra especializada e apoio operacional ao longo de suas diferentes etapas. Conforme informações apresentadas no Fórum de Conclusão de Fase (VALE, 2024b) e no Projeto Executivo (RL-1850AC-X-81257, Geoestável, 2025), estima-se que, no pico das atividades, aproximadamente 58 trabalhadores diretos estejam envolvidos, distribuídos em dois turnos de trabalho contínuos. Além da equipe direta, haverá mobilização de profissionais indiretos para transporte, manutenção, alimentação e logística.

A concentração de pessoal será maior durante as fases de escavação dos sedimentos, retaludamento do maciço, conformação de taludes, implantação do canal principal e execução das camadas de transições granulométricas. A equipe incluirá operadores de máquinas pesadas, operários de obras civis, encarregados de frente, técnicos de segurança, motoristas, topógrafos, bem como profissionais de apoio técnico e logístico.

As atividades seguirão o cronograma executivo validado no Gate Técnico FEL 3 (VALE, 2024a), priorizando as janelas climáticas secas para execução de serviços críticos, como movimentação de solo e montagem do revestimento em gabião-colchão.

A gestão da mão de obra será realizada por empresa contratada, sob supervisão da Vale S.A., com estrutura de apoio formada por canteiro próprio, oficinas de manutenção leve e áreas para armazenamento de insumos (brita, areia, gabiões). Serão adotadas medidas de controle

de acesso, treinamentos obrigatórios e fornecimento de EPIs, em conformidade com as exigências da NR-18 e NR-33 e com a implementação de um Plano de Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (PGR).

4.5.1.4. Descaracterização da Barragem 8B

As obras de descaracterização da Barragem 8B foram conduzidas sob responsabilidade da Vale S.A., com contratação de empresa especializada para execução em campo. Durante o período de atividades, foi mobilizada uma equipe composta por 58 trabalhadores diretos, distribuídos entre operadores de equipamentos (escavadeiras e tratores), ajudantes de obras civis, técnicos de campo, encarregados, topógrafos, motoristas e equipe de apoio logístico (GEOESTÁVEL, 2019 - RL-1850AC-X-80071)

As frentes de trabalho foram organizadas em turnos operacionais, com atuação simultânea nas seguintes atividades principais:

- Implantação e manutenção do acesso operacional ao pé do talude;
- Construção do aterro em enrocamento na jusante, com aproximadamente 12.900 m³ de material;
- Remoção do alteamento montante e reconformação topográfica do reservatório;
- Execução do canal central para direcionamento da drenagem superficial;
- Demolição do vertedouro existente e implantação da cobertura vegetal.

O planejamento e execução foram concentrados nos períodos de menor precipitação, com o objetivo de minimizar riscos operacionais, especialmente em trechos sujeitos a escavação de sedimentos e movimentação de enrocamento. As condições de trabalho foram controladas por meio de fornecimento de EPIs, treinamentos obrigatórios, controle de acesso, transporte e alimentação.

A mão de obra mobilizada refletiu a natureza técnica e a complexidade das intervenções, que envolveram desde escavações controladas até a conformação de estruturas hidráulicas em padrões compatíveis com critérios normativos de segurança geotécnica e hidrológica.

4.5.1.5. PDE Grota 2

A previsão de mão de obra associada às futuras obras de estabilização e controle hidrológico da PDE Grota 2 baseia-se no escopo conceitual do projeto, definido até o momento com base no projeto conceitual (DF+, 2022) e nas diretrizes gerais de ações emergenciais estruturadas para a Mina de Águas Claras (VALE, 2024).

Portanto, considerando a natureza das intervenções previstas – incluindo a execução de reforço em enrocamento a jusante, implantação de sistema de drenagem superficial, adequações de acessos e instalação de instrumentação geotécnica – estima-se que as obras deverão demandar, em seu pico, um contingente de mão de obra de 35 trabalhadores, composta majoritariamente por profissionais da construção civil, operadores de máquinas, técnicos em geotecnia e encarregados de obras. Adicionalmente, deverão ser contratados profissionais para as atividades de topografia, apoio logístico, segurança do trabalho e supervisão ambiental.

Espera-se, entretanto, que seja priorizada a contratação de mão de obra local e regional, de modo a fomentar a economia nas comunidades do entorno do empreendimento, diretriz já observada em obras similares da MAC (VALE, 2024).

4.5.1.6. PDE Grota 3

A caracterização da mão de obra prevista para as atividades de descaracterização da PDE Grota 3 considera, neste momento, apenas a fase de adequação do platô, que se encontra em execução conforme os projetos de engenharia elaborados pela TPF Engenharia (2025a, 2025b, 2025c). As demais etapas, como o fechamento definitivo da estrutura, ainda estão em fase de planejamento, e não possuem estimativas consolidadas de recursos humanos ou cronogramas de execução definidos.

Durante a fase atual, as obras envolvem atividades de movimentação de terra, conformação topográfica, implantação de sistemas de drenagem, instalação de instrumentação geotécnica e estabilização de taludes. Tais frentes de serviço demandam equipes compostas por operadores de máquinas pesadas, técnicos em geotecnia, engenheiros civis, sondadores, auxiliares de topografia, equipe de apoio e profissionais de segurança do trabalho.

Em função da natureza localizada e técnica das intervenções em andamento, a mobilização de mão de obra tem sido progressiva, com predominância de trabalhadores especializados contratados por empresas terceirizadas, sob coordenação da equipe técnica da Vale. A maior parte da mão de obra envolvida na fase atual é temporária e foi alocada exclusivamente para atender à frente de obras do platô. Prevê-se que obras na PDE Grota 3 sejam alocados 35 trabalhadores.

4.5.1.7. Supressão de indivíduos arbóreos na Estrada de Acesso à Barragem 5

A atividade de supressão preventiva de indivíduos arbóreos na estrada de acesso à Barragem 5 contou com uma equipe reduzida, composta por operadores de motosserra, técnicos ambientais e auxiliares de campo. As ações foram executadas por pessoal já mobilizado no

empreendimento, sem necessidade de contratações adicionais ou estruturas de apoio. A operação foi concluída em curto prazo, com foco em segurança e mínimo impacto operacional.

4.5.1.8 Contenção provisória do Dique Auxiliar da Barragem 5

As obras emergenciais relacionadas à contenção provisória do Dique Auxiliar da Barragem 5 mobilizaram entre 15 e 30 profissionais, conforme estimativa técnica presente no Plano de Utilização Pretendida (VALE, 2024d - PUP). Essa mão de obra contemplou trabalhadores de diferentes especialidades, incluindo operadores de máquinas, técnicos de segurança, engenheiros, auxiliares de campo e equipe de apoio logístico. A execução da obra ocorreu entre os meses de abril e dezembro de 2021, conforme informado nos comunicados oficiais da VALE S.A. (VALE, 2021a), com regime de trabalho diurno e sem interferência em áreas urbanas.

4.5.1.9 Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5

As obras de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 contaram com mobilização significativa de mão de obra, conforme registrado no relatório de conformidade ambiental elaborado pela TPF Engenharia. Ao todo, foram mobilizados 76 colaboradores pela Construtora Barbosa Mello S/A, distribuídos entre profissionais das áreas técnica, administrativa e operacional. A composição da equipe envolveu funções como operadores de máquinas, pedreiros, armadores, ajudantes, encarregados, técnicos de segurança, engenheiros, entre outros, assegurando a execução das atividades conforme o planejamento das dez etapas construtivas do projeto (DF+, 2022).

Além disso, o plano de intervenção previa a utilização de equipamentos tripulados e não tripulados, incluindo a instalação de shelters no interior do reservatório para operação remota, o que exigiu suporte técnico e operacional desde os serviços preliminares até a desmobilização final, entre janeiro e dezembro de 2022 (VALE, 2022).

4.5.2. Infraestrutura de Apoio necessária à implantação do Empreendimento

A seguir serão apresentadas as informações referentes a infraestrutura de apoio para a descaracterização das barragens e estabilização/fechamento das Grotas, conforme solicitado no Termo de Referência utilizado para a elaboração do presente Estudo.

4.5.2.1. Diretrizes adotadas para a escolha do local de instalação e os procedimentos para a implantação da infraestrutura de apoio

A implantação das infraestruturas de apoio às obras de reforço, descaracterização e estabilização das estruturas da Mina de Águas Claras foi definida com base em critérios técnicos, ambientais, logísticos e operacionais, visando garantir a viabilidade das frentes de serviço, a segurança das equipes e a minimização de impactos durante a execução.

De forma geral, a escolha dos locais de apoio priorizou áreas inseridas dentro da Área Diretamente Afetada (ADA) ou em infraestruturas já existentes na própria Mina de Águas Claras. Essas áreas apresentavam condições logísticas e operacionais favoráveis, baixa sensibilidade ambiental e compatibilidade com o histórico de uso da região. A implantação buscou evitar intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APP), zonas de recarga hídrica e fragmentos de vegetação nativa em estágio médio ou avançado de regeneração, conforme identificado nos levantamentos ambientais e nos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs).

As instalações de apoio foram dimensionadas com base nos requisitos dos projetos e no cronograma das obras, garantindo fluidez logística, distanciamento adequado das zonas instrumentadas, segurança estrutural e facilidade de acesso para o transporte de insumos e equipamentos. Os módulos temporários (almoxarifados, sanitários, oficinas e containers administrativos) foram instalados com base compactada, drenagem provisória, cercamento e controle de acesso, seguindo as normas técnicas e ambientais aplicáveis.

As atividades operacionais contaram ainda com apoio logístico das instalações permanentes da VALE, localizadas nas proximidades das áreas de intervenção, otimizando a gestão de materiais, resíduos e pessoal técnico.

Ao final das obras, está prevista a desmobilização total das estruturas temporárias e a reconformação ambiental das áreas utilizadas, conforme estabelecido nos respectivos PRADs.

4.5.2.2. Canteiro de obras

A concepção e implantação dos canteiros de obras associados às intervenções na Mina de Águas Claras — incluindo reforço, descaracterização e estabilização das estruturas — seguiram diretrizes técnicas, ambientais e logísticas comuns, voltadas à segurança operacional, racionalização de recursos e minimização de impactos.

De forma integrada, os canteiros foram implantados em áreas previamente antropizadas, compatíveis com o histórico de uso da mina, priorizando locais com acesso facilitado,

topografia favorável e distantes de zonas sensíveis, como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e fragmentos de vegetação nativa em estágio de regeneração. Essa escolha evitou a abertura de novas frentes de intervenção, contribuindo para o cumprimento dos compromissos ambientais estabelecidos nos respectivos PRADs.

As infraestruturas de apoio foram compostas por estruturas temporárias e modulares, adaptadas conforme as necessidades de cada fase de obra, e incluíram escritórios técnicos, sanitários, áreas de convivência, almoxarifado, pátios de estocagem e áreas de estacionamento.

Todos os canteiros seguem diretrizes de controle ambiental e segurança do trabalho, com destaque para: cercamento e sinalização das áreas, controle de acesso, implantação de sistemas de drenagem superficial, gestão de resíduos sólidos e efluentes sanitários, e treinamentos periódicos das equipes envolvidas. As estruturas foram desmobilizadas ao término das atividades, com posterior reconformação e revegetação das áreas, conforme definido nos planos de encerramento.

De forma geral, as áreas escolhidas para instalação dos canteiros estiveram inseridas dentro da Área Diretamente Afetada (ADA) dos projetos ou em trechos previamente utilizados pela operação da mina, evitando, assim, novas interferências em APPs, zonas de recarga hídrica ou fragmentos de vegetação em estágio médio ou avançado de regeneração. O apoio logístico a todas as estruturas foi viabilizado pelas instalações permanentes da Vale, localizadas nas proximidades das áreas de intervenção, o que permitiu a racionalização dos recursos e o aumento da eficiência operacional. Esse arranjo permitiu que todas as estruturas de apoio fossem concentradas em áreas previamente ocupadas, integradas à dinâmica operacional já estabelecida pela Vale S.A.

4.5.2.3. Alojamentos

No escopo dos Projetos de Engenharia para a descaracterização das Barragens e para obras de estabilização/fechamento das Grotas, não está prevista a implantação de estruturas de alojamento para trabalhadores. Além disso, cconsiderando a natureza temporária das intervenções e a proximidade com o centro urbano de Nova Lima (MG), não foram implantados alojamentos permanentes ou estruturas residenciais no canteiro de obras.

De acordo com os relatórios técnicos elaborado pelas consultorias responsáveis, o planejamento das obras considera o uso de mão de obra local ou contratada com logística de transporte diário a partir da região, o que dispensa a necessidade de moradias temporárias no canteiro. A ausência de alojamento reduz o porte da infraestrutura de apoio necessária,

minimiza interferências ambientais adicionais e está alinhada à estratégia de ocupação restrita das áreas operacionais da Mina de Águas Claras. Dessa forma, os trabalhadores envolvidos no empreendimento serão transportados diariamente até o local da obra, com apoio de estrutura provisória de apoio no canteiro (como refeitório, sanitários e área de descanso), sem pernoite na área do empreendimento.

4.5.2.4. Pátio de estacionamento de máquinas e veículos

A implantação dos pátios de estacionamento de máquinas e veículos nas intervenções realizadas na Mina de Águas Claras seguiu diretrizes técnicas e ambientais unificadas, voltadas à otimização logística, à segurança operacional e à minimização dos impactos ao meio ambiente. As áreas foram estrategicamente posicionadas dentro da Área Diretamente Afetada (ADA) ou em infraestruturas preexistentes da mina, evitando a abertura de novas áreas e reforçando o uso racional do território já alterado.

As localizações escolhidas consideraram a proximidade das frentes de serviço, a declividade do terreno, a estabilidade geotécnica e a conectividade com os acessos internos da mina. Essa escolha favoreceu o deslocamento eficiente de veículos e equipamentos, bem como a integração com os canteiros de obras e demais estruturas de apoio.

.Todos os pátios foram preparados com base compactada e sistema de drenagem superficial, incluindo valetas, canaletas e caixas coletoras, para contenção e direcionamento adequado do escoamento pluvial. Entretanto, é importante ressaltar que esse não é o formato padrão adotado para todas as áreas instaladas nas diferentes frentes de obra. A infraestrutura mais completa foi implantada especificamente nos canteiros de obras das atividades de descaracterização de barragens, que exigem maior controle ambiental e técnico. Tais instalações seguem as normas aplicáveis de segurança e meio ambiente para áreas com potencial de geração de resíduos perigosos.

Diante disso, foram adotadas medidas de segurança operacional e ambiental como:

- Delimitação física das áreas com sinalização e controle de acesso;
- Setorização para separação entre equipamentos pesados e veículos leves;
- Implantação de bacias de contenção em áreas de abastecimento;
- Monitoramento de vazamentos e resíduos, com plano de contingência para acidentes ambientais;
- Destinação adequada dos resíduos conforme a NBR 10.004/2004.

Durante todo o período de execução das obras, as áreas de estacionamento foram geridas por equipes responsáveis pela organização da frota, controle de tráfego e inspeções de rotina. Essa abordagem permitiu a operação segura das estruturas e a fluidez das atividades em campo, com foco na prevenção de impactos ambientais e no cumprimento das normas de segurança do trabalho (NR-18 e NR-22).

Ao final das atividades, os pátios serão completamente desmobilizados e submetidos a reconformação topográfica e revegetação assistida, conforme previsto nos respectivos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), garantindo a reintegração ambiental das áreas ocupadas.

4.5.2.5. Máquinas e equipamentos necessários

A execução das obras de reforço, descaracterização e estabilização geotécnica nas estruturas da Mina de Águas Claras — que incluem as Barragens 6, 7A e 8B, as Pilhas de Estéril Grota 2 e 3, o Dique Auxiliar da Barragem 5 e a estrada de acesso à Barragem 5 — demandou a mobilização de um conjunto diversificado de máquinas e equipamentos pesados e auxiliares, compatíveis com atividades de escavação, reconformação topográfica, drenagem, compactação, revegetação, supressão vegetal e instrumentação.

A seleção e dimensionamento dos equipamentos seguiram os critérios técnicos dos projetos executivos e as características específicas de cada frente de obra. Os equipamentos foram operados por profissionais habilitados, com uso obrigatório de EPI, manutenção preventiva diária e controle ambiental conforme normas NR-12 e NR-22.

Equipamentos utilizados nas frentes de obra

Equipamentos comuns:

- Escavadeiras hidráulicas: escavações em taludes, canais e fundações;
- Tratores de esteira (tipo D6): reconformação e espalhamento de materiais;
- Motoniveladoras: regularização de plataformas e acessos;
- Caminhões basculantes (6x4, 8x4 e toco): transporte de solo, brita e resíduos;
- Caminhões-pipa: aspersão de água para controle de particulados e umidificação;
- Pás carregadeiras e retroescavadeiras: apoio logístico e manuseio de materiais;
- Caminhões munck e guindastes: movimentação de peças e módulos;
- Veículos utilitários (4x4): deslocamento de equipes e suporte técnico;

- Betoneiras, formas metálicas e ferramentas manuais: obras de drenagem e acabamento superficial.

Especificidades por estrutura:

- Barragem 6
  - *Reforço*: uso intensivo de motoniveladoras e compactadores para modelagem de ombreiras e núcleo central.
  - *Descaracterização*: necessidade de motobombas e sifões para rebaixamento d'água, além de manutenção de sistemas de drenagem provisórios (GEOESTÁVEL, 2024).
- Barragem 7A
  - *Intervenções com presença de espelho d'água, exigindo o uso de balsas e motobombas. O transporte em terreno irregular foi realizado com caminhões fora de estrada adaptados (VALE S.A., 2024a).*
- Barragem 8B
  - *Bombas hidráulicas de alta vazão com sistema de sucção e recalque: utilizadas para o esvaziamento do reservatório, conforme registrado no início das obras (DF+, 2020). Esse tipo de equipamento foi essencial para garantir a drenagem da estrutura e possibilitar a execução segura das escavações subsequentes.*
  - *Equipamentos de hidrossemeadura (tanques e canhões pulverizadores acoplados a caminhões): empregados na revegetação das superfícies expostas, favorecendo a integração paisagística da área e a mitigação de processos erosivos.*
  - *Sistema de irrigação e distribuição de mudas: conjunto de ferramentas e veículos adaptados para o plantio manual de espécies nativas, conforme imagens de plantio*
  - *Equipamentos de britagem e seleção (não fixos): embora não documentados com imagens diretas, o uso de materiais com faixas granulométricas controladas (como o enrocamento D50 = 200 mm e 550 mm e transições 1, 2 e 3) indica a mobilização temporária de equipamentos para britagem ou seleção in loco ou em central próxima.*
  - *Sistemas de medição e controle geotécnico e topográfico (instrumentação e drones/fotogrametria): utilizados durante as fases de acompanhamento técnico da obra e validação do "As Built", incluindo o controle da geometria do maciço, perfilamento de cortes e verificação da execução conforme projeto.*

- Pilhas de Estéril Grota 2 e 3
    - *Intervenções geotécnicas com uso adicional de equipamentos de instrumentação e monitoramento, como inclinômetros, piezômetros, datadores de nível, estação total e GPS geodésico, além de sondas e perfuratrizes (DF+, 2022; TPF ENGENHARIA, 2025abc).*
- Dique Auxiliar da Barragem 5
    - *Para a contenção provisória com muro de gabião sobre a crista, foram usadas escavadeiras hidráulicas, pás carregadeiras, caminhões basculantes, caminhões-pipa e compactadores manuais. A escolha por equipamentos leves visou reduzir vibrações e risco de liquefação.*
- Estrada de acesso à Barragem 5 (supressão vegetal preventiva)
    - *Intervenção pontual com uso de motosserras, ferramentas manuais (podões, machados, cordas) e veículo utilitário. Não houve uso de máquinas pesadas, dada a baixa complexidade da atividade (VALE S.A., 2024a).*

Procedimentos operacionais

Todos os equipamentos mobilizados seguiram diretrizes de segurança e controle ambiental, com:

- Inspeções e manutenções diárias;
- Controle de resíduos e óleos lubrificantes;
- Sinalização das áreas operacionais e controle de tráfego interno;
- Apoio logístico com unidades móveis de manutenção e abastecimento, quando aplicável;
- Desmobilização ou redistribuição ao final da obra, conforme cronogramas específicos de final de obras.

4.5.2.6. Vias de acesso existentes

Todas as frentes de intervenção previstas para as obras de reforço, estabilização geotécnica e descaracterização na Mina de Águas Claras utilizaram, preferencialmente, a rede de vias operacionais pré-existentes da antiga atividade minerária, amplamente consolidada e visível por imagem de satélite. Essas vias já apresentavam largura, base compactada e sistema de drenagem adequados ao tráfego de veículos pesados, o que dispensou a abertura de novos

acessos externos ao perímetro da mina, necessitando somente de manutenção e melhorias no acesso.

A partir da portaria de acesso à Mina de Águas Claras, percorrem-se aproximadamente 7 km por estradas internas operacionais da empresa, que conectam os setores de apoio, estruturas desativadas e áreas de intervenção do projeto. Essas vias apresentam largura e capacidade compatíveis com o tráfego de caminhões, escavadeiras e veículos de apoio, sendo utilizadas de forma compartilhada nas intervenções nas Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar da Barragem 5 e nas Pilhas de Estéril Grota 2 e 3.

Eventuais supressões vegetais associadas ao uso dessas vias ocorreram exclusivamente dentro da Área Diretamente Afetada (ADA), sendo restritas a ajustes localizados em faixas de segurança, pontos de manobra e rampas internas. A abertura de áreas ocorreu apenas nas zonas de intervenção direta — como frentes de escavação e plataformas de trabalho — e foi limitada à ADA previamente definida, respeitando as condicionantes ambientais e evitando interferência em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e fragmentos relevantes de vegetação nativa.

Nos poucos casos em que os acessos existentes apresentaram limitações topográficas ou de estabilidade, foram adotadas soluções provisórias e localizadas, dentro do próprio contexto operacional da mina, com estruturas construtivas minimamente invasivas. Essas estratégias foram planejadas com base nas melhores práticas operacionais e ambientais, visando à redução de impactos e à posterior recuperação das áreas afetadas.

De forma geral, a malha de acessos utilizada reflete o aproveitamento racional da infraestrutura remanescente, com mínima intervenção adicional no meio físico e alinhamento aos princípios de sustentabilidade e de otimização logística do empreendimento.

4.5.2.7. Infraestrutura de Energia

A infraestrutura de energia prevista para a implantação da estrutura em questão visa atender às demandas operacionais, administrativas e de apoio técnico durante as fases de execução da obra. A definição do sistema de fornecimento elétrico considerou as necessidades específicas de cada frente de trabalho, bem como a viabilidade de conexão com a rede existente ou, quando necessário, a utilização de fontes alternativas temporárias.

Sempre que possível, foi priorizado o aproveitamento da rede elétrica interna da Mina de Águas Claras, com extensão de ramais de distribuição para os pontos de consumo. A rede foi utilizada para alimentação de sistemas de iluminação, ferramentas elétricas, betoneiras e outros dispositivos auxiliares instalados no canteiro.

A distribuição secundária foi implantada por meio de linhas aéreas e, pontualmente, por canaletas protegidas, considerando as condições topográficas e a segurança operacional. As instalações seguiram as normas técnicas vigentes, como a ABNT NBR 5410 e as exigências da NR-10 para segurança em instalações elétricas.

Nos casos em que não há disponibilidade de rede elétrica direta, são utilizados geradores a diesel, devidamente dimensionados e instalados com contenção de fluídos, atenuação de ruído e sinalização.

Os pontos de consumo típicos incluíram:

- Iluminação de áreas operacionais, administrativas e de circulação (inclusive com uso de postes LED e refletores móveis nas frentes com atividade noturna);
- Equipamentos de monitoramento e comunicação (inclinômetros, piezômetros, dataloggers);
- Sistemas de bombeamento e drenagem, especialmente nas frentes de barragens e diques;
- Ferramentas e equipamentos elétricos de pequeno porte;
- Estruturas de apoio como escritórios, sanitários, refeitórios e almoxarifados temporários.

Após a conclusão das obras, a infraestrutura elétrica é desmobilizada, incluindo a retirada dos quadros provisórios e o desligamento das conexões com a rede da mina, com posterior reconformação ambiental das áreas utilizadas.

Quadro 4-16 – Elementos da Infraestrutura de Energia

Elemento	Descrição / Observações
Fonte principal de energia	Rede elétrica interna da Mina de Águas Claras ou gerador a diesel nas frentes remotas
Distribuição interna	Ramais aéreos ou canaletas protegidas, conforme viabilidade técnica e condições do terreno
Iluminação	Postes em LED, refletores móveis e pontos internos nos módulos de apoio
Tomadas e painéis elétricos	Containers administrativos, oficinas, sanitários e áreas técnicas
Equipamentos atendidos	Ferramentas elétricas, iluminação, bombas, monitoramento geotécnico e cargas dos módulos de apoio
Normas técnicas aplicáveis	ABNT NBR 5410, NR-10 e demais normas vigentes
Sistema de proteção	Disjuntores, DRs, aterramento, proteção contra intempéries e sistema de contenção de óleo (quando aplicável)
Desmobilização	Remoção de equipamentos ao término da obra e recuperação ambiental das áreas utilizadas

4.5.2.8. Combustível

Durante a execução das obras de descaracterização e estabilização das estruturas da Mina de Águas Claras, é necessário o uso contínuo de combustíveis — principalmente óleo diesel S500 — para abastecimento de máquinas pesadas, caminhões e equipamentos auxiliares mobilizados nos canteiros.

A gestão do combustível é realizada de forma controlada, com foco na segurança operacional, na prevenção de impactos ambientais e no cumprimento das normas vigentes, como a ABNT NBR 17505, NR-20 e os critérios estabelecidos pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

O abastecimento das frentes de obra se dá por duas modalidades:

1. Unidades móveis (carretas-tanque ou caminhões-tanque), que atenderam diretamente as frentes com maior movimentação de solo e reconformação;
2. Tanques estacionários temporários, utilizados especificamente em obras de descaracterização de barragens, posicionados em pátios de apoio, com capacidade entre 5.000 e 10.000 litros, dotados de bacia de contenção para 110% do volume, cobertura contra intempéries, controle de acesso, kit de contenção de derramamentos e extintores tipo B.

É importante destacar que o uso de tanques estacionários não é um padrão para todas as frentes de obra, mas sim uma prática associada exclusivamente às atividades de descaracterização de barragens, que demandam infraestrutura fixa e contínua para operação de equipamentos pesados. Nas demais áreas e atividades (como minas paralisadas ou manutenção de acesso), o abastecimento é realizado exclusivamente por caminhões comboio, garantindo mobilidade e atendimento pontual às necessidades operacionais.

A manutenção simples dos equipamentos utilizados nas obras de descaracterização de barragens é realizada em áreas específicas dentro da mina, devidamente preparadas para esse fim, fora das frentes de obra. Essas áreas contam com estrutura adequada para contenção de resíduos e prevenção de vazamentos, evitando riscos de contaminação do solo ou das águas superficiais. Entretanto, é importante destacar que essa prática está restrita às atividades de descaracterização. No caso de minas paralisadas, as manutenções não ocorrem dentro da área da Vale, sendo executadas em oficinas externas, contratadas para atender de forma pontual às demandas operacionais

As operações de abastecimento seguiram protocolos específicos, com equipe treinada, uso obrigatório de EPIs e preenchimento de planilhas de controle. Em caso de emergência, os procedimentos do PAE são aplicáveis..

4.5.3. Mapeamento geotécnico, Levantamentos Topográficos, Estudos Hidrogeológicos e Sedimentologicos

4.5.3.1. Reforço da Barragem 6

A concepção do projeto de reforço da Barragem 6 foi embasada em uma série de estudos técnicos integrados, envolvendo mapeamento geológico-geotécnico, levantamentos topográficos detalhados, investigações hidrogeológicas e caracterizações sedimentológicas. Esses levantamentos forneceram as condições de contorno e os parâmetros necessários para a definição das seções de reforço em material rochoso, em atendimento aos critérios da ABNT NBR 13.028/2017.

Mapeamento geológico-geotécnico

O mapeamento geológico-geotécnico permitiu identificar as principais unidades litológicas presentes na área da barragem, com destaque para solos residuais rasos, saprólito de xisto com diferentes graus de alteração, blocos de itabirito e hematita, e a presença de material orgânico mole próximo ao pé do talude de jusante. A espacialização dessas unidades está representada no Mapa Geológico-Geotécnico da Barragem 6 e entorno imediato que mostra a distribuição das unidades geotécnicas de interesse para o reforço da estrutura (TPF ENGENHARIA, 2024). Com base nas sondagens realizadas, foi possível reconstituir seções geotécnicas representativas da barragem, como BB’ (ombreira direita), CC’ (região central) e DD’ (ombreira esquerda), apresentadas nas **Figura 4-29** a **Figura 4-31** a seguir que demonstram a nova interpretação do perfil do maciço e de sua fundação em função dos dados obtidos em campo.

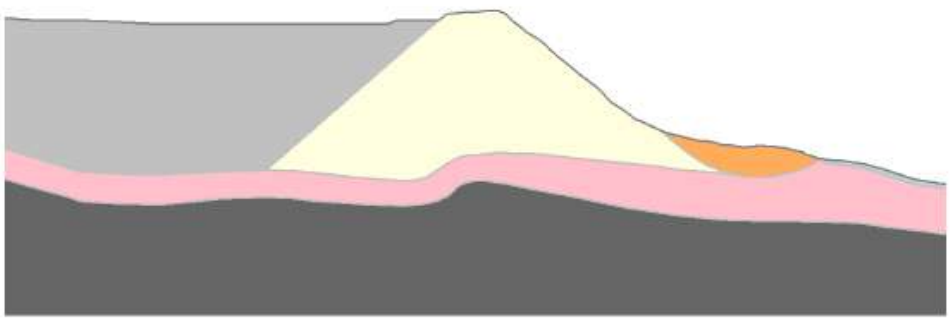


Figura 4-29 – Seção DD – Ombreira esquerda – Nova interpretação geológica
Fonte: TPF Engenharia (2024).

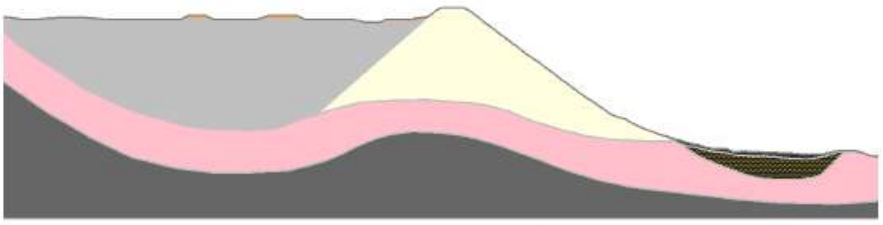


Figura 4-30 – Seção BB – Ombreira direita – Nova interpretação geológica.
Fonte: TPF Engenharia (2024).

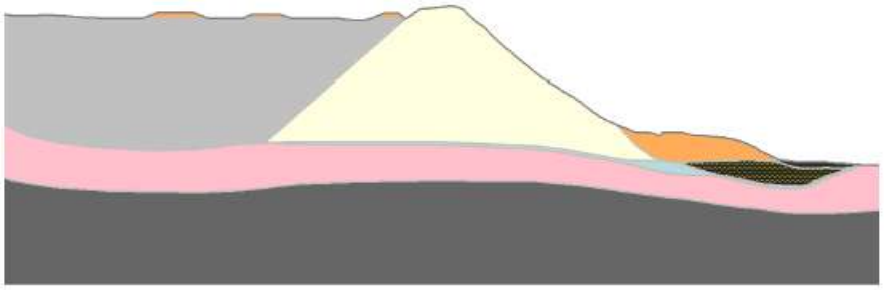


Figura 4-31 – Seção CC – Região Central – Nova interpretação geológica.
Fonte: TPF Engenharia (2024).

Levantamentos topográficos

Os levantamentos topográficos foram conduzidos com equipamentos de precisão, permitindo a modelagem tridimensional do terreno natural e da estrutura existente.

Caracterização hidrogeológica

A caracterização hidrogeológica da Barragem 6 foi realizada a partir da leitura e análise de dados piezométricos obtidos por meio de piezômetros do tipo Casagrande e indicadores de nível d'água (INA), tanto convencionais quanto automatizados. Os níveis d'água utilizados nas análises foram obtidos a partir do Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR), 2º ciclo de 2024, que fornece as leituras de referência para os principais instrumentos instalados nas seções BB', CC' e DD'. Essas leituras estão sintetizadas no **Quadro 4-17** da sequência e refletem a condição atual do maciço e da fundação.

Quadro 4-17 – Leituras utilizadas nas análises de estabilidade

Seção	Instrumento	Leitura de referência (m)
Seção B-B	MACB6NA003	Seco
	MACB6PZ003	977,64
	MACB6PZ003_A	977,28
	MACB6NA002	972,81
	MACB 6NA002_A	973,07
Seção C-C, B-B e D-D	MACB 6PZ002	968,86
	MACB 6PZ002_A	968,78
	MACB6NA004	979,78
	MACB6NA004_A	980,46
	MACB6PZ004	975,31

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2024.

Quadro 4-18– Leituras de Referência – Seção D-D*

Seção	Instrumento	Leitura de referência (m)
Seção D-D*	MACB6PZ004_A	975,07
	MACB6NA001	971,00
	MACB6PZ001	971,39
	MACB6PZ001_A	971,30

Fonte: TPF Engenharia (2024).

Com base nessas leituras, foi conduzida uma análise de sensibilidade dos níveis da linha freática, avaliando a influência da variação da cota do nível d'água sobre o fator de segurança (FS) das seções. A variação do FS em função do NA está representada graficamente nas figuras a seguir e com os limites mínimo e máximo considerados nas simulações. O **Quadro**

4-19 resume os resultados para as três seções principais, demonstrando que acima de determinadas cotas o FS fica abaixo dos limites normativos.

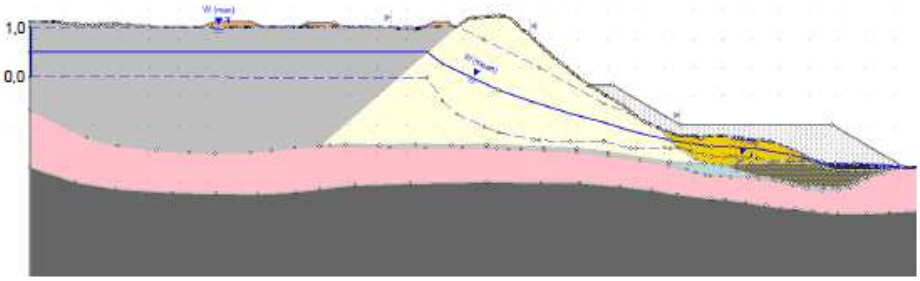


Figura 4-32 – Faixa de variação do N.A na secção C-C

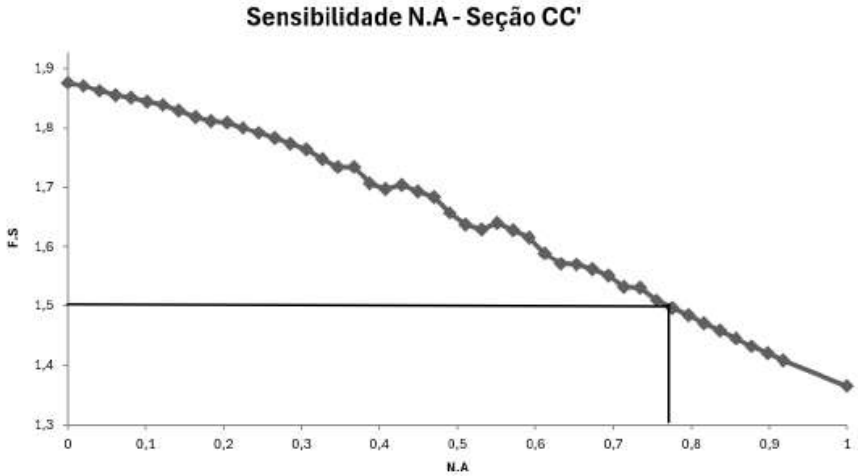


Figura 4-33 - Gráfico de sensibilidade de N.A para a seção C-C.

Quadro 4-19 – Resumo dos resultados da análise de sensibilidade em relação ao N.A.

Seção	Cota NA Mín	Cota NA Méd	Cota NA Máx	Cota FS crítico	FS no NA máximo
BB	976,5	980,46	984,42	**982,2**	1,38
CC	975,45	979,78	984,11	**982,2**	1,37
DD	974,84	979,52	984,20	**983,45**	1,46

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2024.

Além disso, o projeto considerou o controle e monitoramento da poropressão (pressão neutra) no interior da estrutura. Para isso, foi aplicado o método B-Bar, que permite avaliar a resposta do solo a carregamentos rápidos, considerando a variação da poropressão em função da tensão vertical. Os níveis de controle de poropressão – emergência, alerta e atenção – foram

definidos conforme o **Quadro 4-20**, e os valores aplicados por piezômetro estão organizados no **Quadro 4-21**, detalhando os limites para as fases de execução parcial, intermediária e final do reforço.

Quadro 4-20 – Valores dos níveis de controle da poropressão

Nível	Valor B-Bar
Emergência	1,00
Alerta	0,70
Atenção	0,30

Fonte: TPF Engenharia (2024).

Quadro 4-21– Níveis de poropressões de controle

Etapa / PZ	Emergência (kPa)	Alerta (kPa)	Atenção (kPa)
Berma em 3,5 m			
PZ01	72,0	50,4	23,6
PZ02	70,3	49,2	21,1
PZ03	–	–	–
Primeira berma completa			
PZ01	125,3	87,5	37,3
PZ02	131,4	95,47	39,3
PZ03	44,4	33,5	12,7
Fim de construção			
PZ01	128,1	88,7	38,2
PZ02	125,3	91,2	40,4
PZ03	24,7	34,2	13,5

Fonte: TPF Engenharia (2024).

Essas ações de monitoramento hidrogeológico foram projetadas para garantir a segurança geotécnica do reforço durante todas as fases de execução, bem como subsidiar a operação segura da estrutura até sua descaracterização definitiva.

Ensaios laboratoriais

Os ensaios laboratoriais realizados em amostras obtidas nas sondagens permitiram definir os parâmetros físico-mecânicos dos materiais da barragem e da fundação. Esses parâmetros

estão apresentados no **Quadro 4-22**, incluindo peso específico natural (γ), coesão (c) e ângulo de atrito (φ), essenciais para a modelagem geotécnica (TPF ENGENHARIA, 2024).

Quadro 4-22 - Parâmetros de resistência dos materiais adotados no cálculo de estabilidade

Material	γnat (kN/m³)	Parâmetros de resistência							Fonte
		Isotrópico			Anisotrópico				
		c' (kPa)	φ' (°)	Razão de resistência	c' (kPa) //	φ' (°) //	c' (kPa) ⊥	φ' (°) ⊥	
Aterro/Pilha de Estéril	18	8	28	-	-	-	-	-	Estimado TEC3 – *As Is*
Aterro (barragem)	24	0	46	-	-	-	-	-	Estimado TEC3 – *As Is*
Sedimentos	16	-	-	0,2	-	-	-	-	Estimado TEC3 – *As Is*
Aterro de Filito	17	5	22	0,26 (20kPa mín.)	-	-	-	-	Interpretação Sondagens e Bibliografia Regional
Argila com fragmento de hematita	17	3	24	0,26 (50kPa mín.)					Interpretação Sondagens e Bibliografia Regional
Solo Residual Jovem[1]	18	-	-	-	30	23	49	30	Ensaio Pattrol (2021) ⊥ Estimado TEC3 – *As Is* //
Rocha Alterada	21	-	-	-	50	30	100	35	Estimado TEC3 – *As Is*
Material Rochoso	20	0	42	-	-	-	-	-	Estimado pela TPF
Agulhamento	20	10	32	-	-	-	-	-	Estimado pela TPF

Fonte: TPF Engenharia (2024).

A caracterização do material rochoso empregado nas bermas de reforço está representada graficamente na **Figura 4-34**, e sua distribuição granulométrica complementar é apresentada na **Figura 4-35**. As faixas de diâmetro efetivo, critérios de compatibilidade e granulometria recomendada estão quantificados no **Quadro 4-23** e no **Quadro 4-24** (TPF ENGENHARIA, 2024).

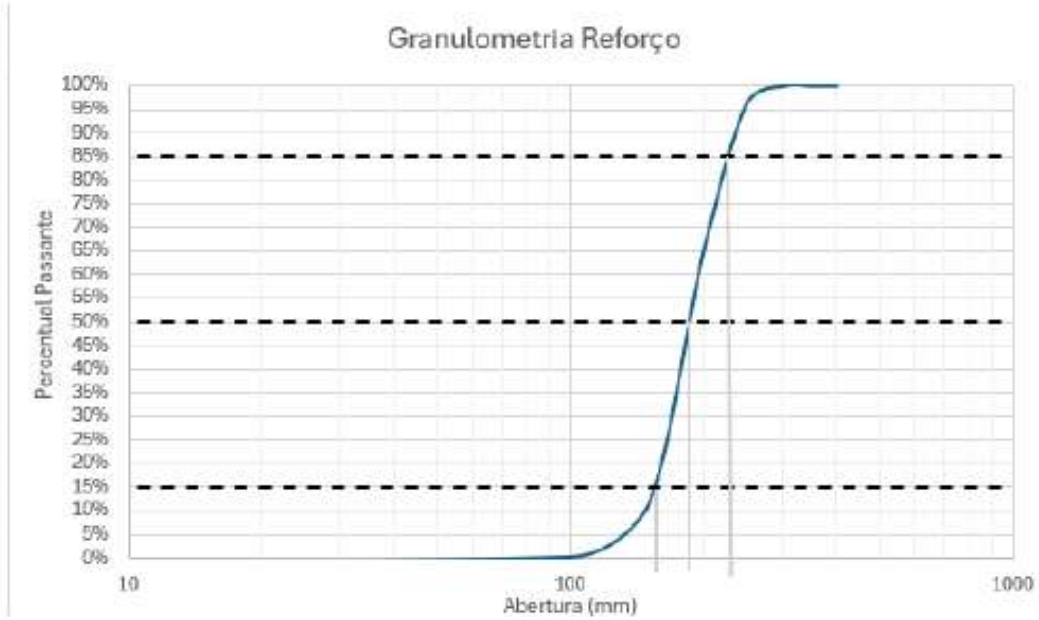


Figura 4-34 – Análise granulométrica do material rochoso que será usado no reforço

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2024

PENEIRAS		PESO RETIDO (kg)		% RETIDA			%	% PASSANTE AMOSTRA TOTAL	REFERÊNCIAS		
#	mm	M1	M2	M1	M2	MÉDIA	ACUMUL.		%	Tm Máx	Tm Mín
	400	0,0	0,0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%			
	350	0,0	0,0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%			
	304,8	0,0	0,0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%			
	250	28,4	28,4	3,80%	3,80%	3,80%	3,80%	96,20%			
	200	233,6	233,6	31,23%	31,23%	31,23%	35,03%	64,97%			
	150,0	402,1	402,1	53,76%	53,76%	53,76%	88,78%	11,22%			
	100,0	82,4	82,4	11,02%	11,02%	11,02%	99,80%	0,20%			
	76,2	0,0	0,0	0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	63	0,0	0,0	0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	50,8			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	25,4			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	19,1			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	12,7			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	9,52			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	4,76			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%	Outros resultados		
	2,36			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%	Densidade aparente (t/m3)		1,44
	1,18			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%	Abrasão Los Angeles		28,9%
	0,60			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	0,30			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	0,15			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	0,075			0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	0,20%			
	fundo	1,5	1,5	0,20%	0,20%	0,20%	100,00%	0,00%			
peso amostra		748,0	748,0								

Figura 4-35 – Granulometria do material similar ao que será usado no reforço.

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2024

Quadro 4-23 – Relação de diâmetro passante e do diâmetro em mm do material de reforço:

Diâmetro passante	Diâmetro (mm)
D85	230
D50	182
D15	157

Fonte: TPF Engenharia (2024).

Quadro 4-24 – Diâmetros e Aberturas Nominais Utilizadas:

Material	D_{15} (mm)	D_{50} (mm)	D_{85} (mm)	O_{95} (mm)
Aterro de Filito	0,004	0,075	0,4	–
Argila com Hematita	0,002	0,06	0,3	–
Brita 3	20	32	40	–
Material Rochoso	157	182	230	–
Geotêxtil Bidim RT16	–	–	–	0,180

Fonte: TPF Engenharia, 2024.

As campanhas de sondagens compreenderam furos do tipo SPT e rotativas, com coleta de amostras e descrição dos perfis geotécnicos. Os boletins técnicos dessas sondagens estão registrados nas **Figura 4-36** a **Figura 4-39** – Boletins de Sondagem SP-06-11, SP-06-11A, SP-06-12 e SP-06-13, que detalham profundidades, resistências à penetração e materiais atravessados ao longo dos perfis (TPF ENGENHARIA, 2024).

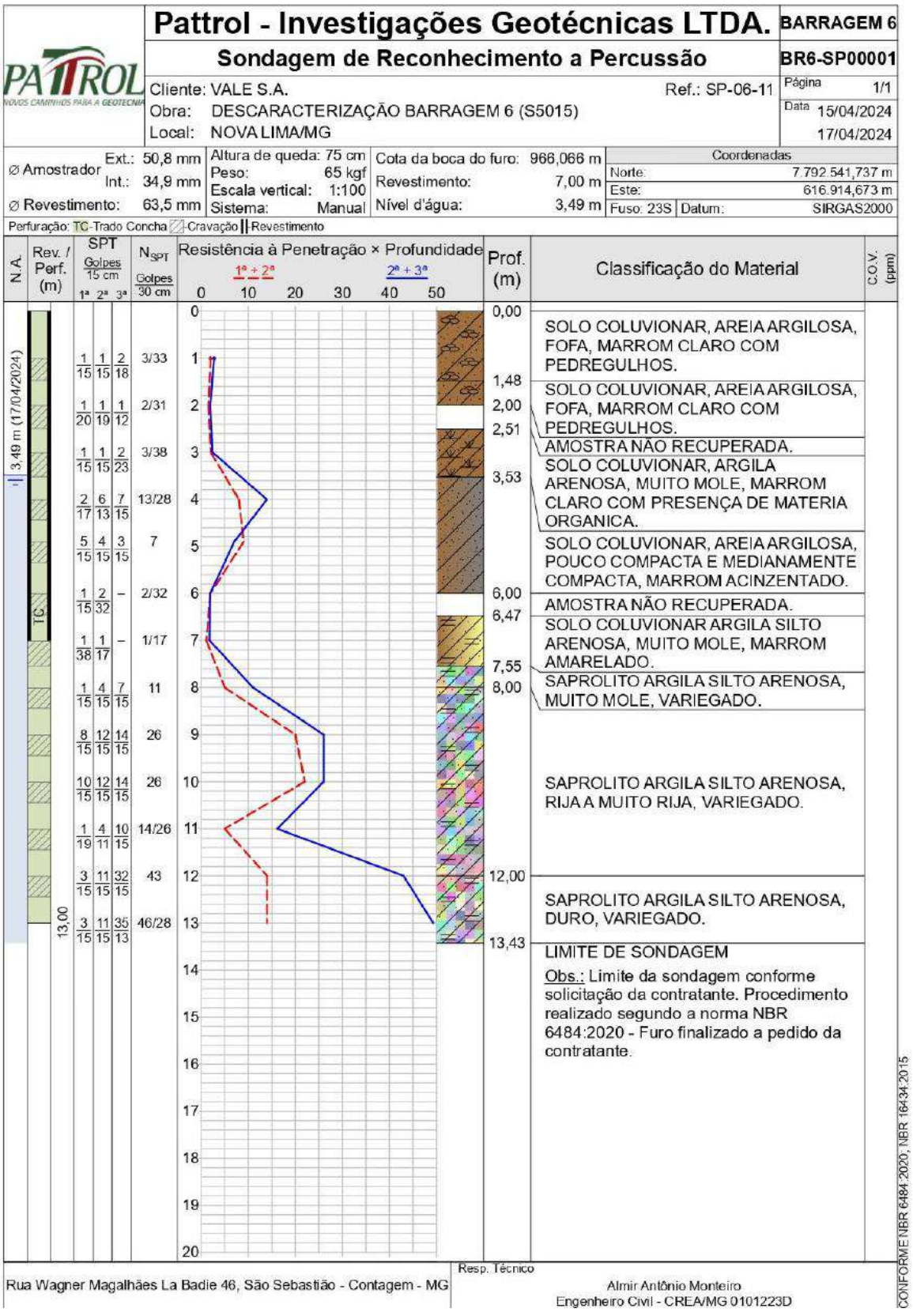


Figura 4-36 – Boletim da sondagem SP-06-11.

Fonte: MD-1850AC-X-00001_Rev.B

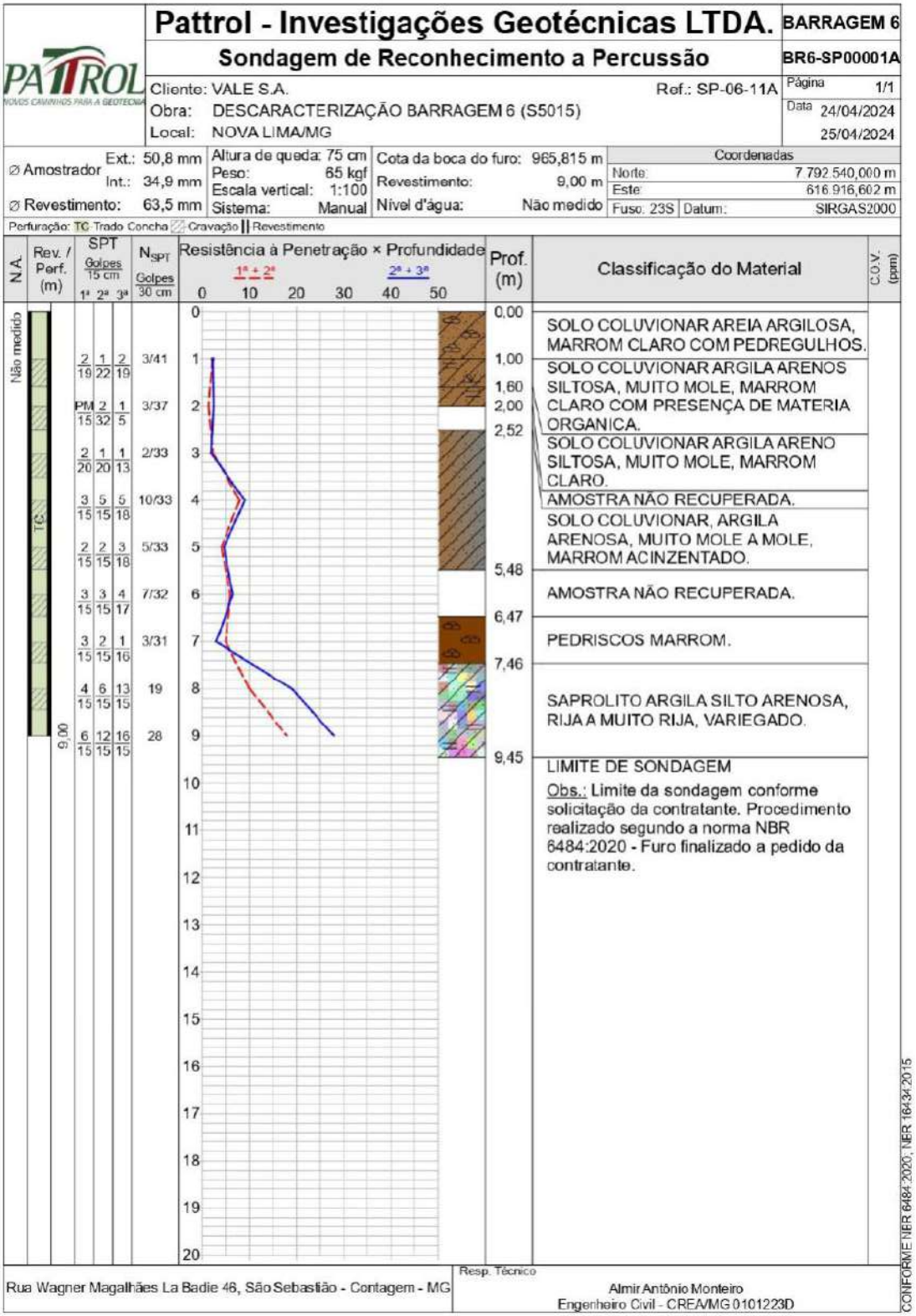


Figura 4-37 – Boletim da sondagem SP-06-11A

Fonte: MD-1850AC-X-00001_Rev.B

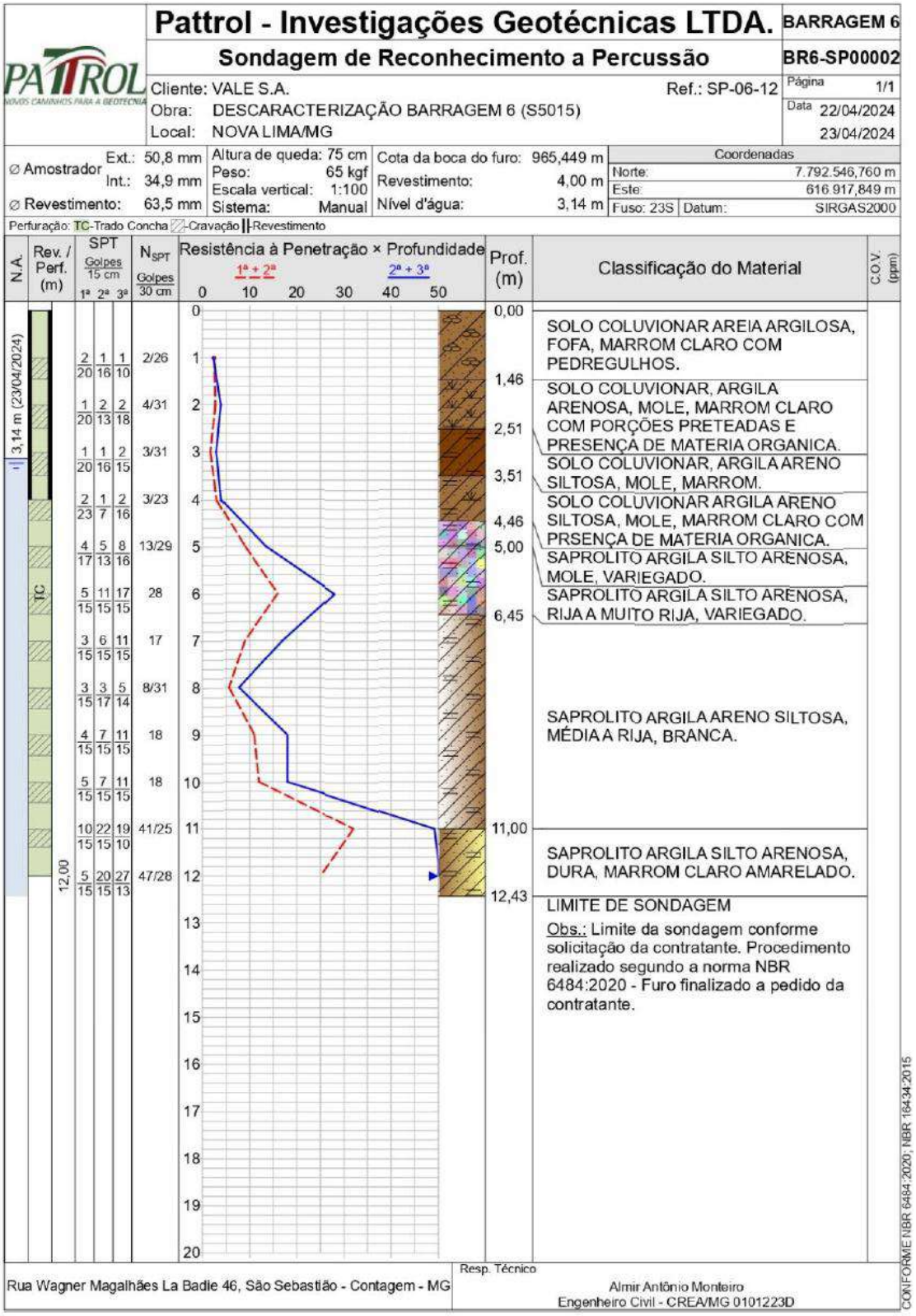


Figura 4-38 – Boletim da sondagem SP-06-12.

Fonte: MD-1850AC-X-00001_Rev.B

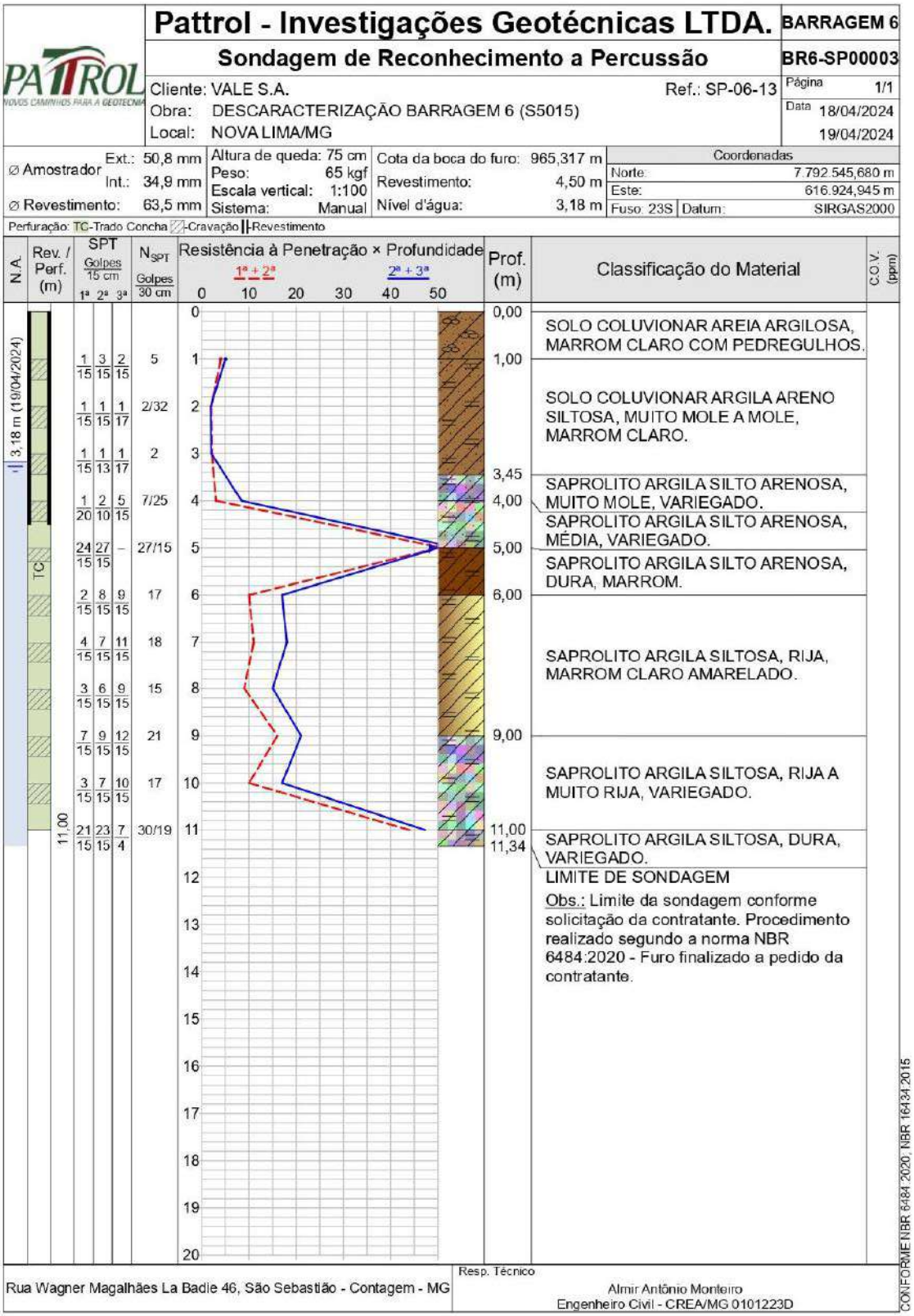


Figura 4-39 – Boletim da sondagem SP-06-13.

Fonte: MD-1850AC-X-00001_Rev.B

4.5.3.2. Descaracterização da Barragem 6

A caracterização técnica da área da Barragem 6, no contexto da sua descaracterização, foi fundamentada na execução de diversos levantamentos de campo, os quais forneceram subsídios essenciais para o desenvolvimento do Projeto Básico de Engenharia. Foram realizados estudos integrados nas áreas de geotecnia, topografia, hidrogeologia e sedimentologia, garantindo uma compreensão multidisciplinar das condições do local.

Mapeamento geotécnico

O mapeamento geotécnico da estrutura foi construído com base em sondagens a percussão e rotativas, ensaios de campo e mapeamento visual de afloramentos e taludes. Esses dados permitiram identificar as principais camadas geotécnicas presentes, como solo residual, saprolito e rocha alterada. As espessuras dessas unidades e suas distribuições em profundidade estão detalhadas no **Quadro 4-25** abaixo:

Quadro 4-25 – Sondagens Geotécnicas Realizadas na Barragem 6

Sondagem	Profundidade Total (m)	Solo Residual (m)	Saprolito (m)	Rocha Alterada (m)
S01	12,0	3,5	5,0	3,5
S02	10,5	4,0	4,0	2,5
S03	11,8	3,2	5,6	3,0
S04	13,2	3,8	6,0	3,4

Fonte: GEOESTÁVEL (2024)

Esses dados subsidiaram as definições de estabilidade e o dimensionamento das soluções de retaludamento e remoção de material conforme apresentado no item de concepção do projeto (GEOESTÁVEL, 2024).

Levantamento topográfico

O levantamento topográfico planialtimétrico cadastral foi realizado com equipamentos de alta precisão, abrangendo toda a área da barragem e entorno imediato. A metodologia incluiu a implantação de marcos de referência georreferenciados, geração de curvas de nível com alta resolução e delimitação de estruturas, drenagens naturais e acessos existentes. Essas informações foram fundamentais para o planejamento volumétrico das escavações, reconformação dos taludes e definição dos novos acessos (GEOESTÁVEL, 2024b).

Estudos hidrogeológicos

No âmbito hidrogeológico, foi instalada uma rede de monitoramento composta por 4 piezômetros tipo Casagrande, dos quais três são automatizados, e 4 INAs (Indicadores de Nível d'Água), sendo um automatizado. As cotas de nível d'água observadas variam entre 980,46 m e 968,78 m, como apresentado no **Quadro 4-26**.

Quadro 4-26 – Instrumentação Hidrogeológica e Nível d'Água Observado – Barragem 6

Instrumento	Tipo	Automatizado	Cota de Nível d'Água (m)
PZ-01	Piezômetro	Sim	980,46
PZ-02	Piezômetro	Sim	976,12
PZ-03	Piezômetro	Sim	973,87
PZ-04	Piezômetro	Não	969,25
INA-01	INA	Sim	972,90
INA-02	INA	Não	971,12
INA-03	INA	Não	969,80
INA-04	INA	Não	968,78

Fonte: GEOESTÁVEL (2024)

Esses dados serviram de base para a avaliação da influência do nível freático na estabilidade da estrutura, incluindo análises de sensibilidade por seção (BB', CC' e DD'). A modelagem indicou que o fator de segurança (FS ≥ 1,5) poderia ser comprometido caso o nível d'água ultrapassasse a cota 982,20 m. Adicionalmente, foi adotado o método B-bar para controle de poropressão, com definição das seguintes faixas (GEOESTÁVEL, 2024):

- Nível de Alerta: B-bar ≥ 0,70
- Nível de Emergência: B-bar ≥ 1,0

Foi identificada a presença de nível d'água relativamente superficial em trechos do saprolito e solo residual. As informações foram essenciais para a modelagem de fluxos subterrâneos e o planejamento do sistema de drenagem interna do maciço.

Levantamentos sedimentológicos

Complementarmente, foram realizados levantamentos sedimentológicos no fundo do antigo reservatório, com coleta de amostras em pontos estratégicos. O **Quadro 4-27** apresenta as espessuras de sedimento e os tipos de materiais identificados.

Quadro 4-27 – Caracterização dos Sedimentos no Reservatório da Barragem 6

Ponto de Amostragem	Espessura de Sedimento (m)	Tipo de Sedimento	Observações
R1	1,2	Silte argiloso	Material inconsolidado
R2	0,8	Areia fina	Boa drenabilidade
R3	1,5	Silte arenoso	Com partículas grossas
R4	1,0	Argila com matéria orgânica	Alto teor de umidade

Fonte: GEOESTÁVEL (2024)

Foram observados sedimentos predominantemente inconsolidados, com alta umidade e baixa resistência, fatores determinantes para a definição da escavação e reconformação da base do reservatório (GEOESTÁVEL, 2024).

4.5.3.3. Descaracterização da Barragem 7A

A caracterização técnica da área de intervenção da Barragem 7A foi baseada em um conjunto de levantamentos geológicos, geotécnicos, topográficos e hidrogeológicos, com vistas a subsidiar a concepção do projeto básico de descaracterização da Barragem 7A. A integração desses estudos permitiu a elaboração de modelos físico-matemáticos e a definição dos parâmetros de projeto.

Mapeamento Geotécnico

O mapeamento geológico-geotécnico foi executado com base nas investigações realizadas pela GEOESTÁVEL e está descrito nos documentos técnicos RL-1850AC-X-81186 e RL-1850AC-W-00009 (GEOESTÁVEL, 2025). O levantamento contemplou as seguintes abordagens:

- Reconhecimento geológico da área da barragem, do talude e do reservatório.
- Classificação geotécnica dos materiais do maciço existente, com base em amostragens, descrições de sondagens e ensaios em campo e laboratório.
- Interpretação da estrutura e da geometria dos taludes remanescentes, incluindo presença de blocos, zonas de alteração e descontinuidades.

- Considerações específicas para materiais heterogêneos e mal compactados do barramento, cujos parâmetros de resistência foram inferidos por retroanálise (FS = 1,00), conforme apresentado em RL-1850AC-X-81183 (Apud GEOESTÁVEL, 2025).

Essas informações fundamentaram a definição dos taludes de projeto, das camadas de transição e das medidas de estabilização, como o retaludamento, a proteção superficial com gabiões e a drenagem interna. A **Figura 4-40** apresenta o mapeamento geológico-geotécnico elaborado pela GEOESTÁVEL (2025).

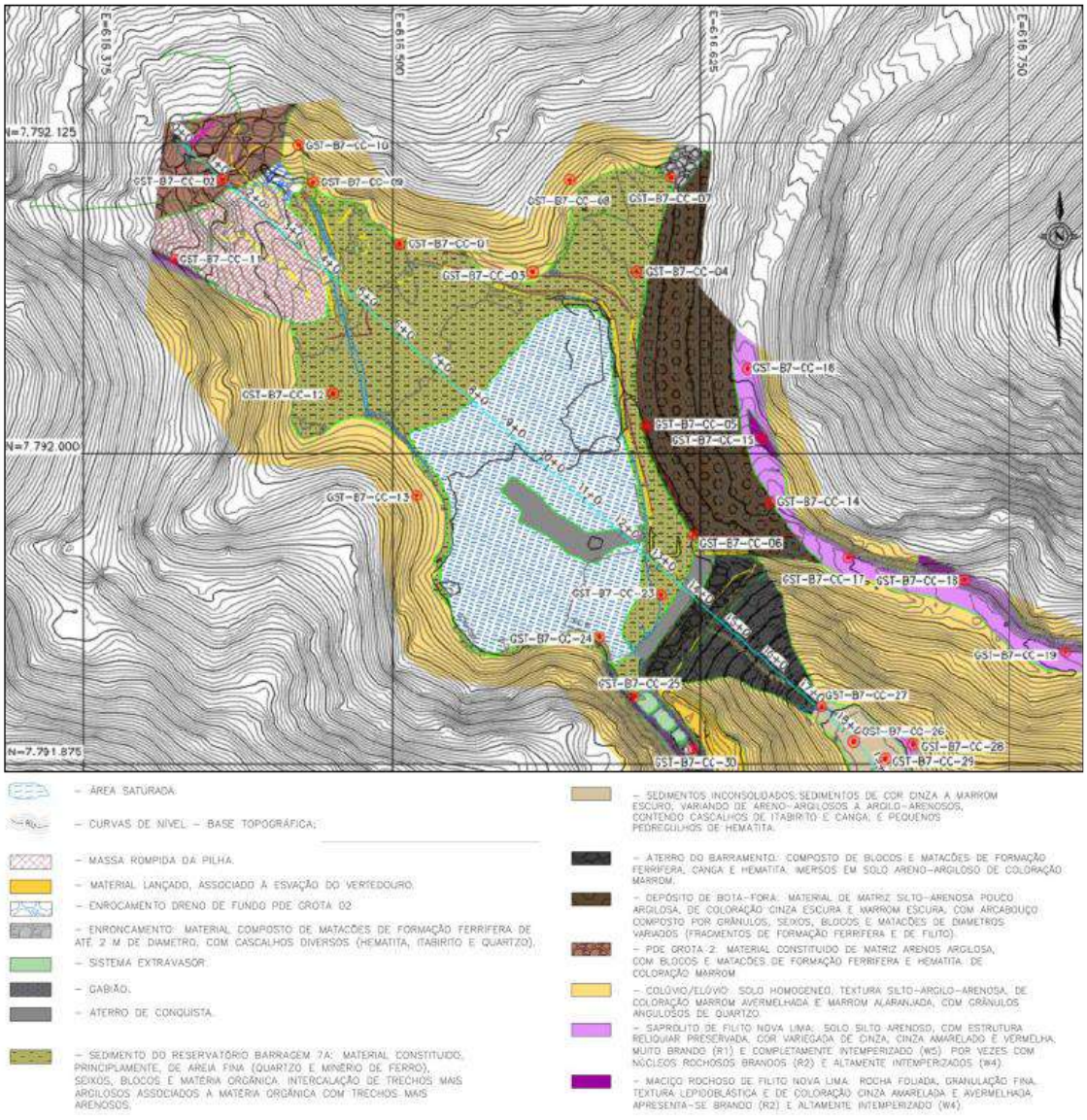


Figura 4-40 – Mapa Geológico-Geotécnico da Barragem 7A

Fonte: 1850AC-W-00026 Apud GEOESTÁVEL, 2025

Investigações Geotécnicas

Foram realizadas sondagens do tipo SCPTu, Vane Test e coleta de amostras deformadas e indeformadas. As investigações se concentraram em áreas de maior interferência construtiva: crista, reservatório e entorno do canal.

Quadro 4-28 – Ensaios de Campo Realizados

Ensaio	Furo	Coordenadas (E/N - SIRGAS 2000)	Profundidade (m)
SCPTu	SCPTU-07A-11	616.917,849 / 7.792.546,760	26,91
SCPTu	SCPTU-07A-12	616.924,924 / 7.792.545,564	26,39
Vane Test	VT-07A-11	616.913,164 / 7.792.544,286	25,00 (8 ensaios)
Vane Test	VT-07A-12	616.937,955 / 7.792.536,821	27,05 (7 ensaios)
AD / AI	AD-07A-14 / AI-07A-14	616.832,680 / 7.792.568,798	0,80

Fonte: GEOESTÁVEL, 2025

Os ensaios de campo e laboratório indicaram que o saprólito de filito apresentou coesão aparente c’ variando de 45 a 73 kPa e ângulo de atrito entre 37° e 38°, dependendo do método (cisalhamento direto ou triaxial consolidado não drenado - CIU).

Parâmetros Geotécnicos e Modelagem

A definição dos parâmetros geotécnicos para o dimensionamento das estruturas de reconfiguração do terreno e estabilidade da Barragem 7A foi fundamentada nos resultados das investigações de campo e ensaios laboratoriais, aliada à experiência anterior com estruturas e materiais similares. A abordagem adotada considerou a heterogeneidade dos materiais presentes no reservatório, taludes e ombreiras, bem como as condições hidrogeológicas locais.

Os parâmetros foram definidos para cada litotipo individualmente, utilizando valores médios e conservadores obtidos por métodos distintos (SCPTu, Vane Test, ensaios de cisalhamento direto e triaxial CIU). O saprólito de filito, por exemplo, apresentou coesões não drenadas entre 45 e 73 kPa e ângulos de atrito interno variando entre 37° e 38°, dependendo do tipo de ensaio e das condições de saturação (VALE S.A., 2024b).

Os materiais inconsolidados do reservatório foram considerados como solos de baixa resistência, com coesão próxima de zero em alguns trechos e ângulo de atrito reduzido, refletindo a sua elevada plasticidade e saturação. As camadas mais competentes — como o

colúvio e a base saprolítica compactada — foram utilizadas como fundação para estruturas permanentes, como o canal de drenagem em gabiões.

A modelagem de estabilidade foi conduzida com base em seções geotécnicas representativas, elaboradas a partir do mapeamento e dos dados de sondagens. Foram aplicados fatores de segurança diferenciados conforme a natureza da estrutura, a fase da obra e a presença de solicitações adicionais, como sísmicas, conforme resumo apresentado no **Quadro 4-29**.

Quadro 4-29 – Fatores de Segurança Adotados no Projeto

Situação Avaliada	Talude	Fator de Segurança Mínimo	Referência
Taludes temporários	Montante/jusante	1,30	ABNT NBR 13.028/2017
Taludes naturais desconfinados	Naturais	1,50	ABNT NBR 11.682/2009
Condição final descaracterizada – drenada	Jusante	1,50	Resolução ANM nº 95/2022
Solicitação sísmica (final)	Jusante	1,10	ABNT NBR 13.028/2017

Fonte: GEOESTÁVEL, 2025

Além da estabilidade global, a modelagem buscou garantir a compatibilidade dos materiais utilizados na construção dos taludes reconfigurados com as propriedades dos solos locais. O projeto previu geometrias com taludes entre 2H:1V e 5H:1V, respeitando a resistência ao cisalhamento e o comportamento de deformação dos solos analisados. O dimensionamento do canal de drenagem, da bacia de dissipação e dos acessos também incorporou os dados geotécnicos obtidos, garantindo sua estabilidade e funcionalidade ao longo do tempo (GEOESTÁVEL, 2025; GEOESTÁVEL, 2024a).

Levantamentos Topográficos

O levantamento planialtimétrico da área foi realizado com base no arquivo 1850AC-V-03681_REV_3 (GEOESTÁVEL, 2024a), conforme descrito no relatório técnico RL-1850AC-V-00072_Rev_3 (Apud GEOESTÁVEL, 2025). Esse levantamento utilizou técnicas de aerofotogrametria e apoio de marcos geodésicos com monografias compatíveis com os padrões da VALE. A base topográfica permitiu:

- A delimitação precisa da área da barragem, do reservatório, da área diretamente afetada (ADA) e da infraestrutura a jusante.
- A identificação de interferências físicas com estruturas próximas, como a Barragem 7B, o canal de drenagem e a PDE Grota 2.

- A modelagem da bacia hidrográfica para fins de dimensionamento hidrológico-hidráulico.

Estudos Hidrogeológicos

A análise hidrogeológica da área da Barragem 7A foi baseada nos dados da instrumentação geotécnica e nos resultados de investigações de campo, como ensaios de permeabilidade, piezometria e mapeamento das zonas de saturação (GEOESTÁVEL, 2025). Os principais pontos observados incluem:

- O nível freático da estrutura encontra-se elevado, mesmo após longos períodos secos, evidenciando a atuação de múltiplas fontes de recarga, incluindo a recarga natural das ombreiras, o lago da cava da Mina de Águas Claras e a PDE Grota 2 (GEOESTÁVEL, 2025).
- O projeto básico não prevê sistemas de controle de águas subterrâneas de longo prazo, mas sim ações de rebaixamento temporário do lençol freático por meio de ponteiras filtrantes e poços de drenagem durante as obras de escavação (GEOESTÁVEL, 2025).
- A drenagem interna do maciço foi projetada de forma conservadora, com utilização de transições granulares (camadas de areia e brita) e aplicação de geotêxtil nos pontos de fechamento, visando mitigar o risco de piping e reforçar a estabilidade do conjunto (GEOESTÁVEL, 2025).

Estudos Sedimentológicos no Reservatório da Barragem 7A

A caracterização sedimentológica do reservatório da Barragem 7A foi realizada com base em campanhas de sondagens mistas e a trado, especialmente concentradas na região central e no pé da estrutura. Os sedimentos identificados foram classificados como materiais inconsolidados de textura predominantemente silto-argilo-arenosa e areno-argilosa, com presença de matéria orgânica, fragmentos de hematita e baixa consistência mecânica, conforme apresentado no relatório principal do projeto (GEOESTÁVEL, 2025).

Os furos executados indicaram espessura máxima de sedimentos da ordem de 30 metros, com valores de NSPT muito baixos (≤ 6), representando materiais "muito moles" a "moles". Em profundidades maiores, observou-se a presença de matacões e blocos rochosos, os quais explicam aumentos pontuais de resistência à penetração, com NSPT chegando a 26 em alguns trechos (GEOESTÁVEL, 2025).

No pé do barramento, os trados evidenciaram a presença de sedimentos inconsolidados com mistura de blocos de rocha, indicando aporte de material retrabalhado da encosta da PDE Grota 2 e de aporte da Barragem 7B, que fica a jusante da 7A. Em função da saturação do

solo e presença de blocos, os trados apresentaram baixa penetração, como no caso do ST-07A-11C, com avanço de apenas 28 cm (GEOESTÁVEL, 2025).

Ensaios laboratoriais realizados em amostras deformadas dos furos AD-07A-11 a AD-07A-13 permitiram estimar as propriedades físicas desses sedimentos. Os resultados indicaram massa específica de grãos variando de 3,13 a 3,80 g/cm³ e plasticidade moderada a alta, com índices de plasticidade variando entre 6,02% e 9,66% (VALE, 2024b).

Quadro 4-30 – Propriedades Sedimentológicas (Ensaios em Amostras Deformadas)

Furo	Litotipo	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Massa específica (g/cm³)
AD-07A-11A	Silte areno argiloso	21,85	15,83	6,02	3,43
AD-07A-12A	Silte areno argiloso	29,50	19,84	9,66	3,13
AD-07A-13A	Silte argiloso arenoso	33,90	24,41	9,49	3,80

Fonte: VALE S.A., 2024b – Fórum de Conclusão de Fase – B7A – MAC

Essas informações foram fundamentais para o dimensionamento das obras de escavação no reservatório, definição das ADME's e avaliação das condições de fundação das estruturas projetadas.

4.5.3.4. Descaracterização da Barragem 8B

Mapeamento Geotécnico

O mapeamento geotécnico da Barragem 8B foi conduzido como parte integrante do Projeto Detalhado de Descaracterização da estrutura, visando à adequada caracterização do maciço, da fundação e das camadas de sedimentos remanescentes, bem como à definição dos critérios e parâmetros para o dimensionamento das obras de reforço, escavação e reconformação da área.

Esse mapeamento foi realizado com base em campanhas de investigação geológico-geotécnica, análises de documentos históricos da barragem (como seções de projeto, plantas de "As Is" e topografias primitivas), e levantamentos de campo atualizados no sistema de referência SIRGAS 2000, ancorados no marco topográfico MGT-39 existente na área (DF+ Engenharia, 2020;2019). Entre os principais resultados e elementos mapeados, destacam-se:

Individualização das unidades geotécnicas da fundação (canga, solos residuais, saprolitos e rochas alteradas de xisto), com base na descrição dos logs de sondagens e nos resultados

de resistência (NSPT). Materiais com NSPT < 30 golpes foram classificados como solos residuais; aqueles com NSPT > 30 como saprolitos; e os impenetráveis, como maciço rochoso;

- Delimitação dos contatos geotécnicos do maciço e da fundação, classificados como “definidos” (quando a até 10 m da projeção de furos de sondagem) ou “inferidos” (quando extrapolados por interpretação geomorfológica ou por ausência de dados diretos);
- Caracterização das estruturas internas da barragem, incluindo o maciço inicial (homogêneo), os materiais de alteamento e as camadas de sedimentos dispostos no reservatório;
- Levantamento das características geotécnicas relevantes ao projeto de estabilidade da estrutura, como granulometria dos materiais, parâmetros de resistência (incluindo os adotados para análises de estabilidade com e sem sismo), permeabilidade, e identificação de solos moles em setores específicos do reservatório;
- Subsídios às análises de estabilidade utilizando o método de equilíbrio limite de Morgenstern-Price e o critério de ruptura de Mohr-Coulomb, conforme exigido para avaliação das condições de segurança durante e após a descaracterização.

Além disso, os levantamentos geotécnicos foram fundamentais para a definição das soluções técnicas adotadas no projeto, como a implantação de reforço em enrocamento à jusante, a escavação controlada do alteamento e a reconformação do terreno com vistas à estabilidade geotécnica e à integração ambiental da estrutura.

Levantamentos Topográficos

Os levantamentos topográficos realizados para subsidiar o projeto de descaracterização da Barragem 8B foram essenciais para a representação precisa das condições geométricas da estrutura, de seu entorno imediato e das áreas de intervenção. Esses dados foram utilizados como base para o desenvolvimento das plantas de projeto, seções típicas, locações de cortes e aterros, e verificação do “As Built”.

O modelo topográfico adotado teve como referência o sistema SIRGAS 2000, sendo os dados compatibilizados a partir do marco topográfico MGT-39, localizado na área da Mina de Águas Claras. Foram utilizadas as seguintes fontes de dados topográficos:

- Base topográfica da barragem obtida por aerolevantamento realizado em 2016, com curvas de nível equidistantes de 1 metro, fornecido pela VALE;

- Levantamento planialtimétrico de alta precisão realizado pela empresa Construtora Salum em 2019, por meio de técnicas convencionais e GNSS diferencial, abrangendo a crista da barragem, taludes, reservatório e áreas adjacentes;
- Atualizações em campo durante a execução das obras, com geração de modelos topográficos intermediários para suporte às medições de volume, controle de avanço físico e validação da conformidade da execução em relação ao projeto detalhado.

Esses dados subsidiaram:

- A elaboração do modelo digital de terreno (MDT) para cálculo de volumes de escavação, aterro e reforço;
- A definição da geometria das estruturas de reforço, canal central e áreas de reconformação;
- A produção de plantas e perfis apresentados nos desenhos técnicos (DF19-099-1-EG-DWG), com destaque para as plantas de escavação, arranjo geral, drenagem e sequenciamento construtivo;
- A consolidação do “As Built” da obra, demonstrando os desvios em relação ao projeto e validando a execução conforme padrões de engenharia e normativos de segurança.

A precisão dos levantamentos topográficos garantiu a segurança das intervenções, o correto dimensionamento hidráulico das estruturas e a adequada estabilização do terreno pós-descaracterização, sendo elemento fundamental para a transição da estrutura para um novo uso integrado ao meio físico.

Estudos Hidrogeológicos

O entendimento do comportamento hidrogeológico da área (DF+, 2019,2020) foi incorporado por meio da análise do nível d’água no maciço e da fundação da barragem. Foram utilizados os seguintes dados:

- Leituras de instrumentação geotécnica disponibilizadas pela VALE, incluindo piezômetros, que permitiram a definição do nível freático e sua variação no tempo;
- Consideração de nível d’água acompanhando a geometria do maciço descaracterizado, especialmente para o cenário de galgamento (condição crítica de projeto);
- Avaliação da influência do nível freático nas análises de estabilidade, tanto em condições drenadas quanto não drenadas, incluindo cenários com rebaixamento rápido e eventos sísmicos.

Essas informações foram fundamentais para definir as condições de segurança geotécnica da estrutura remanescente, especialmente no trecho do canal de enrocamento implantado sobre a antiga fundação da barragem.

Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos tiveram como objetivo principal estimar as vazões de pico para diferentes trechos da bacia de contribuição da Barragem 8B, possibilitando o correto dimensionamento das estruturas hidráulicas. As principais diretrizes adotadas foram:

- Aplicação da metodologia do SCS (Soil Conservation Service), incorporada ao software HEC-HMS, para simulação hidrológica das bacias;
- Utilização do método de Puls (CHOW et al., 1988) para propagação da onda de cheia no reservatório;
- Adoção de eventos de precipitação com tempo de retorno de 10.000 anos para dimensionamento das estruturas hidráulicas permanentes, como os canais de cintura e o sistema extravasor, e de 500 anos para o canal central (etapa posterior à descaracterização).

Em virtude da inexistência de dados fluviométricos locais, foram utilizados métodos indiretos de transformação chuva-vazão, conforme diretrizes do manual "*Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração*" (PINHEIRO, 2011 Apud DF+, 2020), elaborado para empreendimentos da VALE no Quadrilátero Ferrífero.

Estudos Hidráulicos

O projeto de descaracterização da Barragem 8B contemplou o dimensionamento de diversos elementos hidráulicos para garantir a condução adequada das águas da bacia de contribuição, com destaque para:

- Canal central de enrocamento, implantado sobre o antigo eixo da barragem, com capacidade de condução compatível com as vazões de projeto e estabilidade frente a escoamento superficial concentrado;
- Canais de cintura e sistemas de drenagem do acesso, dimensionados com base na velocidade máxima permissível e nos materiais disponíveis para revestimento;
- Verificação de capacidade de extravasamento e galgamento controlado da estrutura descaracterizada, assegurando que não ocorresse represamento de água após a remoção do alteamento.

Esses estudos garantiram que, ao final do processo de descaracterização, a área da antiga barragem operasse exclusivamente como estrutura de passagem de água, sem risco de armazenamento, erosão ou instabilidade.

Estudos Sedimentológicos

Embora não tenham sido realizados estudos sedimentológicos analíticos específicos para a caracterização detalhada dos sedimentos acumulados no reservatório da Barragem 8B, as informações sobre a natureza, espessura e comportamento geotécnico desses materiais foram incorporadas ao projeto com base em dados de campo, sondagens e observações técnicas durante a fase de elaboração do projeto detalhado e da execução das obras.

Durante o processo de descaracterização, os sedimentos existentes no interior do reservatório foram considerados nos seguintes aspectos:

- Identificação da presença de sedimentos moles e saturados, que exigiram ações específicas como escavação, remoção e transporte para ADME (área denominada “Dicão”), conforme documentado no relatório fotográfico (DF+, 2020);
- Caracterização preliminar dos sedimentos como materiais de baixa resistência e alta plasticidade, os quais foram tratados como potenciais fontes de instabilidade durante a escavação do reservatório;
- Adoção de medidas de reforço do maciço e da fundação, considerando a presença desses sedimentos, incluindo agulhamento com matacos e camadas de transição com britas graduadas (conforme descrito na NAP 01 DF+, 2019);
- Controle granulométrico dos materiais utilizados como substituição ou cobertura dos sedimentos removidos, com faixas de transição bem definidas para garantir estabilidade e drenagem adequada, conforme ensaios de campo realizados e apresentados no item 11 do relatório técnico consolidado.

Portanto, embora não tenham sido realizados estudos sedimentológicos laboratoriais formais, os sedimentos do reservatório foram identificados, quantificados visualmente e tratados como condicionantes de projeto, influenciando diretamente na escolha das soluções de engenharia e no plano de execução das obras.

4.5.3.5. PDE Grota 2

Com o objetivo de subsidiar o projeto de fechamento da PDE Grota 2, foram realizados diversos estudos e mapeamentos técnicos entre 2022 e 2024, abrangendo a caracterização

do meio físico e a avaliação da estabilidade estrutural e das condições de drenagem da pilha. A seguir, detalham-se os principais resultados dos estudos realizados por temática técnica.

Mapeamento Geotécnico

Foram conduzidas inspeções visuais, mapeamento de feições erosivas e instabilizações superficiais, além de sondagens diretas com ensaios SPT para caracterização dos solos e materiais constituintes da pilha. Complementarmente, foram realizados ensaios laboratoriais para determinação de parâmetros geotécnicos, como limites de Atterberg, compactação, cisalhamento direto e triaxial.

Esses dados fundamentaram os estudos de estabilidade geotécnica da estrutura, que indicaram fator de segurança abaixo dos critérios mínimos da ABNT NBR 13.028/2024, resultando na proposição de reforço com enrocamento lançado até a cota 987 m (DF+, 2022). O **Quadro 4-31** apresenta os parâmetros geotécnicos obtidos em ensaios.

Quadro 4-31 – Parâmetros geotécnicos representativos das amostras da Grota 2

Ensaio / Propriedade Técnica	Amostra	Classificação Litológica	Resultado	Observações
Caracterização visual e granulométrica	PI-G2-01	Silte argiloso	Massa específica > 3,0 g/cm³	Plasticidade baixa
	PI-G2-03	Pedregulho areno siltoso	Massa específica > 3,0 g/cm³	Plasticidade baixa
	PI-G2-04	Silte areno argiloso	—	Plasticidade média
	PI-G2-05	Pedregulho areno siltoso	Massa específica > 3,0 g/cm³	Plasticidade baixa

Ensaio / Propriedade Técnica	Amostra	Classificação Litológica	Resultado	Observações
Permeabilidade (K20)	PI-G2-03	Pedregulho areno siltoso	$5{,}27 \times 10^{-2}$ cm/s	Alta permeabilidade
	PI-G2-05	Pedregulho areno siltoso	$3{,}97 \times 10^{-3}$ cm/s	Média-alta permeabilidade
	PI-G2-01	Silte argiloso	$1{,}10 \times 10^{-5}$ cm/s	Baixa permeabilidade
	PI-G2-02	Silte arenoso com pedregulho	$1{,}90 \times 10^{-6}$ cm/s	Muito baixa permeabilidade
Triaxial CD (drenado)	PI-G2-03	Pedregulho areno siltoso	c’ = 0 kPa; φ’ = 31,7°	Baixa coesão aparente
****Triaxial CU saturado (não drenado com poropressão)**	PI-G2-05	Pedregulho areno siltoso	c’ = 12,8 kPa; φ’ = 34,4°	φ total = 30°, c = 0 kPa
Compactação Proctor Normal	PI-G2-03	Pedregulho areno siltoso	d_max = 2,648 g/cm³; ω_opt = 8,8%	Densidade máxima alta
	PI-G2-05	Pedregulho areno siltoso	d_max = 2,236 g/cm³; ω_opt = 10,8%	Densidade e umidade ótimas compatíveis com uso em reforço

Fonte: BVP ENGENHARIA, 2010- VL 707.30-10-E-PI-RT-16-001_00.

Levantamentos Topográficos

A área da pilha foi objeto de levantamento planialtimétrico detalhado, com geração de curvas de nível, perfis longitudinais e transversais, e delimitação das cotas da pilha e acessos existentes. As informações topográficas subsidiaram a modelagem da geometria do reforço e o projeto de drenagem superficial da estrutura.

Os levantamentos permitiram a definição das cotas de implantação das bermas, do corpo do reforço e do sistema de captação e direcionamento de águas pluviais (DF+, 2022).

Estudos Geofísicos

Com o objetivo de caracterizar o perfil geológico-geotécnico da Grota 2 e complementar as investigações para o projeto de fechamento, foram realizados levantamentos geofísicos por tomografia elétrica 2D, utilizando os arranjos Dipolo-Dipolo e Schlumberger. Esses estudos buscaram identificar zonas de saturação interna, áreas de maior condutividade elétrica e transições litológicas dentro da pilha de estéril.

Os resultados indicaram anomalias compatíveis com zonas encharcadas e condutivas, especialmente na base da estrutura, o que influencia negativamente a estabilidade do talude a jusante (RL ENGENHARIA, 2024). A escolha do arranjo Schlumberger foi consolidada com base na qualidade superior dos dados e no menor erro de inversão registrado (5,4% contra 29,3% do arranjo Dipolo-Dipolo), sendo este o método geofísico adotado nas interpretações finais para a área.

A Figura 9 apresenta o modelo de resistividade verdadeira com o arranjo Dipolo-Dipolo, útil para resolução lateral e identificação de heterogeneidades. Em seguida, a **Figura 4-41** e **Figura 4-44** ilustram, respectivamente, a seção de resistividade aparente e o modelo interpretado com o arranjo Schlumberger, que fornece melhor resolução em profundidade.

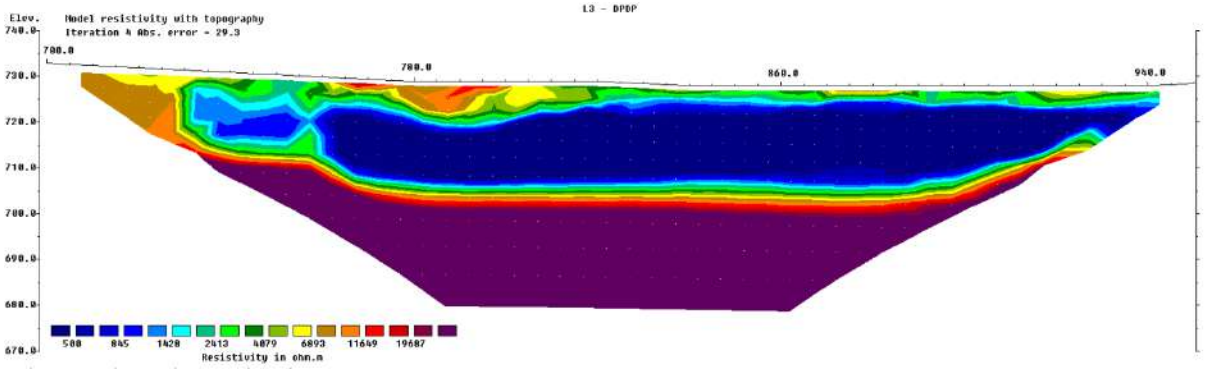


Figura 4-41 – Modelo de Resistividade Verdadeira com Arranjo Dipolo-Dipolo.

Fonte: RL ENGENHARIA, 2024.

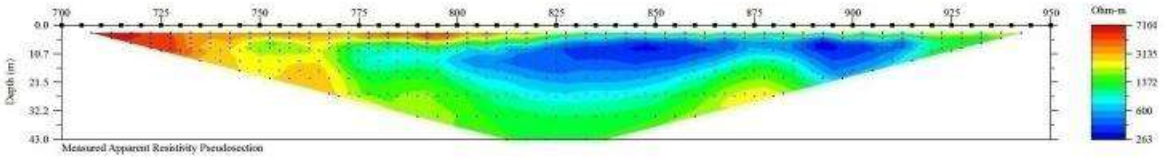


Figura 4-42 – Seção de Resistividade Aparente com Arranjo Schlumberger.

Fonte: RL ENGENHARIA, 2024.

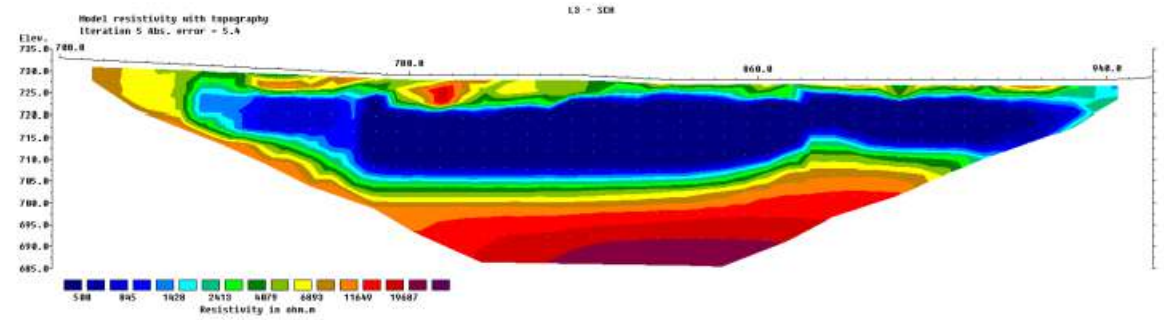


Figura 4-43 – Modelo de Resistividade Verdadeira com Arranjo Schlumberger

Fonte: RL ENGENHARIA, 2024.

Por fim, foram elaborados perfis geofísicos ao longo de oito seções transversais da pilha de estéril (Linhas 1 a 8), utilizando a técnica de tomografia de resistividade elétrica. Esses perfis permitiram identificar variações laterais e verticais na resistividade dos materiais, possibilitando a delimitação de zonas de maior saturação e baixa resistência, associadas a potenciais áreas de instabilidade interna. A análise integrada desses dados subsidia o projeto de reforço estrutural e o plano de manejo hidrológico da pilha Grota 2 (RL ENGENHARIA, 2024).

A integração dos resultados geofísicos às investigações geotécnicas e topográficas permitiu maior segurança na definição das áreas críticas de instabilidade e subsidia diretamente as soluções de reforço previstas no projeto conceitual de descaracterização da estrutura.

Estudos Sedimentológicos e Drenagem Superficial

Durante os levantamentos realizados na Grota 2, foram identificados diversos processos erosivos ativos, como ravinas e sulcos, diretamente relacionados à drenagem pluvial ineficiente. Tais processos foram registrados em trechos específicos da pilha e documentados no relatório técnico 1190AC-X-44974 (DF+, 2022). A partir da análise sedimentológica e do comportamento superficial do solo, foram propostas intervenções de controle hidrológico,

incluindo canais de escoamento, descidas d'água e estruturas de transposição, com vistas a minimizar o carreamento de sedimentos e prevenir o agravamento da instabilidade estrutural.

Esses estudos subsidiam o dimensionamento das soluções de engenharia previstas no projeto conceitual de descaracterização, articulando os aspectos geotécnicos, hidrológicos e sedimentológicos da pilha (DF+, 2022; RL Engenharia, 2024).

4.5.3.6. PDE Grota 3

Para subsidiar o projeto de fechamento da PDE Grota 3 foram realizados diversos estudos técnicos que permitiram a compreensão detalhada das condições geotécnicas, topográficas, hidrogeológicas e sedimentológicas da estrutura conforme repostado no item 4.4.1 Levantamentos Preliminares.

Mapeamento Geotécnico

As análises geotécnicas da PDE Grota 3 foram fundamentadas em campanhas de investigação de campo e ensaios laboratoriais, conforme detalhado no Relatório de Consolidação de Parâmetros Geotécnicos e Geomecânicos (RL-1850AC-X-81200, Rev. 0 In TPF Engenharia, 2025a). As investigações permitiram a caracterização dos materiais que compõem a pilha e sua fundação, a definição de parâmetros de resistência e permeabilidade e a realização de análises de estabilidade em modelos bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D).

As investigações de campo incluíram sondagens mistas, ensaios CPTu, infiltração e geofísica, além da coleta de amostras deformadas e indeformadas conforme supracitado no item 4.4.1. Os principais litotipos identificados foram: estéril fino, estéril pedregulhoso, rejeito de minério de ferro (fino e granular), filito sericítico e sericita xisto. A análise dos valores de $N_{1,60}$ para o estéril (Figura 14.5) indicou variabilidade significativa, com média de 17, desvio padrão de 9,9 e um valor característico (Xk) de 12 (**Quadro 4-32**).

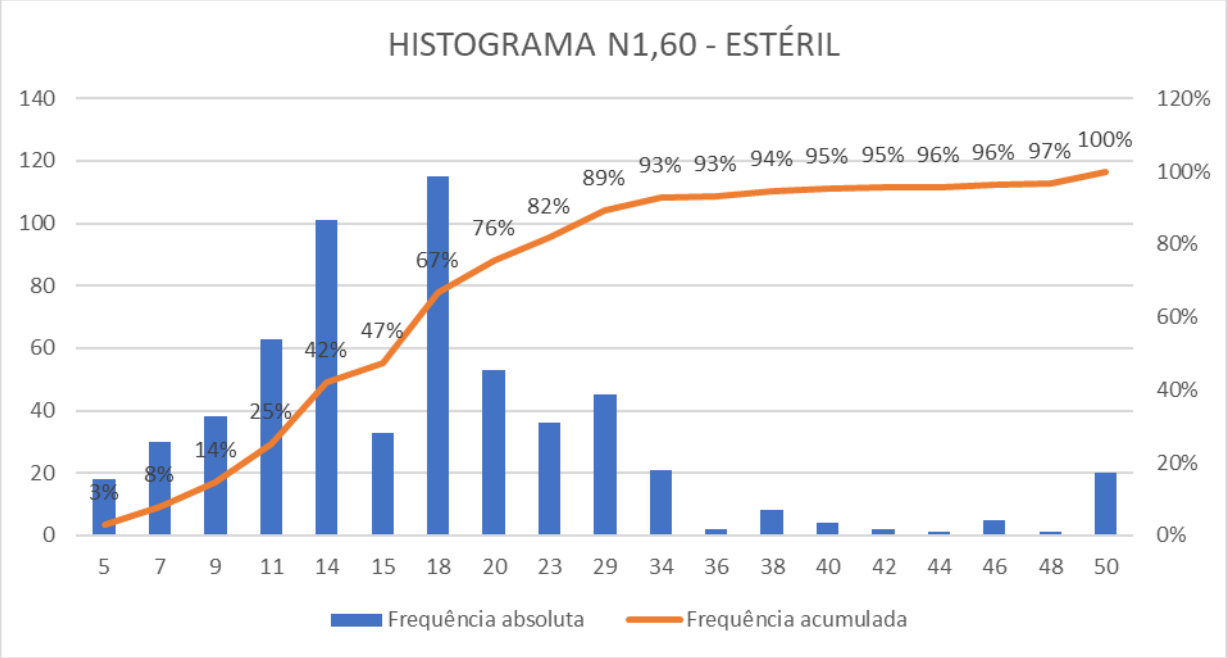


Figura 4-44 – Histograma dos dados de N1,60 do material de estéril da PDE Grota 03

Fonte: TPF Engenharia (2025a).

Quadro 4-32 – Dados estatísticos dos valores de N1,60 do material de estéril da PDE Grota 03

Dados estatísticos N1,60 - Estéril	
Mediana	15,00
Média	17,00
Mínimo	2,00
Máximo	50,00
1º Quartil	11,00
Desvio Padrão	9,91
CV	0,58
Xk	12,00
Amostra (n)	596,00

Fonte: TPF Engenharia (2025a).

A permeabilidade foi avaliada por ensaios de infiltração em diferentes materiais, sendo os resultados fundamentais para a calibração do modelo de fluxo permanente (Figura 14.6). Os valores calibrados de k variaram entre 1×10^{-4} cm/s (rejeito fino) e 2×10^{-2} cm/s (estéril pedregulhoso), considerando anisotropia horizontal para materiais de fundação (**Quadro** 4-33).

Quadro 4-33 - Resumo dos valores de permeabilidade para os materiais encontrados na PDE Grota 3 e seu Platô superior

Material	k(cm/s)	k1/k2	Ângulo de anisotropia
Estéril predominantemente fino	$1,5 \times 10^{-4}$	0,6	0°
Estéril predominantemente fino ferruginoso	2×10^{-3}	1	0°
Estéril pedregulhoso	2×10^{-2}	1	0°
Enrocamento	2×10^{-3}	1	0°
Sericita xisto (W5-W6)	6×10^{-4}	0,1	-48
Sericita xisto (W3-W4)	6×10^{-4}	0,1	-48
Sericita xisto são	2×10^{-4}	0,4	-48
Filito sericítico (W5-W6)	1×10^{-3}	0,1	-48
Filito sericítico (W3-W4)	1×10^{-3}	0,1	-48
Filito sericítico são	3×10^{-4}	0,3	-48
Rejeito de minério de ferro fino	1×10^{-4}	0,5	0
Rejeito de minério de ferro granular	1×10^{-2}	1	0

Fonte: TPF Engenharia (2025a).

Os ensaios de cisalhamento direto demonstraram comportamento anisotrópico dos materiais de fundação, com resistências distintas entre os planos paralelos e perpendiculares à foliação (Figuras 14.23 e 14.24).

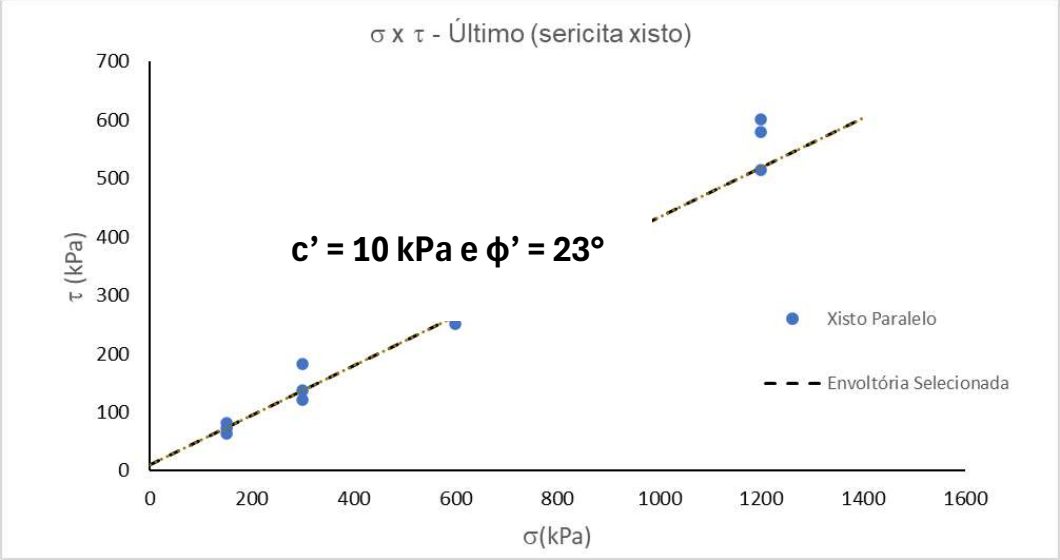


Figura 4-45 – Envoltória de resistência do sericita Xisto – Ensaios na direção paralela.

Fonte: TPF Engenharia (2025a).

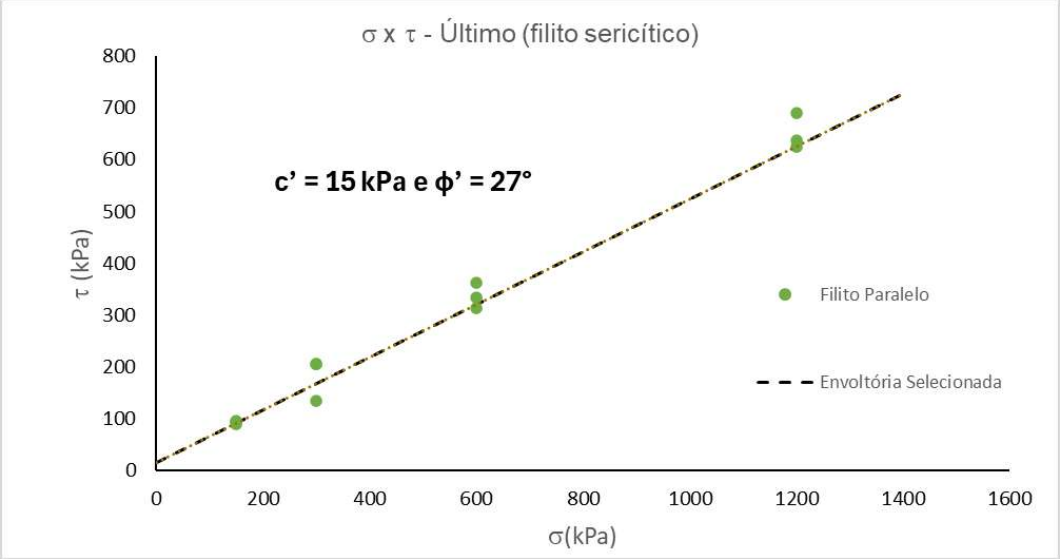


Figura 4-46 – Envoltória de resistência do filito sericitico – Ensaios na direção paralela.

Fonte: TPF Engenharia (2025a).

O modelo anisotrópico adotado (Anisotropic Linear Strength) permitiu a definição de parâmetros específicos para o filito sericítico e o sericita xisto, considerando os ângulos médios de foliação em 48° (**Quadro 4-34**). Para o estéril, os parâmetros finais foram fixados em c' = 5 kPa e φ' = 30°, combinando ensaios triaxiais (**Figura 4-47**) e correlações empíricas com NSPT (**Quadro 4-36**).

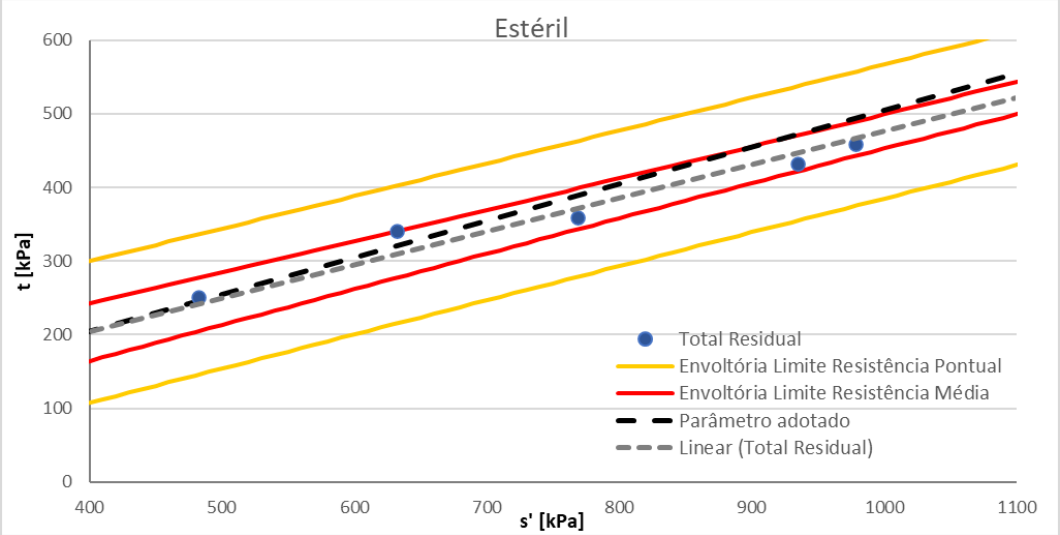


Figura 4-47 – Envoltória de resistência adotada para o espaço de tensões e limites de resistência nos ensaios triaxiais CIU do Estéril.

Fonte: TPF Engenharia (2025a).

Quadro 4-34 – Ângulos de atrito calculados para diferentes correlações e valores de N_{SPT} do Estéril.

N_{160}		Peck *et al.* (1974)	Godoy (1983)	Hatanaka & Uchida (1996)	Teixeira (1996)	Muromachi (1943)	Bowles (1997)
Média	**15**	31	34	35	34	34	31
Mediana	**17**	32	35	36	35	34	32
1º Quartil	**11**	30	32	33	**31**	32	29
X_k	**12**	31	33	34	32	32	30

Fonte: TPF Engenharia (2025a).

Análises de estabilidade 2D e 3D

As análises de estabilidade da PDE Grota 3 compreenderam modelagens em duas e três dimensões, com base nos parâmetros geotécnicos determinados nas investigações de campo e laboratório conforme dados técnico anteriores. Os resultados das análises 2D indicaram fatores de segurança (FS) não satisfatórios para a condição normal de operação, tanto para o cenário global (cenário 1), quanto para o local (cenário 2), com os menores FS observados de 1,17 na Seção 1-1' (superfície global) e 1,19 na Seção 3-3' (superfície local). Nas análises pseudoestáticas (cenário 3), apenas a seção 1-1' apresentou FS ligeiramente inferior ao limite admissível, com diferença inferior a 0,02, demonstrando comportamento menos crítico da estrutura nesta condição.

Esses resultados reforçam a influência significativa da tridimensionalidade sobre a estabilidade da pilha, especialmente nas variações de geometria (concavidades e convexidades), e nas diferenças altimétricas de fundação. Nesse contexto, destaca-se o disposto na ABNT NBR 13.029/2024, segundo a qual o FS obtido por métodos de Equilíbrio Limite (MEL) deve ser considerado como um dos critérios, mas não o único determinante da segurança estrutural, recomendando sua análise conjunta com inspeções, instrumentação e julgamento de engenharia. Considerando as inspeções regulares, histórico da instrumentação e a maturidade da pilha, conclui-se que o desempenho geotécnico da estrutura é satisfatório sob o ponto de vista global.

As análises de estabilidade 3D foram realizadas com o software Slide3®, contemplando três domínios de busca (Domínios A, B e C) e demonstraram, com clareza, a relevância da geometria tridimensional da pilha para os resultados obtidos. Nas regiões de talude com geometria côncava (seções 1-1' e 2-2'), os fatores de segurança tridimensionais apresentaram acréscimos superiores a 30% em relação aos valores 2D, refletindo a maior contribuição da resistência lateral. Em contrapartida, nas regiões com geometria mais convexa (seções 3-3' e 4-4'), o aumento do FS nas análises 3D foi inferior a 5%, sendo nesta região identificado o único FS global inferior a 1,5 (Domínio C).

A avaliação volumétrica das massas deslizantes 3D indicou volumes da ordem de 380.000 m³ a 1.900.000 m³. A menor superfície crítica encontrada (FS = 1,34) apresentou volume de apenas 40.197 m³, cerca de 2% a 12% das demais superfícies globais. Apesar de classificada como global por cruzar mais de três bermas, seu volume reduzido e localização afastada (nordeste da Barragem 6, a aproximadamente 150 m) indicam baixa representatividade como risco à integridade da PDE. Para este domínio, a superfície mais representativa foi considerada aquela com FS = 1,51 e volume de 320.000 m³.

Adicionalmente, foi verificado que o material depositado no platô montante da pilha, embora de baixa resistência, não participou das superfícies críticas identificadas nas análises 2D e 3D. Isso confirma que tal material não interfere diretamente na estabilidade da estrutura.

Dessa forma, embora os fatores de segurança obtidos nas análises 2D sejam inferiores aos valores normativos, os resultados das análises 3D e os demais critérios de avaliação indicam que a PDE Grota 3 apresenta desempenho estrutural aceitável na condição atual, com estabilidade global assegurada e ausência de elementos críticos associados à liquefação ou fragilidade generalizada.

Levantamentos Topográficos

O levantamento topográfico da área da PDE Grota 3 foi realizado com base em dados geoespaciais de alta resolução, visando subsidiar as análises geotécnicas, a modelagem hidrogeológica e a elaboração dos projetos de engenharia. A base cartográfica utilizada está descrita na Planta Topográfica 1850AC-V-03691, Rev. 0, elaborada pela TPF Engenharia (2025), adotando o sistema de referência SIRGAS 2000, projeção UTM, fuso 23S.

A aquisição dos dados foi realizada por meio de técnicas integradas de aerolevantamento com LiDAR e pontos de apoio topográficos em campo, permitindo a geração de modelos digitais de terreno (MDT) com precisão compatível com os objetivos de engenharia e simulação numérica. As curvas de nível foram geradas com equidistância de 1 metro, e a resolução espacial média do modelo foi de 0,5 m.

Os produtos topográficos resultantes foram utilizados como base para:

- Definição do modelo geométrico da PDE Grota 3 nas análises de estabilidade 2D e 3D;
- Localização e cotagem das estruturas existentes (platôs, bermas, taludes e canais);
- Locação das sondagens mistas e poços de inspeção geotécnica;
- Cálculo dos volumes estimados de massa potencial de ruptura nas análises tridimensionais;
- Estimativa de cotas de nível d’água nos modelos calibrados de fluxo permanente.

Além disso, os dados topográficos foram fundamentais para a definição das seções geológico-geotécnicas representativas (1-1’ a 4-4’), cujos perfis altimétricos foram extraídos diretamente do MDT. A Planta Topográfica 1850AC-V-03691 encontra-se disponível no TPF Engenharia (2025a). O levantamento topográfico encontra-se compatível com as exigências da ABNT NBR 13.029/2024 e foi incorporado como referência oficial nos modelos numéricos de estabilidade e de fluxo utilizados neste estudo.

Estudos Hidrogeológicos

Os estudos hidrogeológicos realizados no âmbito da caracterização geotécnica da PDE Grota 3 tiveram como principal objetivo subsidiar as análises de estabilidade e modelagem de fluxo d'água na estrutura. A avaliação foi conduzida por meio de ensaios de infiltração in situ, interpretação de níveis d'água medidos em piezômetros e calibração de modelos numéricos 2D de fluxo permanente.

Os ensaios de infiltração, realizados em diferentes profundidades ao longo de sondagens mistas, permitiram a estimativa da condutividade hidráulica dos materiais constituintes da pilha e da fundação. Os valores de permeabilidade medidos variaram entre 1×10^{-4} cm/s e 2×10^{-2} cm/s, refletindo a heterogeneidade dos materiais, como estéril fino, estéril pedregulhoso, filito sericítico e sericita xisto. O **Quadro 4-35** apresenta os valores médios adotados por tipo de material, bem como os coeficientes de anisotropia (k1/k2) e ângulo de anisotropia associado à foliação geológica.

Quadro 4-35 – Resultados dos Fatores de segurança pseudoestáticos das 4 seções analisadas

Seção	Método	Fator de Segurança Pseudoestático		
		acH – 0,03 acV – -0,02 (para cima)	acH – 0,03 acV – 0,02 (para baixo)	acH – 0,03 acV – 0
Seção 1-1' (14/03)	Spencer	1,088	1,095	1,091
	M-P	**1,087**	1,096	1,092
	Sarma	1,095	1,105	1,101
Seção 2-2' (14/03)	Spencer	1,198	1,204	1,201
	M-P	**1,160**	1,170	1,165
	Sarma	1,179	1,190	1,183
Seção 3-3' (14/03)	Spencer	1,216	1,220	1,220
	M-P	1,181	1,185	**1,177**
	Sarma	1,217	1,222	1,222
Seção 4-4' (14/03)	Spencer	1,167	1,165	1,167
	M-P	1,158	**1,130**	1,158
	Sarma	1,169	1,169	1,170

Fonte: TPF Engenharia (2025a)

Esses parâmetros subsidiaram a calibração dos modelos de fluxo em regime permanente (2D), os quais foram utilizados para a definição do regime de poro-pressão nas análises de estabilidade. A calibração considerou os níveis d'água medidos em piezômetros instalados em campo, comparados aos níveis simulados. A **Figura 4-48** a **Figura 4-51** demonstram a aderência entre o nível d'água interpretado e o calibrado nas seções 1-1' a 4-4', indicando boa coerência entre o modelo e as condições observadas em campo.

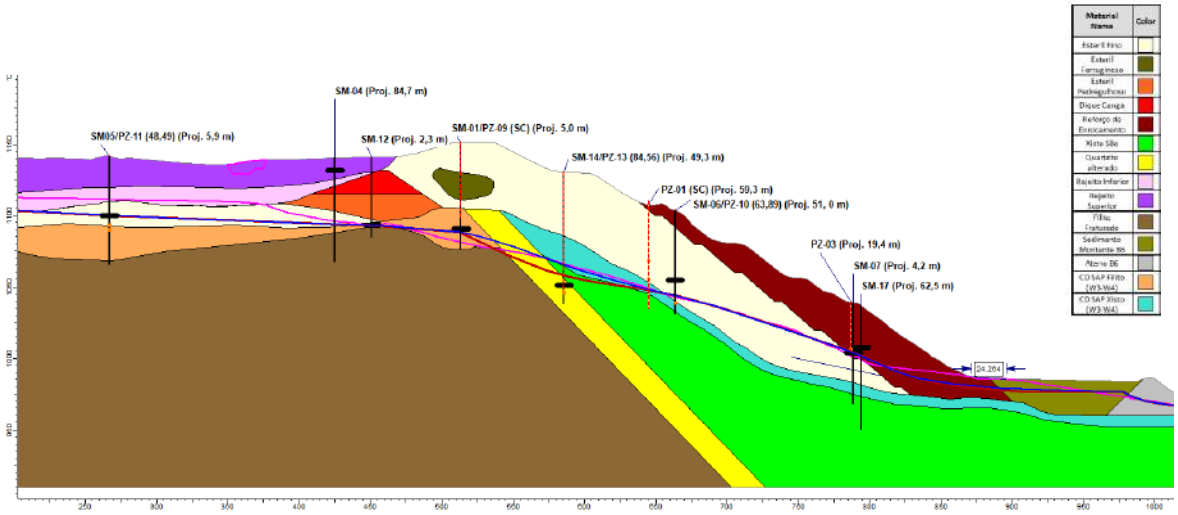


Figura 4-48 – Seção geológico-geotécnica 1-1' com instrumentos e furos de sondagens, com N.A interpretado (azul) e N.A. calibrado (rosa)

Fonte: TPF Engenharia (2025a)

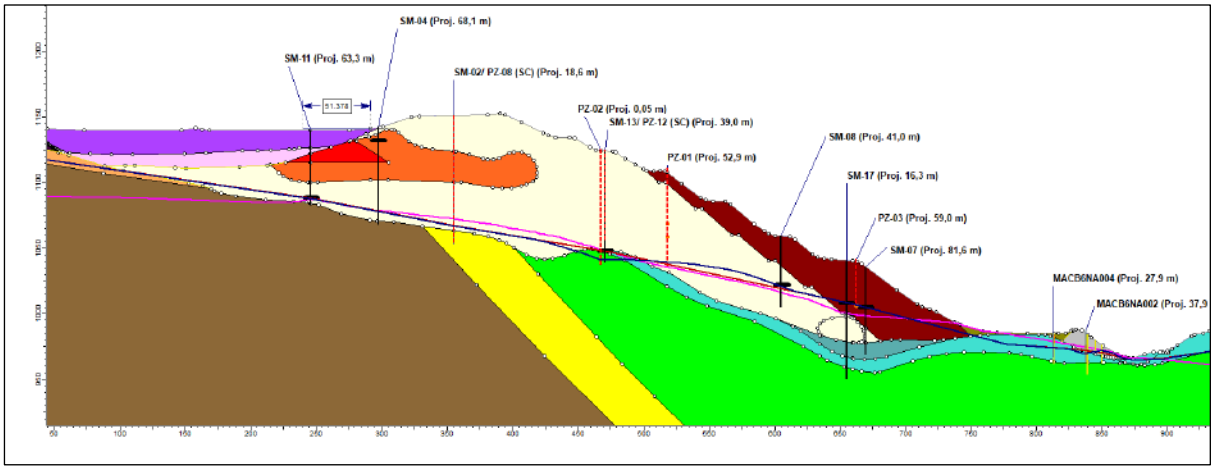


Figura 4-49 – Seção geológico-geotécnica 2-2' com instrumentos e furos de sondagens com N.A interpretado (azul) e N.A. calibrado (rosa)

Fonte: TPF Engenharia (2025a)

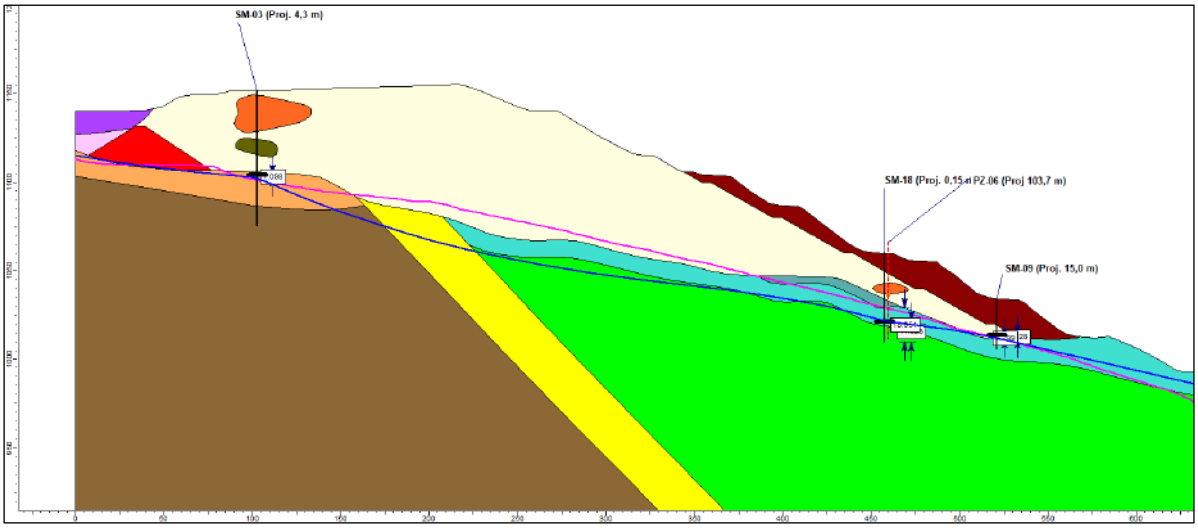


Figura 4-50 – Seção geológico-geotécnica 3-3' com instrumentos e furos de sondagens com N.A interpretado (azul) e N.A. calibrado (rosa)

Fonte: TPF Engenharia (2025a)

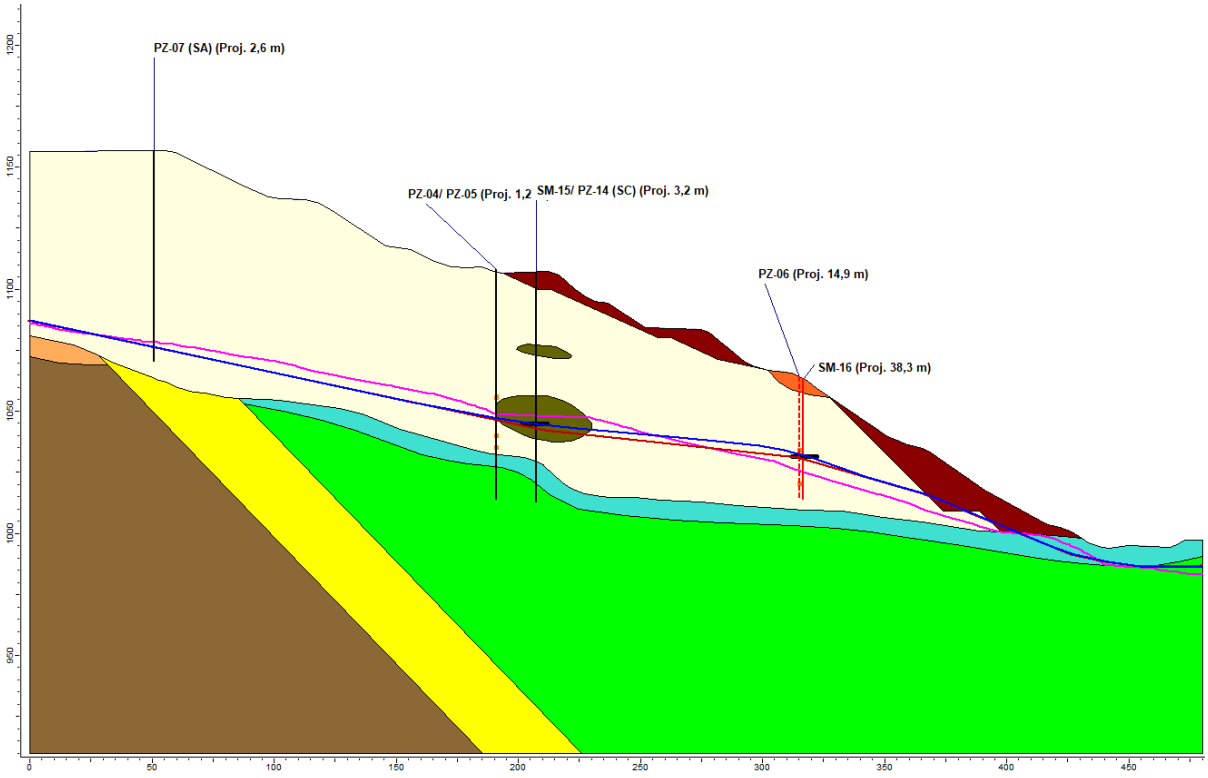


Figura 4-51 – Seção geológico-geotécnica 4-4' com instrumentos e furos de sondagens com N.A interpretado (azul) e N.A. calibrado (rosa)

Fonte: TPF Engenharia (2025a)

Adicionalmente, a distribuição espacial das permeabilidades e a anisotropia hidráulica foram fundamentais para a compreensão do fluxo subterrâneo dentro da pilha, bem como da resposta geotécnica da estrutura à saturação. Os valores de permeabilidade, associados ao grau de intemperismo e orientação das estruturas geológicas, foram integrados aos modelos de estabilidade 2D e 3D, compondo o cenário hidrogeotécnico representativo da PDE Grota 3.

Considerações Sedimentológicas

Embora não tenham sido realizados estudos sedimentológicos no sentido estratigráfico ou deposicional, foram identificados processos relacionados à dinâmica de erosão superficial e carreamento de sedimentos no entorno e sobre a PDE Grota 3. Esses processos, decorrentes principalmente da drenagem superficial ineficiente, foram tratados como parte das ações de reforço e estabilização da estrutura.

Durante os levantamentos de campo e análises de superfície, foram mapeadas áreas com ravinas, sulcos erosivos e instabilidades superficiais causadas pelo acúmulo e escoamento concentrado de águas pluviais. Tais feições indicam potencial de carreamento de partículas finas e comprometimento da estabilidade superficial da pilha, além de risco de assoreamento em áreas adjacentes.

Com base nessas observações, foi elaborado um projeto de controle hidrológico e mitigação de processos erosivos, que incluiu:

- Implantação de canais de coleta e condução das águas pluviais ao longo dos taludes da pilha;
- Descidas d'água e estruturas de transposição hidráulica, para evitar a formação de fluxos concentrados com potencial erosivo;
- Intervenções localizadas em ravinas e voçorocas, com recomposição superficial e drenagem;
- Adequações no platô e bermas para favorecer o escoamento superficial difuso.

As ações propostas visam garantir o escoamento adequado das águas superficiais e minimizar o carreamento de sedimentos, prevenindo o aprofundamento dos sulcos e o desenvolvimento de instabilidades mais graves. As áreas críticas foram mapeadas em planta específica (DF+, 2022), sendo as intervenções consideradas parte integrante do reforço geotécnico da PDE.

Portanto, apesar da ausência de um estudo sedimentológico formal, as condições superficiais e os processos erosivos foram analisados no contexto da drenagem e da estabilidade, com proposição de medidas técnicas para o controle de sedimentos e a preservação da integridade da estrutura.

4.5.3.7. Contenção provisória do Dique Auxiliar da Barragem 5

Mapeamento Geológico- Geotécnico

O projeto da contenção provisória do Dique Auxiliar da Barragem 5 foi precedido por um conjunto de investigações geológicas e geotécnicas voltadas à caracterização detalhada dos materiais e das condições de estabilidade locais (CA-1000AC-G-43902_Rev_0). O mapeamento geológico abrangeu a identificação das unidades litológicas aflorantes e dos materiais inconsolidados presentes na área de intervenção, com destaque para solos residuais argilosos e camadas de alteração saprolítica, além da delimitação de zonas potencialmente instáveis ou saturadas.

Foram realizadas sondagens geotécnicas com equipamentos de percussão e à trado, estrategicamente distribuídas ao longo do eixo da estrutura e nas áreas adjacentes. Essas investigações permitiram identificar a profundidade das interfaces entre camadas, o perfil estratigráfico do vale e os parâmetros físicos dos solos locais, como resistência à penetração (NSPT), umidade natural, densidade, grau de compactação e limites de consistência.

A partir das amostras coletadas, foram conduzidos ensaios de laboratório voltados à caracterização física e mecânica dos solos, incluindo análises granulométricas, limites de Atterberg, peso específico dos sólidos, permeabilidade e compactação. Esses dados subsidiaram a definição do tipo de fundação mais apropriado para a estrutura de contenção, bem como a modelagem geotécnica dos taludes.

As informações obtidas no mapeamento também foram utilizadas para o dimensionamento do sistema de drenagem superficial da estrutura, considerando a necessidade de interceptação de fluxos hídricos, prevenção de erosões e redução da sobrecarga hídrica nas fundações da contenção. Os resultados indicaram a necessidade de conformações específicas no maciço e uso de materiais selecionados nas camadas de base, para garantir a estabilidade global durante o período de operação provisória.

Esses levantamentos representaram uma etapa fundamental para a definição do projeto executivo da contenção, assegurando a confiabilidade da solução adotada sob as premissas de segurança geotécnica e compatibilidade com as condições geológicas locais.

Estudos Hidrológicos

A concepção do sistema de contenção provisória do Dique Auxiliar da Barragem 5 foi subsidiada por estudos hidrológicos específicos da bacia de drenagem local, com o objetivo de estimar a vazão de pico associada à chuva de projeto com tempo de retorno de 100 anos. Esses estudos consideraram as características geomorfológicas e o uso do solo na bacia, resultando na estimativa de uma vazão de projeto de 0,71 m³/s (CA-1000AC-G-43904_Rev_0) (CA-1000AC-G-43904_Rev_0) buscando minimizar os riscos de instabilidade induzida por fluxos superficiais concentrados.

4.5.3.8. Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5

A implantação das intervenções de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 integra o conjunto de medidas emergenciais adotadas para garantir a estabilidade geotécnica da estrutura e mitigar os riscos associados à presença de rejeitos saturados no interior do reservatório. Sua concepção técnica foi embasada em estudos geotécnicos, levantamentos topográficos e modelagens de estabilidade, articulados para garantir a funcionalidade da contenção até a descaracterização definitiva da estrutura conforme descritos a seguir.

Mapeamento Geológico- Geotécnico

Com o objetivo de subsidiar os estudos de estabilidade e a definição das soluções de engenharia para as obras de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5, foram realizadas extensas campanhas de investigação geológico-geotécnica, abrangendo o reconhecimento estratigráfico, caracterização física e mecânica dos materiais da estrutura e fundação, além da instrumentação para monitoramento hidrogeotécnico (DF+, 2022).

As investigações compreenderam as seguintes atividades:

- 12 furos de sondagem SPT para determinação da resistência à penetração e coleta de amostras deformadas;
- 3 furos com coleta de amostras indeformadas, destinados a ensaios de laboratório com controle de deformabilidade e resistência;
- 6 ensaios de piezocone (CPTu) com dissipação, permitindo a estimativa de parâmetros geotécnicos e o perfil do nível d'água;
- Instalação de 7 piezômetros tipo VW para medição contínua da linha freática;
- 2 inclinômetros, empregados para monitorar possíveis deslocamentos ao longo do tempo;

- Campanha laboratorial, incluindo ensaios de granulometria, limites de Atterberg, compactação, permeabilidade, cisalhamento direto e triaxial consolidado-drenado.

Os pontos de sondagem e instrumentação foram estrategicamente distribuídos nas seções A-A', B-B' e D-D', utilizadas como base para as análises de estabilidade 2D e 3D do dique, cobrindo os trechos mais representativos da geometria da estrutura. As investigações permitiram a definição dos parâmetros geotécnicos adotados nas modelagens numéricas, tanto para os materiais de corpo do dique (rejeito e solo compactado), quanto para a fundação.

A avaliação integrada dos dados revelou trechos com baixa resistência residual e elevada percolação, o que fundamentou a proposição de intervenções de reforço e reconformação, incluindo recobrimento com solo compactado, drenagem interna e rebaixamento da linha freática.

Análises de Estabilidade 2D e 3D

O relatório técnico RL-1850AC-X-80369 – Projeto Detalhado – Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 (DF+, 2022) apresenta as análises de estabilidade realizadas com o objetivo de avaliar as condições de segurança da estrutura e orientar as medidas de reforço necessárias para o processo de descaracterização. As informações detalhadas encontram-se no relatório supracitado, disponível para consulta na Vale S.A.

As análises consideraram a geometria atual da estrutura (condição "As Is"), as etapas intermediárias (5 e 6) e a geometria final projetada, sob diferentes cenários de linha freática e condições de resistência (pico e amolgada do rejeito). Foram aplicados métodos de equilíbrio limite (análises 2D) e modelagem tridimensional (3D), utilizando parâmetros geotécnicos obtidos em campanhas de investigação de campo e ensaios laboratoriais.

Os resultados consolidados das análises de estabilidade estão sistematizados no **Quadro 4-36** – Resultados das análises de estabilidade, permitindo a comparação entre configurações geométricas, condições de resistência e níveis freáticos. Observa-se que:

- Na condição inicial, os fatores de segurança (FS) estão próximos ao limite de estabilidade para a resistência de pico (FS entre 1,29 e 1,38), e inferiores aos critérios quando considerada a resistência amolgada (FS entre 0,48 e 0,51).
- Nas etapas 5 e 6, há uma melhora gradual nos FS para resistência de pico (atingindo até 1,90), mas os valores para resistência amolgada ainda permanecem abaixo do exigido.

Na geometria final, após a execução das intervenções projetadas, os FS sob condição de pico atingem valores superiores a 2,8, superando com ampla margem o FS mínimo requerido (1,50), indicando estabilidade adequada.

Quadro 4-36 – Resultado das análises de estabilidade do Dique Auxiliar da Barragem 5.

Geometria	Seção instrumentada	Freática	Condição analisada	FS obtido	FS de referência
Inicial	Seção A-A’	Inicial (instrumentação)	Resistência de pico do rejeito	1,31	1,30
Inicial	Seção B-B’	Inicial (instrumentação)	Resistência de pico do rejeito	1,38	1,30
Inicial	Seção D-D’	Inicial (instrumentação)	Resistência de pico do rejeito	1,29	1,30
Inicial	Seção A-A’	Inicial (instrumentação)	Resistência amolgada do rejeito	0,49	1,10
Inicial	Seção B-B’	Inicial (instrumentação)	Resistência amolgada do rejeito	0,51	1,10
Inicial	Seção D-D’	Inicial (instrumentação)	Resistência amolgada do rejeito	0,48	1,10
Etapa 5	Seção A-A’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	1,33	1,30
Etapa 5	Seção B-B’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	1,40	1,30
Etapa 5	Seção D-D’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	1,32	1,30
Etapa 5	Seção A-A’	Obtida por percolação	Resistência amolgada do rejeito	0,49	1,10
Etapa 5	Seção B-B’	Obtida por percolação	Resistência amolgada do rejeito	0,51	1,10
Etapa 5	Seção D-D’	Obtida por percolação	Resistência amolgada do rejeito	0,48	1,10
Etapa 6	Seção A-A’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	1,90	1,30
Etapa 6	Seção B-B’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	1,89	1,30
Etapa 6	Seção D-D’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	1,66	1,30
Etapa 6	Seção A-A’	Obtida por percolação	Resistência amolgada do rejeito	0,82	1,10
Etapa 6	Seção B-B’	Obtida por percolação	Resistência amolgada do rejeito	0,72	1,10
Etapa 6	Seção D-D’	Obtida por percolação	Resistência amolgada do rejeito	0,59	1,10
Geometria Final	Seção A-A’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	2,92	1,50
Geometria Final	Seção B-B’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	2,89	1,50
Geometria Final	Seção D-D’	Obtida por percolação	Resistência de pico do rejeito	2,89	1,50

Fonte: RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

Levantamentos Topográficos

Para subsidiar a elaboração do projeto detalhado de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5, foram realizados levantamentos topográficos de alta precisão, abrangendo toda a área da estrutura, suas adjacências e os sistemas de drenagem existentes. Os trabalhos foram executados com equipamentos geodésicos de alta acurácia e baseados em referencial geodésico SIRGAS2000, garantindo compatibilidade com os demais produtos cartográficos da mina.

As atividades incluíram:

- Levantamento planialtimétrico cadastral da estrutura e entorno, por meio de estação total e GNSS de dupla frequência;
- Georreferenciamento das seções representativas (A-A', B-B' e D-D'), utilizadas nas análises de estabilidade 2D e 3D;
- Modelagem digital do terreno (MDT) e geração de curvas de nível com equidistância adequada à escala do projeto;
- Cadastramento de obras existentes, como drenos superficiais, canais, taludes, bermas e plataformas de acesso;
- Posicionamento das instrumentações geotécnicas, integrando os pontos dos piezômetros, inclinômetros e marcos topográficos à planta geral da estrutura.

As informações levantadas foram utilizadas para a construção de seções geotécnicas, definição das geometrias adotadas nas simulações de estabilidade e elaboração dos projetos de reconformação e drenagem. A base topográfica também foi essencial para a avaliação de volumes envolvidos nas escavações, reaterros e cobertura do dique.

Considerações Hidrogeológicas, Hidrológicas e Hidráulicas

As análises hidrogeológicas, hidrológicas e hidráulicas foram fundamentais para subsidiar o diagnóstico da estabilidade atual do Dique Auxiliar da Barragem 5 e nortear as intervenções previstas no processo de descaracterização. Os estudos compreenderam modelagens específicas, monitoramentos instrumentais e análises geométricas da drenagem.

Considerações Hidrogeológicas

Foram utilizados dados de piezômetros instalados nas seções instrumentadas da estrutura (A-A', B-B' e D-D'), os quais subsidiaram a determinação da linha freática e a calibração dos modelos numéricos de percolação (SEEP/W). Os valores de coeficiente de permeabilidade

horizontal (k_h) adotados nas simulações foram da ordem de 1,0 × 10^{-6} m/s para o rejeito e 1,0 × 10^{-5} m/s para o solo compactado da crista e taludes.

A linha freática simulada foi utilizada como entrada para as análises de estabilidade com resistência de pico e resistência amolgada, contemplando diferentes geometrias (situação atual, Etapas 5 e 6 e geometria final). Tais dados foram essenciais para os cenários de segurança operacionais e para o planejamento das intervenções de reconfiguração da estrutura.

A bacia de contribuição foi delimitada com área de aproximadamente 0,05 km², com característica predominantemente natural. Para o dimensionamento das estruturas de escoamento superficial e controle de cheias, foi considerada uma chuva de projeto de 100 anos de período de retorno, com intensidade estimada em 147 mm/h, conforme estudos hidrológicos prévios na região de Nova Lima/MG.

As vazões máximas estimadas para eventos críticos foram utilizadas para validar a capacidade das valetas de drenagem e dos dispositivos de desvio temporário durante as etapas de descaracterização.

Com base nas informações topográficas e hidrológicas, foram dimensionadas estruturas hidráulicas temporárias e permanentes, como:

- Valetas trapezoidais com profundidade média de 0,5 m, largura de fundo de 0,3 m e taludes 1V:1,5H, revestidas com material rip-rap;
- Canais de desvio provisórios projetados para conduzir vazões superiores a 0,4 m³/s;
- Reconfiguração dos platôs com inclinação longitudinal mínima de 1,5% para garantir escoamento superficial direcionado.

Essas intervenções foram projetadas com base nas simulações realizadas no software hidráulico e visam evitar acúmulo de água, erosão dos taludes e instabilização do maciço.

Levantamentos Sedimentológicos

Os levantamentos sedimentológicos realizados no âmbito do projeto de descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5 tiveram como principal objetivo caracterizar os materiais presentes na estrutura e no seu entorno imediato, em especial os rejeitos dispostos no interior da área da estrutura, subsidiando a modelagem geotécnica e as etapas de reconfiguração.

Os estudos sedimentológicos envolveram análises granulométricas e classificação dos materiais quanto ao seu comportamento mecânico e deposicional. Os resultados indicaram que os rejeitos depositados apresentam composição predominantemente argilo-siltosa, com

teores de finos superiores a 60%, característica que confere baixa permeabilidade e maior suscetibilidade à saturação em condições de ascensão freática.

As análises indicaram ainda índice de vazios médio da ordem de 0,80 a 1,05, o que reflete alta porosidade e reduzida compactação original dos materiais. Essas informações foram fundamentais para a definição dos parâmetros de resistência utilizados nas simulações de estabilidade, especialmente na distinção entre os cenários com resistência de pico e resistência amolgada.

A distribuição vertical dos rejeitos também foi analisada, evidenciando camadas com diferenças na coloração, plasticidade e umidade, sugerindo deposição sucessiva em eventos distintos. Esse aspecto foi considerado nas seções geotécnicas adotadas para modelagem numérica.

Todos os dados sedimentológicos foram obtidos a partir de amostragens em furos de sondagem SPT e testemunhos contínuos, com posterior análise em laboratório, conforme metodologia descrita nos planos de investigação geotécnica do projeto.

4.5.4. Intervenções Ambientais

4.5.4.1. Interferências em Vegetação Nativa

A implantação das obras emergenciais e de descaracterização na área da Mina de Águas Claras implicará em intervenções diretas sobre a vegetação nativa, dentro dos limites da Área Diretamente Afetada (ADA). As atividades de supressão envolvem a retirada manual e/ou mecanizada da cobertura vegetal, seguida de limpeza do terreno e remoção dos resíduos resultantes, em conformidade com a legislação ambiental vigente.

De acordo com o levantamento florístico realizado no diagnóstico ambiental, a ADA é composta majoritariamente por áreas de uso antrópico (74,03 ha), mas também abrange fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em diferentes estágios sucessionais — incluindo 32,64 ha em estágio inicial, 11,76 ha em estágio avançado e 2,82 ha em estágio médio — além de áreas de reflorestamento de eucalipto com presença de sub-bosque nativo (5,38 ha) e pequenos corpos d’água (3,18 ha). A área total afetada é de 129,81 hectares.

Além disso, destaca-se que parte da vegetação a ser suprimida, especialmente nos reflorestamentos de eucalipto, apresenta indícios de regeneração natural de espécies nativas no sub-bosque, o que reforça a importância de ações compensatórias voltadas à restauração ecológica da área após a conclusão das obras.

A seguir no **Quadro 4-37** é apresentado o quantitativo estimado de supressão de vegetação para as obras.

Quadro 4-37 – Estimativa de supressão de vegetação necessária às obras da MAC.

Tipologia	Área (ha)
Áreas de Uso Antrópico com Árvores Isoladas	71,78
FES em estágio inicial	32,58
FES em estágio médio	3,73
FES em estágio médio com corte seletivo	0,06
FES em estágio avançado	11,72
Reflorestamento de Eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	5,38
TOTAL	**125,25**

Fonte: Concremat (2025). Legenda: FES: Floresta Estacional Semidecidual

4.5.4.2. Interferências em Recursos Hídricos

Durante o processo de descaracterização das barragens da Mina de Águas Claras e estabilização/fechamento das Grotas, a água tem sido utilizada de forma não consuntiva, com foco nas atividades operacionais e de apoio às frentes de obra. Diversas estruturas possuem dados específicos sobre os sistemas empregados e sua capacidade operacional.

Dentre os principais usos operacionais identificados, destacam-se:

- Remoção de água acumulada nos reservatórios, com sistemas de bombeamento em operação;
- Aspersão de vias de acesso para controle de poeira, com o uso de caminhões-pipa nas vias de circulação e áreas com movimentação intensa de solo exposto, como medida de mitigação dos impactos atmosféricos e manutenção das condições adequadas de segurança.
- Aplicação de camadas de argila e coberturas impermeabilizantes, o que demanda umidificação controlada das camadas para garantir compactação adequada e controle de infiltrações;
- Pulverização

Essas práticas atendem às diretrizes técnicas da Resolução ANM nº 95/2022 e da Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 3.102/2021, que tratam das medidas preventivas e de controle

associadas à segurança de barragens e à gestão dos recursos hídricos em empreendimentos de mineração.

4.5.5. Infraestrutura básica para as frentes de obra, canteiros, limpeza de terreno para lavra, etc

A infraestrutura básica necessária para viabilizar as obras de reforço, descaracterização de barragens e estabilização geotécnica das Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3 foi planejada de forma integrada e racional, priorizando o uso de áreas previamente antropizadas e otimizando os acessos internos já existentes na Mina de Águas Claras.

Essa infraestrutura abrangeu a implantação de frentes de serviço com plataformas compactadas, vias internas de circulação, áreas para apoio técnico e logístico (canteiros de obras, pátios de máquinas, almoxarifado, refeitório, sanitários, entre outros), além da execução de faixas de limpeza e preparo do terreno nos locais de intervenção direta.

Todos os dispositivos foram dimensionados para atender às necessidades específicas de cada fase das obras, respeitando as normas de segurança operacional e os critérios ambientais estabelecidos no Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e nos demais instrumentos de gestão ambiental do empreendimento.

Vale destacar que não houve necessidade de instalação de nova infraestrutura permanente, sendo somente permanentes as estruturas já instaladas da MAC. As estruturas montadas serão desmobilizadas ao término das obras, com subsequente reconformação e revegetação das áreas impactadas. As medidas adotadas garantem que os impactos associados à implantação dessa infraestrutura básica sejam temporários, localizados e de baixo impacto residual, reforçando o compromisso com a sustentabilidade e a minimização dos efeitos ambientais das intervenções.

De acordo com informações da Vale, especificamente, o canteiro da BRG será desmobilizado integralmente após a conclusão das obras, por se tratar de uma instalação provisória. Por outro lado, o canteiro da empresa Terrabel permanecerá em operação, uma vez que foi construído em alvenaria e se configura como estrutura permanente, podendo ser utilizado futuramente por outras empresas. Tal distinção evidencia a racionalização da ocupação espacial e o aproveitamento de estruturas existentes para minimizar novos impactos.

4.5.6. Estimativa de Área Impermeabilizada

No contexto das obras de descaracterização das barragens e das intervenções de estabilização e fechamento das Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3, considera-se como área

impermeabilizada apenas os espaços efetivamente ocupados por estruturas de apoio temporárias, como pátios de estacionamento, canteiros de obras e instalações administrativas da Mina de Águas Claras.

Essas áreas, somadas, representam uma fração reduzida da Área Diretamente Afetada (ADA), cuja extensão total é de aproximadamente 129,80 hectares. A superfície impermeabilizada está concentrada em zonas previamente antropizadas e com uso consolidado, o que reduz significativamente o potencial de alteração da dinâmica hidrológica local.

Dessa forma, a proporção de área impermeável em relação à ADA é considerada irrisória, especialmente quando comparada à extensão das áreas mantidas com cobertura vegetal natural ou em regeneração. Além disso, a implantação dessas estruturas seguiu critérios técnicos de drenagem e controle de escoamento superficial, com a adoção de bacias de retenção, valetas e caixas coletoras, minimizando os riscos de erosão, assoreamento e aumento de vazão de pico.

Por se tratar de estruturas temporárias, essas áreas serão desmobilizadas ao final das obras, com posterior reconformação topográfica e revegetação conforme previsto nos respectivos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), o que reforça o caráter transitório e de baixo impacto ambiental permanente associado à impermeabilização.

4.5.7. Caracterização dos Sistemas de Drenagens

4.5.7.1. Reforço da Barragem 6

Para garantir a segurança e a estabilidade da Barragem 6 durante e após a implantação das bermas de reforço, foi concebido um conjunto de sistemas de drenagem voltado ao controle da água superficial, rebaixamento da linha freática e filtragem da água no interior do maciço. As soluções adotadas foram baseadas nas diretrizes da ABNT NBR 13.028/2024 e em parâmetros obtidos nos estudos hidrogeológicos e geotécnicos da estrutura.

4.5.7.1.1. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico da drenagem considerou uma precipitação de projeto de 143,64 mm e uma vazão máxima afluente estimada em 14,76 m³/s, com base em uma área de contribuição de 0,29 km². O vertedouro está posicionado na ombreira direita, configurado como canal trapezoidal revestido com concreto, seguido de uma escada hidráulica em degraus. A **Figura 4-52** ilustra a preparação da base da estrutura e os elementos de controle da drenagem na interface entre a fundação e o material de reforço.

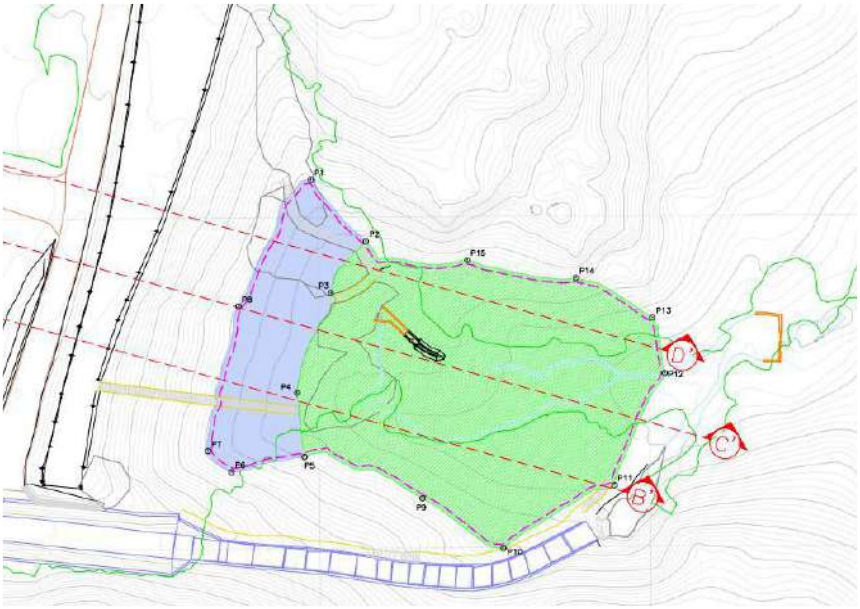


Figura 4-52 – Limpeza da fundação da Barragem 6 com foco em drenagem superficial e implantação das bermas.

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2024.

4.5.7.1.2. Sistema de Desvio e Rebaixamento do Nível d'Água

Durante a execução da obra, será mantido um nível d'água constante de 2,0 m a jusante, para limitar a carga hidráulica sobre o pé do talude e reduzir as poropressões internas. A variação da linha d'água foi estudada por meio de análises de sensibilidade. A **Figura 4-53** em complemento à **Figura 4-54** demonstra a influência da elevação do NA nos fatores de segurança.

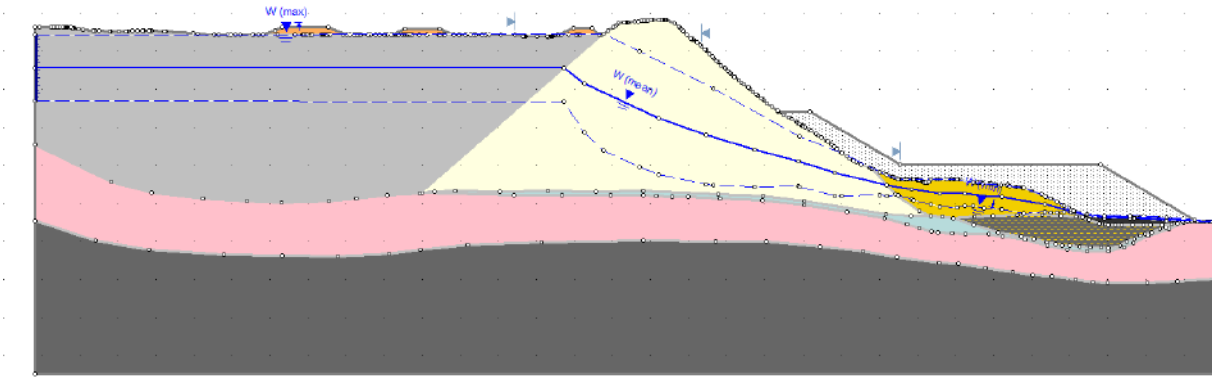


Figura 4-53 – Faixa de variação do Nível d'Água (NA) para análise de estabilidade – Seção C-C'.

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2024.

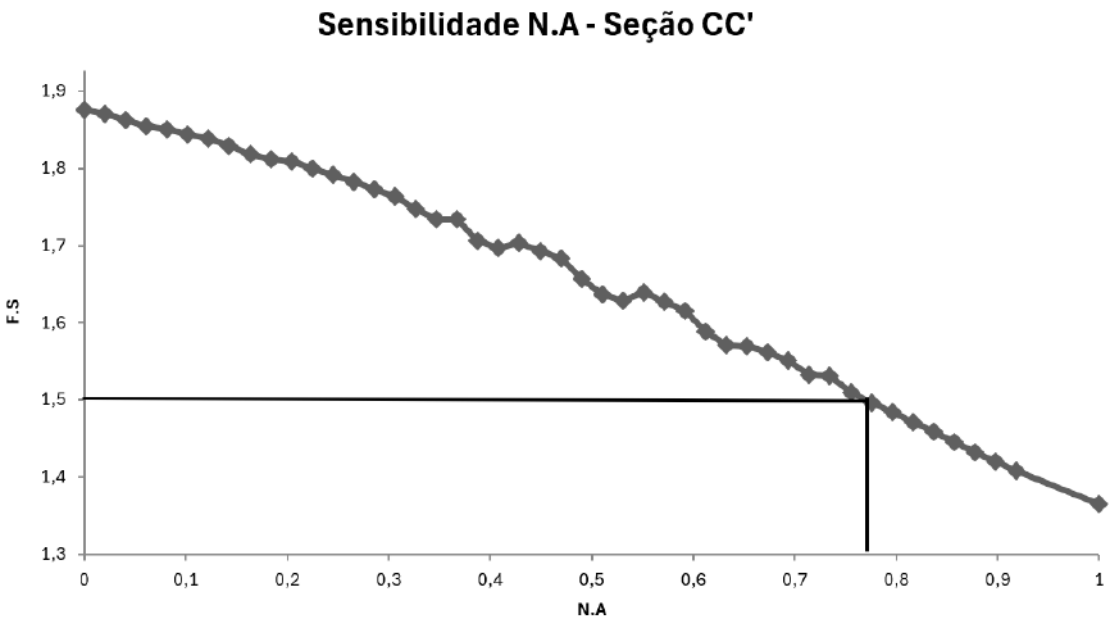


Figura 4-54 – Avaliação da sensibilidade do fator de segurança conforme a variação da linha freática.

Fonte: TPF ENGENHARIA, 2024.

Para controle de poropressão, foram definidos três níveis operacionais conforme método B-Bar. Os limites adotados estão especificados no **Quadro 4-38**.

Quadro 4-38 – Valores dos níveis de controle da poropressão

Nível	Valor B-Bar
Emergência	1
Alerta	0,70
Atenção	0,30

Fonte: TPF Engenharia, 2024.

4.5.7.1.3. Drenagem Superficial

A drenagem superficial será conduzida por meio de valetas perimetrais, canaletas de crista e dispositivos de dissipação, direcionando as águas pluviais para o sistema extravasor existente. A topografia da crista e do pé do talude será regularizada para garantir o escoamento direcionado, e as áreas expostas serão protegidas contra erosão. As soluções de drenagem superficial previstas no projeto de reforço da Barragem 6 estão detalhadas no Memorial Descritivo (MD-1850AC-X-00001). Este documento cita todas as plantas, perfis e seções típicas dos dispositivos de drenagem projetados, como canaletas, valas, caixas de dissipação e estruturas de controle de escoamento, fundamentais para garantir a estabilidade

geotécnica do talude de jusante e a integridade das bermas de reforço. A implantação dessas estruturas segue os critérios técnicos estabelecidos nas normas da ABNT e visa mitigar riscos de erosão superficial, carreamento de sedimentos e acúmulo de água na base da estrutura durante e após as intervenções.

4.5.7.1.4. Drenagem Interna

Embora a Barragem 6 não possuia sistema interno de drenagem formal, o projeto de reforço prevê a implantação de uma camada de transição drenante entre o maciço existente e a nova berma de material rochoso. Essa camada será composta por brita 3 e geotêxtil, com espessura de 30 cm, funcionando como filtro e dreno passivo.

As soluções de drenagem interna previstas para o projeto de reforço da Barragem 6 estão representadas no Memorial Descritivo (MD-1850AC-X-00001). O documento detalha o sistema de drenagem implantado no interior do maciço reforçado, incluindo drenos horizontais, camadas drenantes, filtros e materiais geossintéticos, com respectivas dimensões, especificações técnicas e posicionamento ao longo das seções BB', CC' e DD'.

Esses dispositivos têm a função de interceptar e conduzir as águas subterrâneas presentes no talude de jusante e na fundação, reduzindo a poropressão e garantindo a estabilidade geotécnica da estrutura. O projeto foi elaborado com base nas boas práticas de engenharia de barragens, conforme normas da ABNT e recomendações da literatura especializada, e será executado conforme os critérios definidos nos perfis e seções constantes no desenho técnico citado.

4.5.7.2. Descaracterização da Barragem 6

O sistema hidráulico e de drenagem projetado para a descaracterização da Barragem 6 foi desenvolvido com base nas diretrizes técnicas e ambientais apresentadas no Projeto Básico. As soluções propostas visam garantir o rebaixamento seguro do nível d'água, a estabilidade da estrutura remanescente e o manejo adequado das águas superficiais e subterrâneas. A seguir, são descritos os principais componentes.

As soluções hidráulicas foram fundamentadas nos desenhos técnicos apresentados para a construção do Projeto Básico (RL-1850AC-X-81171 e RL-1850AC-X-81178), os quais detalham geometricamente as estruturas previstas para a condução e o controle da água pluvial e do rebaixamento do reservatório (GEOESTÁVEL, 2024c).

4.5.7.2.1. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico foi conduzido com base em dados hidrológicos regionais e no comportamento histórico da bacia de contribuição da barragem. Considerou-se a vazão de pico associada ao tempo de retorno de 100 anos, compatível com as diretrizes de segurança. O canal de drenagem projetado possui seção trapezoidal com base de 1,5 m, taludes 1V:2H e profundidade de 1,2 m, revestido com material granular e, em trechos específicos, enrocamento. A capacidade de escoamento foi estimada em aproximadamente 2,8 m³/s, conforme os cenários de cheia adotados no estudo hidrológico (GEOESTÁVEL, 2024c).

4.5.7.2.2. Sistema de Desvio e Rebaixamento do Nível d'Água

Para possibilitar o início das obras, foi implantado um sistema de desvio e rebaixamento do nível do reservatório. O método adotado consistiu na escavação de canal de fundo e implantação de valas drenantes, permitindo o escoamento contínuo das águas remanescentes. O sistema garantiu a redução gradual da lâmina d’água até os níveis naturais do vale, assegurando condições seguras de trabalho no interior do reservatório (GEOESTÁVEL, 2024c).

4.5.7.2.3. Drenagem Superficial

A drenagem superficial foi projetada para conduzir as águas pluviais de forma segura, evitando erosões e assoreamentos nas áreas reconformadas. Foram previstas canaletas laterais, sarjetas e travessias hidráulicas associadas aos acessos. O canal principal intercepta o fundo do vale, conduzindo as águas para jusante de forma controlada, integrando-se à rede hidrográfica existente. As estruturas foram dimensionadas com base em chuvas de projeto de curta duração, respeitando o escoamento concentrado máximo admissível (GEOESTÁVEL, 2024c).

4.5.7.2.4. Drenagem Interna

A drenagem interna da estrutura contempla o controle da água percolada no maciço e em sua fundação. Foram projetadas camadas drenantes com material granular e geotêxtil nas áreas de retaludamento, associadas a drenos longitudinais com saída controlada no pé de talude. Essas medidas visam a redução da poropressão e o aumento do fator de segurança ao deslizamento. Os dispositivos internos complementam o monitoramento piezométrico já instalado na barragem (GEOESTÁVEL, 2024d).

4.5.7.3. Descaracterização da Barragem 7A

A concepção dos sistemas de drenagem da Barragem 7A foi realizada com o objetivo de assegurar a estabilidade geotécnica da estrutura e o controle eficiente do escoamento superficial e subsuperficial ao longo e após as obras de descaracterização. A seguir, são apresentadas as soluções que serão implantadas, conforme o projeto básico desenvolvido pela GEOESTÁVEL (2025).

4.5.7.3.1. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico das estruturas de drenagem superficial foi desenvolvido considerando eventos de chuva com tempo de retorno de 100 anos, conforme diretrizes da NBR 9.262/1986 e parâmetros hidrológicos específicos da bacia de contribuição. O canal de descarga principal foi projetado para conduzir adequadamente as vazões concentradas da encosta montante da pilha associada, com seção trapezoidal, revestimento em concreto e dissipadores de energia em sua extremidade (GEOESTÁVEL, 2025).

A concepção das estruturas buscou garantir a eficiência hidráulica e a durabilidade frente aos volumes escoados, minimizando riscos de erosão regressiva ou carreamento de sedimentos para jusante. A declividade longitudinal e os taludes laterais dos canais foram definidos com base em critérios de estabilidade e velocidade máxima admissível de escoamento (GEOESTÁVEL, 2025)

4.5.7.3.2. Sistema de Desvio e Rebaixamento do Nível d'Água

Para o controle da percolação interna e do nível freático da estrutura, foi projetado um sistema de rebaixamento composto por drenos profundos instalados ao longo dos taludes da barragem e da fundação. Esses drenos consistem em tubos perfurados envoltos em material granular filtrante, posicionados em cotas estratégicas para interceptação das linhas de fluxo subterrâneas (GEOESTÁVEL, 2025).

Além disso, foi previsto um canal de desvio provisório para conduzir as águas de escoamento de superfície durante as fases de intervenção no corpo da barragem, garantindo a manutenção da estabilidade hidráulica no entorno da obra (GEOESTÁVEL, 2025).

4.5.7.3.3. Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial contemplará a implantação de valetas de crista, valetas de pé de talude, canaletas de descarga e colchões reno em trechos estratégicos, com o objetivo de interceptar e direcionar adequadamente as águas pluviais que incidem sobre a superfície da estrutura descaracterizada (GEOESTÁVEL, 2025).

Essas estruturas foram projetadas de modo a evitar o acúmulo de água sobre os taludes, reduzir a erosão superficial e impedir o surgimento de ravinas ou sulcos erosivos. A drenagem coletada é direcionada a sistemas dissipadores na base da estrutura, conduzindo os fluxos à rede de drenagem existente.

4.5.7.3.4. Drenagem Interna

A drenagem interna da Barragem 7A será reconfigurada para garantir a interceptação e alívio das pressões neutras internas, com base nos resultados das investigações geotécnicas e modelagens de fluxo realizadas durante o projeto. Foram projetadas camadas drenantes horizontais e inclinadas, integradas a drenos longitudinais, com ligação aos drenos profundos (GEOESTÁVEL, 2025).

Esse sistema visa à condução segura das águas infiltradas até pontos de alívio, impedindo o acúmulo de pressão nos horizontes mais suscetíveis da estrutura, contribuindo para a estabilidade dos taludes e a durabilidade da solução de fechamento.

4.5.7.4. Descaracterização da Barragem 8B

4.5.7.4.1. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico do canal de macrodrenagem da Barragem 8B foi desenvolvido pela DF+ Engenharia, com base nas diretrizes das normas ABNT NBR 13028/2017 e NBR 13029/2017, considerando o escoamento superficial resultante da reconformação do reservatório (LUME, 2019b). O canal implantado possui seção trapezoidal, com base, altura e inclinação dos taludes projetadas para garantir a condução da vazão de pico prevista para a área, sem ocorrência de transbordamento ou erosão.

A proteção das margens foi prevista com vegetação gramínea estabilizadora e camada granular compactada na base, de forma a garantir a durabilidade do canal e mitigar processos erosivos (LUME, 2019a).

4.5.7.4.2. Sistema de Desvio e Rebaixamento do Nível d'Água

Na etapa inicial das obras, foi necessário o rebaixamento do nível de água remanescente no interior do reservatório da barragem. O procedimento foi realizado por sistemas de bombeamento provisórios, de pequeno porte, instalados para escoamento controlado de lâminas residuais, especialmente após eventos de chuva (LUME, 2019b). Esse rebaixamento antecedeu a escavação e remoção do alteamento de montante e possibilitou a execução segura das camadas de reconformação.

Não houve necessidade de construção de desvio permanente do curso d'água, uma vez que a estrutura não possuía função de regularização hídrica e estava seca na maior parte do ano (LUME, 2019a).

4.5.7.4.3. Drenagem Superficial

A drenagem superficial implantada na área descaracterizada compreende três componentes principais:

- Canais periféricos ou de cintura, implantados nas margens reconformadas do antigo reservatório para interceptar o escoamento difuso (LUME, 2019a);
- Canal central trapezoidal de macrodrenagem, implantado sobre o aterro lançado na área do reservatório, conduzindo o fluxo até o dissipador final (LUME, 2019b);
- Bacia de dissipação a jusante, implantada no trecho final do canal para promover a perda de energia da lâmina d'água antes da restituição ao meio receptor (LUME, 2019b).

Esses dispositivos foram projetados para garantir o escoamento controlado das águas pluviais, evitar erosão nas superfícies reconformadas e eliminar a possibilidade de retenção permanente (LUME, 2019a).

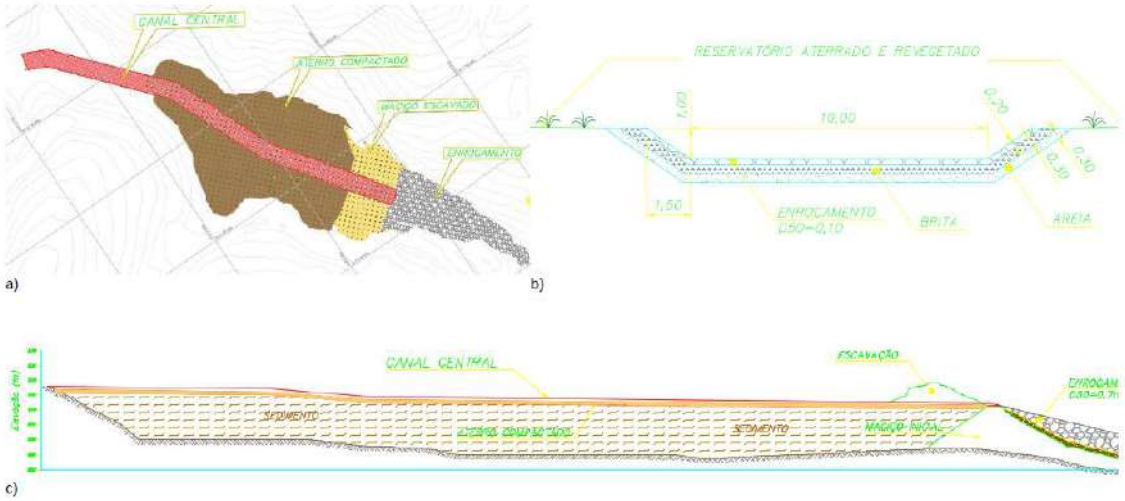


Figura 4-55 – ***Arranjo geral do "canal central" do projeto de descaracterização da Barragem 8B*** **PRAD Barragem 8B.**

Fonte: DF+ Engenharia (2019).

4.5.7.4.4. Drenagem Interna

A drenagem interna da Barragem 8B foi originalmente implantada durante a segunda etapa de alteamento da estrutura, sendo composta por trincheiras drenantes e tapete drenante na base do maciço (LUME, 2019a). Esses dispositivos promoviam o alívio de pressão intersticial e a condução das águas percoladas para jusante, colaborando para a estabilidade da estrutura até o início da descaracterização.

Durante as obras, esses sistemas permaneceram funcionais até a remoção das camadas superiores do alteamento. Em seguida, foram substituídos por uma nova configuração topográfica, associada ao canal central e às valetas de drenagem periféricas (LUME, 2019b). A reconformação foi realizada com camadas de transição filtrantes (areia, brita e enrocamento), compatíveis com o escoamento superficial e com a estabilização da base do reservatório.

4.5.7.5. PDE Grota 2

A Pilha de Estéril Grota 2 apresenta histórico de instabilidade associado à presença de água em seu interior e à drenagem superficial ineficiente. As estruturas de drenagem propostas para a PDE Grota 2 compõem o escopo do Projeto Conceitual de Descaracterização (DF+, 2022), cujo objetivo é assegurar a estabilização física da pilha de estéril e o controle hidrológico da área, em conformidade com os requisitos da legislação vigente. As soluções foram definidas com base em estudos geotécnicos, levantamentos topográficos, investigações geofísicas e simulações hidrológicas. A seguir, detalham-se os principais sistemas hidráulicos e estruturais previstos (DF+, 2022; AFC, 2022).

4.5.7.5.1. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico das estruturas de drenagem foi realizado considerando precipitações associadas a eventos com tempo de retorno de 25 anos. As seções hidráulicas dos canais (CA), descidas de água (DA) e transposições foram dimensionadas com base em equações de escoamento em canal aberto, com controle de velocidade para prevenir erosão. A vazão de projeto considerada para a área de contribuição da Grota 2 é da ordem de 1,38 m³/s. As estruturas foram modeladas com declividades variando de 1% a 5%, com seções trapezoidais ou retangulares, revestidas com solo-cimento compactado (DF+, 2022).

4.5.7.5.2. Sistema de Desvio e Rebaixamento do Nível d'Água

O sistema de rebaixamento foi proposto com base em resultados de tomografia de resistividade elétrica, que identificaram zonas encharcadas no interior da pilha, com resistividade inferior a 30 Ω.m (AFC, 2022). Esses pontos estão associados a maior

suscetibilidade à instabilidade. A solução adotada envolve o rebaixamento passivo por drenagem natural induzida por um reforço em enrocamento lançado (Desenho 1190AC-X-44968 Apud DF+, 2022), com paramento de 1V:2H e altura total aproximada de 40 m. Além disso, foram propostos prolongamentos e novas instalações de indicadores de nível d'água (Desenho 1190AC-X-44979 In DF+, 2022).

4.5.7.5.3. Drenagem Superficial

A drenagem superficial da PDE Grota 2 é composta pelos seguintes elementos:

- Canais (CA) nas bermas e ombreira direita, com seções dimensionadas para captar águas pluviais da pilha e conduzi-las ao sistema extravasor da Barragem 7A;
- Descidas de água (DA) com dissipadores, projetadas para transpor declividades acentuadas, evitando erosão regressiva;
- Transposições hidráulicas, como bueiros ou galerias, para garantir a continuidade do escoamento sob os acessos internos.

As seções típicas dessas estruturas estão nos desenhos 1190AC-X-44968 e 1190AC-X-44974 (In DF+, 2022). O sistema visa também a contenção de sedimentos, com inserção de dispositivos de dissipação de energia e regularização de taludes.

4.5.7.5.4. Drenagem Interna

A drenagem interna será promovida por meio do reforço com enrocamento drenante, disposto de forma a permitir o escoamento da água acumulada internamente na base da pilha. As investigações geofísicas revelaram perfis de resistividade compatíveis com zonas saturadas e presença de fluxo preferencial de água subterrânea. O enrocamento atuará como dreno horizontal e vertical, promovendo alívio de pressão neutra e incremento na estabilidade do maciço. Não foram identificados drenos horizontais profundos no projeto atual, mas o plano de instrumentação prevê monitoramento contínuo com piezômetros e indicadores de nível d'água (Desenho 1190AC-X-44979 In DF+, 2022).

4.5.7.6. PDE Grota 3

Este item apresenta a caracterização dos sistemas de drenagem identificados na PDE Grota 3 com base no levantamento de campo e nas análises descritas no relatório "Projeto Detalhado – Utilidades Barragens – Relatório Final *As Is* da PDE Grota 3 e seu platô" (TPF ENGENHARIA, 2025a). Cabe destacar que as informações aqui descritas referem-se à situação de momento da pilha e seu platô, servindo como base diagnóstica para definição de futuras intervenções.

4.5.7.6.1. Dimensionamento Hidráulico

O relatório técnico caracteriza o sistema de drenagem existente como insuficiente para acomodar as vazões de eventos críticos. Foram observadas calhas e valas subdimensionadas, sem revestimento adequado ou com seções comprometidas por erosão e assoreamento. Não há um sistema unificado ou contínuo que conduza de forma eficiente o escoamento superficial (TPF ENGENHARIA, 2025a).

As análises realizadas indicam que será necessário (TPF ENGENHARIA, 2025a):

- Redimensionar seções de valetas e canais considerando chuvas com tempo de retorno de, no mínimo, 100 anos;
- Implantar dissipadores de energia, colchões reno ou revestimentos em concreto em trechos com alta declividade;
- Integrar o sistema com estruturas de controle de erosão e estabilização dos taludes.

Essas diretrizes deverão ser observadas no futuro projeto executivo de fechamento da estrutura (TPF ENGENHARIA, 2025a).

4.5.7.6.2. Sistema de Desvio e Rebaixamento do Nível d'Água

Não há, atualmente, um sistema estruturado de desvio de águas pluviais que impeça o aporte de fluxos das áreas adjacentes para a pilha. O escoamento lateral ocorre de forma difusa e, em alguns casos, contribui para processos erosivos ou empoçamentos no platô. Também não há estruturas visíveis voltadas ao rebaixamento do nível d’água interno (TPF ENGENHARIA, 2025a).

Com base nesse diagnóstico, entende-se que o projeto de descaracterização deverá prever:

- Valetas perimetrais para desvio de águas externas;
- Trincheiras drenantes e caixas de coleta;
- Sistemas de drenagem profunda com drenos horizontais e verticais para controle do nível freático.

Essas medidas são fundamentais para garantir a estabilidade geotécnica da estrutura e evitar recarga hídrica excessiva no interior da pilha (TPF ENGENHARIA, 2025a).

4.5.7.6.3. Drenagem Superficial

A drenagem superficial existente é caracterizada por estruturas dispersas e descontinuadas, com trechos de valetas desconectados e ausência de calhas bem definidas. Foram

identificadas erosões laminares, ravinas e sulcos ao longo do platô e nos taludes da pilha, bem como acúmulo de água em áreas planas (TPF ENGENHARIA, 2025a).

Dessa forma, o futuro projeto de descaracterização deverá:

- Reorganizar e uniformizar a drenagem superficial do platô;
- Implantar calhas de crista e valetas de descida com dissipadores dimensionados;
- Regularizar a superfície do platô com inclinação adequada ao escoamento;
- Garantir a integração das estruturas com áreas de lançamento seguras.

Tais medidas são necessárias para evitar novos processos erosivos e proteger a estabilidade superficial da pilha (TPF ENGENHARIA, 2025a).

4.5.7.6.4. Drenagem Interna

A investigação geotécnica revelou a presença de surgências, acúmulo de água e nível freático elevado em diferentes setores da pilha, indicando ausência de um sistema funcional de drenagem interna. Esse quadro compromete a segurança geotécnica e reforça a necessidade de intervenções específicas (TPF ENGENHARIA, 2025a).

O projeto de descaracterização deverá incluir:

- Drenos horizontais profundos ao longo dos taludes;
- Camadas drenantes intercaladas com os materiais de conformação do platô;
- Conexão dessas estruturas com caixas de transição e drenos superficiais;
- Monitoramento piezométrico contínuo para verificação da efetividade do rebaixamento.

Estas ações serão essenciais para mitigar pressões poros, controlar fluxos percolantes e garantir a durabilidade das soluções de descaracterização (TPF ENGENHARIA, 2025a).

4.5.7.7. Contenção provisória do Dique Auxiliar da Barragem 5

4.5.7.7.1. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento da contenção levou em consideração a vazão de escoamento superficial e a capacidade de drenagem do corpo do muro de gabião. A estrutura foi projetada com:

- Altura total da contenção: ~5,0 m
- Engastamento da base: 2,0 m abaixo do solo natural
- Largura da base: até 5,0 m

- Declividade transversal da crista: 2%
- Área de drenagem direta estimada: ~500 m²

A manta geotêxtil não tecida, aplicada sob o gabião, tem função hidráulica dupla (filtração e drenagem), favorecendo o controle da percolação com eficiência estimada para vazões de infiltração típicas de sedimentos finos. A **Figura 4-56** apresenta o arranjo e os elementos drenantes da estrutura.

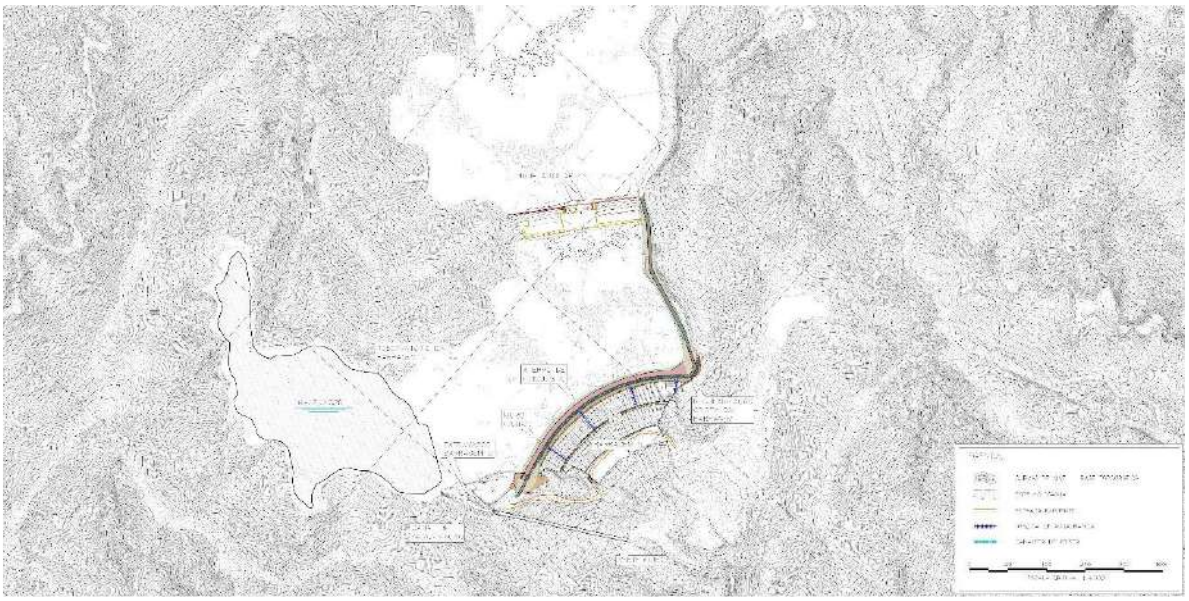


Figura 4-56 – Arranjo geral do maciço da Barragem 5 com a implantação da estrutura de contenção em gabião (Fonte: Walm Engenharia, 2020).

Fonte: VALE, 2024d – PUP

4.5.7.7.2. Sistema de Desvio e Rebaixamento do Nível d'Água

Embora não tenha sido instalado um sistema ativo de rebaixamento freático, o projeto considerou o uso da base do muro com manta filtrante e dreno tipo chimbo para permitir o alívio gradual da água acumulada no solo. O objetivo foi evitar a saturação localizada que pudesse comprometer a estabilidade da fundação (VALE, 2024d).

Não houve a implantação de bombeamento ou estrutura de desvio externo de corpos hídricos, dado que a área é seca e o sistema atua por gravidade. O rebaixamento se dá naturalmente com a percolação vertical e lateral pelas camadas drenantes (VALE, 2024d).

4.5.7.7.3. Drenagem Superficial

A drenagem superficial foi garantida por meio do perfil da crista da estrutura. O projeto previu (VALE, 2024d):

- Tráfego em mão única sobre faixa com largura de 5,0 m
- Inclinação transversal de 2% para escoamento lateral
- Ausência de canaletas ou sarjetas, dado que o terreno adjacente absorve o escoamento ou direciona para áreas controladas da mina

Esse tipo de drenagem é típico de obras de contenção emergencial, onde se busca simplicidade e controle direto do fluxo superficial com mínimo impacto.

4.5.7.7.4. Drenagem Interna

A drenagem interna da estrutura foi concebida com a seguinte configuração:

Quadro 4-39 – Configuração da drenagem interna da estrutura

Elemento	Características
Manta geotêxtil filtrante	Área de aplicação: ~400 m²; sob toda a base do gabião
Dreno tipo chimbo	Tubulação drenante com brita e geotêxtil, enterrada no pé do muro
Brita de preenchimento	Volume estimado: ~500 m³
Gabiões metálicos	Volume total: ~230 m³ preenchidos com brita drenante

Fonte: VALE, 2024d

Esses componentes atuam como um sistema conjugado que permite a drenagem horizontal e vertical da água percolada, com capacidade de vazão compatível com chuvas de baixa e média intensidade, sem exigir manutenção ativa.

4.5.7.8. Dique Auxiliar da Barragem 5

As intervenções de engenharia previstas para a descaracterização do Dique da Barragem 5 incluem a implantação de sistemas de drenagem com o objetivo de garantir a estabilidade da estrutura e o adequado escoamento das águas superficiais e subsuperficiais, prevenindo processos erosivos e contribuindo para o controle hídrico da área. As soluções propostas consideram as condições topográficas, hidrogeológicas e geotécnicas do local, conforme detalhado a seguir (DF+, 2022).

4.5.7.8.1. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico das estruturas de drenagem foi baseado em modelagens considerando eventos de precipitação com tempo de retorno de 100 anos e duração crítica de uma hora. Foram consideradas bacias de contribuição delimitadas por levantamento topográfico detalhado. Para as estruturas de drenagem superficial, como valetas e canaletas, foram adotadas seções trapezoidais e revestimentos em solo-cimento ou brita graduada, conforme as características do terreno e o volume de escoamento superficial esperado.

A valeta lateral à jusante do dique foi dimensionada com seção de base de 0,50 m e taludes 1V:2H, com capacidade para vazões superiores a 0,60 m³/s. Já as estruturas internas de drenagem, como filtros e drenos, foram especificadas com materiais granulares compatíveis com os critérios de estabilidade hidráulica e retenção de finos.

4.5.7.8.2. Sistema de Desvio e Rebaixamento do Nível d'Água

Para a condução e o controle das águas de infiltração e da linha freática na área da estrutura, foi previsto um sistema de rebaixamento composto por drenos profundos em camadas drenantes e canal de desvio provisório. Os drenos profundos são compostos por tubos perfurados envoltos por material filtrante, com função de interceptar fluxos subsuperficiais e reduzir as pressões neutras internas. A seção dos drenos é variável conforme a profundidade do nível d’água e a carga hidráulica esperada. Os dados de projeto indicam profundidades de instalação da ordem de 2,5 m a 4,0 m em relação à superfície do terreno, com escoamento direcionado para a valeta perimetral conectada ao canal de dissipação.

Além desse sistema, foi implantada previamente uma estrutura de contenção hidráulica emergencial no reservatório da Barragem 5, com o objetivo de mitigar riscos de galgamento e garantir a segurança durante as etapas iniciais da descaracterização do Dique Auxiliar. Essa estrutura consistiu em um gabião com manta geossintética filtrante interna, disposto a montante da barragem, atuando como barreira física para retenção de rejeitos e fluidos. Sua execução foi realizada entre abril e dezembro de 2021 pela Vale, com projeto elaborado pela Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda., conforme autorizado pelo Decreto Estadual nº 48.140/2021 (VALE, 2021a; DF+, 2022).

4.5.7.8.3. Drenagem Superficial

A drenagem superficial foi projetada para coletar e conduzir as águas pluviais oriundas da área do dique e de seus taludes, minimizando o risco de erosões. Estão previstas valetas de crista, meio-talho e pé de talude, além de canaletas longitudinais ao longo dos acessos operacionais. Essas estruturas foram dimensionadas com base em coeficientes de escoamento do solo local e características do uso temporário da área durante a fase de obra.

Para garantir o funcionamento eficiente do sistema, estão previstos dispositivos de dissipação de energia, como colchões reno e caixas de transição, especialmente nos pontos de mudança de inclinação ou descarga em terrenos naturais.

4.5.7.8.4. Drenagem Interna

O sistema de drenagem interna contempla filtros e drenos para o controle da percolação dentro do corpo do dique, a fim de evitar o acúmulo de pressões intersticiais e favorecer a estabilidade da estrutura durante e após a descaracterização. O filtro drenante será composto por camadas de areia e brita, conforme granulometria compatível com o rejeito remanescente e os critérios de não arraste de finos.

Foram previstos ainda poços de inspeção e caixas de coleta nos pontos críticos para facilitar o monitoramento e manutenção dos dispositivos internos ao longo da execução das obras e no período de pós-descaracterização.

4.5.8. Caracterização dos Efluentes Líquidos

As atividades de reforço, descaracterização de barragens e estabilização de pilhas de estéril na Mina de Águas Claras envolvem a geração de diferentes tipos de efluentes líquidos, resultantes principalmente de águas pluviais escoadas sobre áreas expostas, águas oriundas de rebaixamento de reservatórios, efluentes sanitários provenientes das estruturas de apoio, bem como águas oleosas associadas à manutenção de equipamentos.

De modo geral, os efluentes apresentam características não contaminantes, sendo compostos predominantemente por sedimentos em suspensão, matéria orgânica e traços de óleos e graxas. Todos os processos são conduzidos com base em diretrizes técnicas e ambientais que buscam mitigar riscos de contaminação e garantir a adequada disposição e controle desses fluxos.

A unidade conta com pontos de monitoramento da qualidade da água, que permitem o acompanhamento contínuo das condições ambientais nas áreas de influência das obras, assegurando conformidade com a legislação vigente, como a Resolução CONAMA nº 430/2011 e a Deliberação COPAM/CERH-MG nº 08/2022.

As principais estratégias de controle adotadas incluem:

- Implantação de sistemas de drenagem superficial (valetas, canaletas, dissipadores de energia);
- Utilização de estruturas de decantação e barreiras físicas para contenção de sedimentos;
- Direcionamento de águas oleosas para caixas separadoras e posterior coleta por empresa licenciada;
- Armazenamento e tratamento de efluentes sanitários em fossas sépticas ou sistemas similares;
- Minimização do uso de água em processos que possam gerar efluente, especialmente em frentes com atividade predominantemente seca.

As medidas adotadas visam garantir que os efluentes gerados durante as obras não promovam degradação dos recursos hídricos, mantendo o equilíbrio ambiental da área e atendendo aos padrões de qualidade estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes.

4.5.9. Caracterização dos Resíduos Sólidos

As obras de reforço, descaracterização e estabilização geotécnica na Mina de Águas Claras geram diferentes tipos de resíduos sólidos, associados às atividades de escavação, construção, manutenção de equipamentos, serviços administrativos e intervenções vegetacionais. A gestão integrada desses resíduos segue as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), pela Resolução CONAMA nº 307/2002, pelas normas técnicas da ABNT (especialmente a NBR 10.004/2004) e pelos procedimentos internos da contratante VALE S.A.

A geração de resíduos é tratada de forma preventiva e sistemática, desde a segregação na fonte até a destinação final ambientalmente adequada. As frentes de serviço compartilham diretrizes comuns para gerenciamento de resíduos, que abrangem:

- Segregação por classe e periculosidade;
- Armazenamento provisório em áreas sinalizadas e protegidas;
- Rastreabilidade por meio de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR);

- Envio a cooperativas, recicladoras, aterros licenciados ou empresas especializadas, conforme o tipo e classificação do material.

De maneira geral, os resíduos podem ser agrupados nas seguintes categorias:

- Classe A (RCC e inertes): materiais provenientes de escavações, demolições, contenções e reconformações. São prioritariamente reaproveitados localmente ou dispostos em áreas de disposição de material excedente (ADME).
- Classe B (recicláveis): papelão, plásticos, embalagens e sucatas metálicas geradas em canteiros, áreas administrativas e obras civis.
- Classe C (não recicláveis): itens sem viabilidade técnica de reciclagem, como lonas rasgadas e geotêxteis danificados, com destinação a aterros industriais.
- Classe D / Classe I (perigosos): resíduos contaminados com óleo, estopas, filtros, graxas e químicos utilizados na manutenção, com acondicionamento específico e transporte por empresas licenciadas.
- Classe II A (resíduos urbanos): resíduos comuns e sanitários de vestiários, refeitórios e áreas administrativas.
- Classe II B (orgânicos): restos vegetais oriundos de supressões pontuais ou podas, destinados preferencialmente à trituração e compostagem.
- RSS – Resíduos de Serviço de Saúde: resíduos biológicos gerados em atendimentos de primeiros socorros, com manejo segundo a RDC ANVISA nº 222/2018.

As ações de reaproveitamento, minimização de volumes e educação ambiental nas frentes de obra reforçam o compromisso com a sustentabilidade e a não geração de passivos ambientais. A rastreabilidade documental de todos os resíduos é garantida por meio do Sistema MTR e dos registros operacionais da contratante, assegurando transparência e conformidade legal durante todas as etapas das obras.

4.5.10. Caracterização das Principais Fontes de Ruídos e Vibrações

As atividades associadas às obras de reforço, descaracterização e estabilização geotécnica na Mina de Águas Claras envolvem o uso de equipamentos pesados e a movimentação de grandes volumes de materiais, o que resulta na geração de ruídos e vibrações, ainda que em níveis controlados.

As principais fontes de emissão são:

- Fontes móveis, como escavadeiras, pás carregadeiras, caminhões basculantes, tratores e rolos compactadores;
- Fontes fixas temporárias, como bombas, geradores, ferramentas manuais e sistemas auxiliares instalados nos canteiros de obras.

Os ruídos são predominantemente relacionados a escavações, reconformações de taludes, transporte de materiais e atividades de apoio, enquanto as vibrações decorrem de processos de compactação e deslocamento de veículos sobre terrenos irregulares. Não são empregados explosivos ou técnicas de perfuração de rocha, o que reduz significativamente a propagação de vibrações e ruídos de alta intensidade.

Todas as operações seguem boas práticas de controle ambiental e ocupacional, com base nas normas técnicas vigentes, como a ABNT NBR 10151/2019 (avaliação de ruído em áreas habitadas), ABNT NBR 9653/2017 (avaliação de vibrações) e Resolução CONAMA nº 01/1990. Entre as medidas adotadas, destacam-se:

- Operação prioritária em horário diurno;
- Manutenção preventiva dos equipamentos;
- Afastamento de áreas sensíveis e uso de barreiras naturais;
- Encapsulamento de fontes fixas e delimitação de zonas de operação;
- Monitoramento eventual, quando necessário, para fins de controle ocupacional ou atendimento a condicionantes ambientais.

Apesar do uso intensivo de máquinas, a maior parte das atividades ocorre em áreas operacionais consolidadas e afastadas de receptores sensíveis, o que contribui para a minimização dos impactos sonoros e vibroacústicos sobre o entorno.

4.5.11. Caracterização das Fontes de Emissões Atmosféricas

As atividades de reforço, descaracterização e estabilização das estruturas da Mina de Águas Claras envolvem, temporariamente, a geração de emissões atmosféricas difusas e localizadas. Essas emissões decorrem principalmente da movimentação de solo, tráfego de veículos pesados em vias não pavimentadas e operação de máquinas e equipamentos movidos a diesel.

Os principais poluentes atmosféricos associados são:

- Material particulado (MP e PM10), oriundo do revolvimento de solo e do tráfego em vias secas;

- Óxidos de nitrogênio (NOx), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC), emitidos pela queima de combustíveis fósseis;
- Compostos orgânicos voláteis (VOCs), provenientes de áreas de abastecimento e manuseio de combustíveis e lubrificantes.

Embora não existam fontes fixas industriais de emissão na área de intervenção, a emissão difusa pode gerar efeitos locais, como incremento de partículas em suspensão, deposição sobre a vegetação, incômodos operacionais e riscos à saúde ocupacional.

Para mitigar esses impactos, são adotadas boas práticas de gestão e controle, tais como:

- Umedecimento de vias e pilhas de solo exposto, especialmente em dias de baixa umidade ou ventos intensos;
- Compactação de acessos internos e definição de rotas operacionais para tráfego pesado;
- Manutenção preventiva de frotas e uso de combustíveis de boa qualidade;
- Controle de velocidade e operação preferencial em períodos de menor dispersão atmosférica;
- Instalação de sistemas de contenção e impermeabilização em áreas de abastecimento, reduzindo o risco de emissão de VOCs.

Essas ações são compatíveis com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018, que define os limites de qualidade do ar no território nacional, bem como pelas normas da ABNT NBR 13133, aplicáveis a obras civis e intervenções minerárias.

O conjunto de medidas visa garantir que as emissões geradas permaneçam controladas dentro do raio de influência direta das obras, sem comprometer a qualidade do ar em áreas externas à propriedade da mina.

4.5.12. Métodos construtivos e soluções tecnológicas para a implantação do empreendimentos, especialmente em áreas densamente ocupadas ou ambientalmente sensíveis

As obras previstas para o reforço, descaracterização de barragens e estabilização geotécnica das pilhas de estéril na Mina de Águas Claras (MAC), em Nova Lima/MG, ocorrem integralmente no interior da propriedade da VALE S.A. Apesar de não estarem inseridas em áreas densamente ocupadas, as intervenções localizam-se dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental (APA) Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte – unidade de conservação de uso sustentável.

Nesse contexto, embora a Área Diretamente Afetada (ADA) apresente predominância de ambientes antropizados e vegetação nativa, os métodos construtivos e soluções tecnológicas adotados buscam alinhar-se aos princípios de minimização de impactos ambientais.

Destacam-se entre as práticas adotadas:

- Restrição das obras à ADA e às infraestruturas pré-existentes na mina, evitando a abertura de novas frentes ou acessos fora da área já degradada;
- Reaproveitamento de vias internas, pátios e áreas de apoio, reduzindo o a necessidade de supressão e a fragmentação de habitats;
- Controle de material particulado e de emissões atmosféricas por meio de umidificação de vias e manutenção preventiva de equipamentos
- Implantação de estruturas de drenagem e sistemas de contenção de sedimentos nas frentes de obra;
- Gestão integrada de resíduos sólidos e efluentes, com segregação na origem e destinação adequada, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a Resolução CONAMA nº 430/2011.

Portanto, mesmo inseridas em uma unidade de conservação, as intervenções foram planejadas de forma a respeitar os limites ambientais da APA Sul RMBH, utilizando soluções técnicas compatíveis com o uso sustentável e com a recuperação progressiva das áreas afetadas.

4.5.13. Quantificação e Procedência dos Principais Insumos

A execução das obras de reforço, descaracterização e estabilização das estruturas localizadas no Complexo Mina de Águas Claras envolve o uso de diversos insumos técnicos, geossintéticos, materiais de construção e combustíveis. A definição dos tipos, volumes estimados e formas de suprimento foi realizada com base nos projetos básicos e executivos, buscando a eficiência logística, o reaproveitamento local e a minimização dos impactos ambientais associados à extração e transporte de insumos.

A seguir, apresenta-se o **Quadro 4-40** com o resumo dos principais insumos empregados nas intervenções com suas respectivas especificações e origens.

Quadro 4-40 – Principais Insumos Utilizados nas Estruturas

Estrutura	Insumo	Quantidade Estimada	Especificação / Observações	Procedência / Fornecimento
Barragem 6 (reforço)	Brita para berma de reforço	~58.000 m³	Granulometria controlada (D15, D50, D85); aplicação em camadas compactadas	Fornecedor externo homologado (TPF ENGENHARIA, 2024)
	Brita 3 (transição drenante)	Pontual	Espessura média 0,30 m; entre fundação e berma	Fornecedor homologado
	Geotêxtil não tecido	Conforme área de bermas	Separação e controle de erosão interna	Entregue em rolos industriais
	Combustível (diesel)	Conforme consumo	Abastecimento de frota e geradores	Distribuição via logística local
	Lubrificantes e EPIs	Sob demanda	Manutenção e segurança operacional	Empresa contratada
	Lonas, sinalização	Uso temporário	Proteção de solo/material; controle de acesso	Estoque da contratante
Barragem 6 (desc.)	Material granular (brita/areia)	600 m³	NBR 9935; camadas drenantes	Fornecedores regionais licenciados
	Concreto	80 m³	fck 20 MPa; uso pontual (sarjetas, blocos)	Usina local contratada
	Geotêxtil	2.500 m²	Gramatura 300 g/m²	Fornecedor especializado
	Tubo PEAD para drenagem	150 m	DN 150 mm, PN 6	Distribuidor técnico regional
	Solo reaproveitado	Até 250 m³	Solo argiloso coeso para cobertura de taludes	Proveniente da própria obra
Barragem 7A	Solo, Brita 1, Areia, Tubo PEAD DN 150 mm, Tubo PEAD DN 100 mm, Brita corrida	29.800 m³ (solo), 880 m³ (brita 1), 860 m³ (areia), 140 m (tubo DN 150), 70 m (tubo DN 100), 500 m³ (brita corrida), 2.500 m³ (solo sub-base), 4.000 m³ (solo drenagem), 350 m³ (brita 1 drenagem)	Solo compactado; base drenante e filtro; filtros; tubulações para drenagem; pavimentação de acesso; revestimentos de valetas	Origem local (solo); Fornecedor externo local RMBH (demais insumos)

Estrutura	Insumo	Quantidade Estimada	Especificação / Observações	Procedência / Fornecimento
PDE Grota 2 e 3	Brita nº 2	3.000 m³	Colchão drenante	Fornecedores locais da RMBH
	Geotêxtil tipo Bidim	28.000 m²	Filtração e separação	Fabricante nacional
	Tubos PVC perfurados Ø100 mm	2.500 m	Trincheiras e drenos internos	Indústria especializada
	Solo vegetal	8.500 m³	Cobertura e proteção de taludes	Retirado de áreas internas da mina
	Blocos de gabião (colchão 0,30 m)	1.200 m²	Canais e dissipadores	Fornecedores homologados
	Biomantas orgânicas	15.000 m²	Controle de erosão em taludes	Indústria especializada
	Óleo diesel S500	~45.000 L	Consumo de frota e geradores	Distribuidoras locais
	Lubrificantes e graxas	~2.000 L	Manutenção preventiva	Empresa de apoio técnico
Dique Aux. Da Barragem 5	Brita nº 3	~500 m³	Preenchimento de gabiões; 76–150 mm	Fornecedor local com transporte próprio (VALE, 2024d)
	Gabiões metálicos	~230 m³ (volume útil)	Estrutura tipo caixa 2 × 1 × 1 m	Fabricante homologado
	Geotêxtil não tecido	~400 m²	Separação solo–gabião	Fornecedor técnico
	Geomembrana PEAD	~100 m²	Vedação superior; espessura 1 mm	Empresa especializada (Anexo V – PUP, VALE, 2024d)
	Combustível (diesel)	~1.500 L	Escavadeira e caminhão basculante	Logística interna

Estrutura	Insumo	Quantidade Estimada	Especificação / Observações	Procedência / Fornecimento
Barragem 8B	Enrocamento	Não especificado	Talude a jusante; D50 entre 200 e 550 mm	Jazida licenciada externa (LUME, 2019a, p. 42)
	Transição 1 (areia lavada)	Camadas de até 20 cm	Base entre solo e enrocamento	Areia compactável, livre de finos
	Transições 2 e 3 (brita graduada)	Conforme projeto	Camadas filtrantes e suporte ao canal central	Brita graduada, curva granulométrica especificada
	Solo argiloso reaproveitado	~1.380 m² de área	Compactado em camadas de 30 cm	Proveniente da própria escavação
	Concreto	Não especificado	Canaletas e estruturas drenantes	Fornecido por usina local
	Fertilizante NPK 04-14-08	540 kg	Suporte à revegetação	Aplicação conforme PRAD
	Calcário agrícola	150 kg	Correção da acidez do solo	Aplicado antes da semeadura
	Composto orgânico	3,0 m³	Aporte de matéria orgânica	Compostagem local
	Mudas nativas	Conforme PTRF	Espécies florestais nativas (ex: Myrsine, Siparuna)	Viveiro licenciado

Fonte: CONCREMAT, 2025 Adaptado dos relatórios técnicos consultados

4.5.14. Considerações Técnicas Complementares

- Todos os insumos são controlados por meio de fichas de recebimento, planilhas de consumo e registros fotográficos, conforme os Planos de Execução e Procedimentos Operacionais da contratante;
- Os materiais perigosos (óleo, graxas, combustíveis) são armazenados em locais impermeabilizados com contenção secundária, conforme Resolução CONAMA nº 362/2005;

4.5.15. Quantificação das Desapropriações

Todas as intervenções previstas estão localizadas dentro de propriedades já pertencentes à Vale, não havendo necessidade de processos de desapropriação no âmbito das obras de descaracterização de barragens e estabilização de pilhas. Dessa forma, entende-se que o cenário de desapropriação é nulo (desapropriação zero), uma vez que as áreas afetadas pelas obras do Projeto integram o patrimônio fundiário da própria empresa.

4.5.16. Interferências

Durante a execução das obras de reforço, descaracterização e estabilização das estruturas da Mina de Águas Claras — incluindo as Barragens 6 e 7A, as Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3, o Dique Auxiliar da Barragem 5 e a Barragem 8B — foram identificadas diversas interferências físicas, operacionais e ambientais. Essas interferências foram previamente analisadas nos projetos técnicos e nos levantamentos de campo, permitindo o planejamento de soluções que garantissem a continuidade das obras com segurança, eficiência e conformidade ambiental.

As principais categorias de interferência envolveram:

- Instrumentação geotécnica e de monitoramento (existente ou a ser instalada);
- Infraestruturas físicas e operacionais pré-existentes, como vias, cercas, sirenes e sistemas de drenagem;
- Elementos naturais e áreas ambientalmente sensíveis (vegetação nativa, corpos hídricos, fauna);
- Conflitos logísticos e operacionais envolvendo acessos, tráfego e simultaneidade de atividades.

Quadro 4-41 – Interferências Identificadas e Estratégias Adotadas

Categoria	Descrição da Interferência	Estrutura(s) Afetada(s)	Medidas / Estratégias Adotadas
Instrumentação existente	Piezômetros, inclinômetros, réguas linimétricas em áreas de obra	Barragem 6, PDEs	Proteção, realocação ou mapeamento; remoção somente com autorização técnica
Instrumentação futura	Potencial sobreposição entre novos equipamentos e dispositivos antigos	Barragem 6	Planejamento conjunto para instalação em áreas livres
Infraestrutura física existente	Cercas, canaletas, portões e elementos nos acessos	Barragem 6, PDEs, Dique Auxiliar da Barragem 5	Remoção temporária com posterior reposição ou adaptação
Sirene de emergência	Sistema ativo de alerta	Barragem 6	Manutenção e isolamento durante obras, conforme plano de emergência (PAEBM)
Vias internas operacionais	Cruzamento entre frentes de obra e rotas logísticas	Todas as estruturas	Reconfiguração de rotas, sinalização, operação com escolta e controle de tráfego
Canalizações e dutos enterrados	Estruturas desativadas descobertas durante escavação	PDE Grota 3	Isolamento físico ou remoção com registro técnico
Vegetação nativa / regenerante	Regeneração secundária, arbustos isolados	Barragem 6, PDE Grota 3, Dique Auxiliar da Barragem 5, Barragem 8B	Supressão seletiva, compensação e Plano de Supressão
Recursos hídricos / drenagens	Proximidade de APPs e áreas úmidas	PDEs, Barragem 6, Dique Auxiliar da Barragem 5, Barragem 8B	Delimitação de APPs, drenagem protegida, distanciamento mínimo respeitado
Fauna silvestre	Pequenos vertebrados e aves	PDEs, Dique Auxiliar da Barragem 5	Afugentamento controlado
Estrutura da Barragem 7B	Sobreposição da área da 7A com o espelho d'água da 7B	Barragem 7A	Rebaixamento controlado do nível de água
Dique e vegetação ciliar	Intervenção próxima à vegetação marginal	Dique Auxiliar da Barragem 5, acesso à Barragem 5	Supressão autorizada e compensação; acesso restrito
Interferência em acessos da mina	Ajustes de vias e circulação de frota pesada	Todas as estruturas	Adequações locais sem criação de novas estradas; uso de vias consolidadas internas da mina
Vegetação secundária em regeneração	Supressão	Todas as estruturas	Compensação, delimitação em campo e remoção controlada

Fonte: Concremat, 2025 (Adaptado dos documentos consultados).

Considerações Técnicas Complementares

A implantação das obras implica interferências não apenas técnicas e logísticas, mas também ambientais significativas, especialmente sobre vegetação nativa e recursos hídricos superficiais. Tais elementos foram devidamente mapeados e analisados nos projetos executivos e considerados nos respectivos programas de controle e compensação ambiental.

As estratégias adotadas foram planejadas conforme os programas de gestão previstos no EIA, sendo os detalhes específicos das ações de mitigação e compensação apresentados na seção **4.5.2 – Intervenções Ambientais**.

4.5.17. Cronograma Físico das Obras

O Cronograma das ações necessárias para as obras emergenciais do Projeto integrado de descaracterização de barragens e obras para fechamento de pilhas de estéril da Mina de Águas Claras que estão em andamento é apresentado no capítulo de introdução deste estudo, o qual foi desenvolvido considerando a complexidade e dinâmicas inerentes a todo o processo. O processo de definição das etapas considerou o planejamento de descaracterizações de barragens sob responsabilidade da Vale e a proximidade das estruturas e interdependência dos acessos e controles associados. Tal planejamento inclui fases como supressão vegetal, adequação dos acessos, construção de drenagens e implantação de sistemas de controle de obras (VALE, 2024), dentre outros. Assim, o sequenciamento de realização das obras, incluindo o avanço da supressão de vegetação (cujo sequenciamento racional em observância aos períodos chuvosos também é caracterizado como uma medida de controle ambiental e de segurança que por sua vez previne a formação de focos erosivos e/ou carreamento excessivos de sedimentos de solos expostos) e movimentações de material e maquinário envolvido, deverá observar todos os parâmetros de controle geotécnico e ambiental. Portanto, uma vez iniciadas, as obras deverão seguir o referido cronograma visando garantir a segurança geotécnica e ambiental das referidas estruturas, até a finalização de todas as intervenções associadas.

É importante ressaltar que o cronograma de implantação das obras em andamento na MAC está definido de acordo com a estratégia vigente de sequenciamento das obras nas estruturas, que leva em consideração a interferência nos acessos e, caso ocorra possibilidade de entrada concomitante, o sequenciamento das obras poderá ser ajustado. Nesse contexto, cumpre salientar que o cronograma de obras está sujeito a potenciais modificações em virtude da natureza iterativa inerente ao processo construtivo. A cada etapa da fase de execução, a análise técnica aprofundada das novas condições de cada estrutura e a supervisão in loco

poderão revelar a necessidade de ajustes no projeto executivo ou a implementação de ações adicionais não previstas inicialmente.

4.6. FASE PÓS DESCARACTERIZAÇÃO / FECHAMENTO

A fase de pós descaracterização é a etapa posterior à execução das obras de descaracterização das barragens e estabilização/fechamento das pilhas, que deve ser realizada conforme preconizado nas normas atualmente vigentes.

4.6.1. Reforço da Barragem 6

O reforço da Barragem 6 envolve um conjunto de atividades geotécnicas, estruturais e ambientais, com foco na estabilização do talude, implementação de drenagem e monitoramento contínuo das condições da barragem. O sucesso desse reforço está diretamente vinculado a um acompanhamento integrado e ações corretivas contínuas, visando a segurança operacional e a minimização de impactos ambientais. As ações de gestão ambiental são implementadas conforme as diretrizes do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

4.6.1.1. Monitoramento Geotécnico e Estrutural

Após a conclusão das obras de reforço, haverá o monitoramento geotécnico e estrutural da Barragem 6, realizado por meio de uma rede de instrumentos geotécnicos e estruturais. Esse monitoramento tem como objetivo garantir a detecção precoce de movimentações e de instabilidades no talude e na fundação da estrutura.

- Piezômetros: instalados ao longo das ombreiras e da fundação da barragem para monitorar as pressões intersticiais e o comportamento da linha freática.
- Inclinômetros: para acompanhar o deslocamento horizontal dos taludes e das zonas de fundação.
- Prismas topográficos: para medir os deslocamentos verticais da estrutura e as variações na crista e nos taludes.
- Monitoramento estrutural: análise de tensões e a deformação das estruturas de contenção, como o vertedouro e as canaletas.

A malha de monitoramento geotécnico e estrutural está representada através de uma figura de disposição esquemática da instrumentação proposta, como mostrado na **Figura 4-57**. Além disso, o quantitativo de instrumentos a ser utilizado para o monitoramento está descrito

no **Quadro 4-42**, incluindo piezômetros, indicadores de nível d'água, prismas topográficos e medidores de vazão.

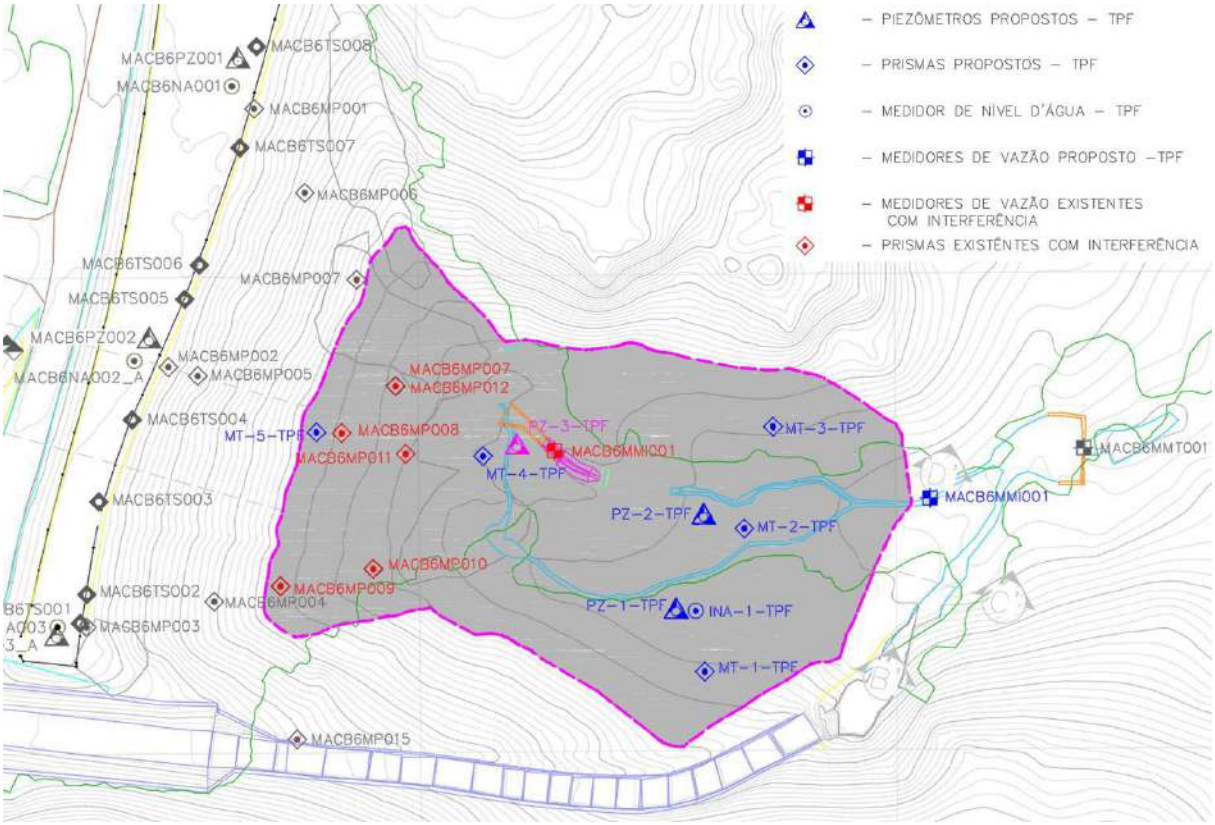


Figura 4-57 - Disposição esquemática da instrumentação proposta para a Barragem 6.

Fonte: TPF Engenharia (2024).

Quadro 4-42 – Quantitativo dos Instrumentos Propostos

Instrumento	Quantidade
Piezômetro de Corda Vibrante e Elétrico	3
Indicadores de Nível d'Água	1
Prisma Topográfico	5
Medidor de Vazão (Realocação)	1

Fonte: TPF Engenharia (2024).

Esses dados são coletados periodicamente e analisados para ajustes no plano de reforço ou ações corretivas imediatas, se necessário. A análise será realizada em tempo real por meio de software de monitoramento, que fará a comparação dos resultados com os valores de referência e os limites de segurança.

4.6.1.1.1. Recuperação Ambiental e Revegetação

A recuperação ambiental da área afetada pelas obras de reforço da barragem será realizada após a conclusão das obras e será conduzida conforme as diretrizes do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). A revegetação será focada na recuperação da área, com especial atenção para o restabelecimento da biodiversidade local e a prevenção da erosão do solo.

4.6.1.1.2. Gestão de Águas e Drenagem

A gestão de águas e drenagem será realizada durante e após a conclusão das obras, visando a minimização do impacto das águas pluviais sobre a estrutura da barragem e o controle de poropressões nas fundações e taludes. A drenagem será projetada para evitar a infiltração excessiva de água no maciço e proteger as áreas de escavação.

A gestão de águas incluirá:

- Drenagem superficial, com valetas e canaletas ao longo da crista e do pé da barragem para escoamento das águas pluviais;
- Sistema de drenagem interna: instalação de filtros geotêxteis e tubos de drenagem na fundação e no talude para controle da umidade e a redução da poropressão. De acordo com informações da Vale, no maciço original da Barragem 6 não havia estrutura de drenagem interna, sendo esse sistema introduzido durante o reforço, por meio da execução de valetas drenantes destinadas à condução adequada das águas percoladas e superficiais;
- Monitoramento de vazões nas áreas de drenagem e nos piezômetros instalados, com dados coletados em tempo real.

4.6.1.1.3. Sinalização e Controle de Riscos

A sinalização e controle de riscos serão implementados durante e após a conclusão das obras, com o objetivo de garantir a segurança dos trabalhadores, visitantes e da comunidade no entorno da obra, no período pós-intervenção. Durante a obra, serão implementadas as seguintes medidas:

- Sinalização de segurança: placas indicativas de riscos de quedas, áreas restritas, rotas de fuga e áreas de perigo. As sinalizações seguirão as normas da NR-26 (Sinalização de Segurança) e da NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção);

- Controle de tráfego: para evitar colisões entre máquinas e trabalhadores, o tráfego de veículos pesados e máquinas será monitorado, com uso de barricadas de proteção e canais de comunicação visual e auditiva (sirene e rádio);
- Treinamentos e campanhas de conscientização para todos os trabalhadores da obra, com foco na segurança do trabalho e proteção ambiental;
- Plano de emergência para atuação em casos de acidentes, incluindo ações corretivas rápidas, evacuação e primeiros socorros.

4.6.1.2. Descaracterização da Barragem 6

A fase pós-obras da Barragem 6 envolve o acompanhamento e monitoramento dos resultados obtidos com a descaracterização da estrutura, visando garantir a segurança física, a funcionalidade hidráulica e a estabilidade ambiental. As ações previstas incluem a continuidade dos programas de monitoramento, medidas de manutenção preventiva, gestão da drenagem e sinalização de segurança.

4.6.1.2.1. Recuperação Ambiental e Revegetação

A recuperação ambiental da área afetada pelas obras de descaracterização da barragem será realizada após a conclusão das obras e será conduzida conforme as diretrizes do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). A revegetação será focada na recuperação da área, com especial atenção para o restabelecimento da biodiversidade local e a prevenção da erosão do solo.

4.6.1.2.2. Gestão de Águas e Drenagem

O sistema de drenagem superficial implantado na fase de obras será mantido e monitorado na fase pós-obra, contemplando:

- Canal de drenagem trapezoidal revestido em concreto;
- Descida d'água em degraus (ombreira direita);
- Controle da borda livre e escoamento em situações de cheias.

4.6.1.2.3. Sinalização e Controle de Riscos

Durante a fase pós-obra será mantida a sinalização de segurança, com:

- Placas de advertência e acesso restrito;
- Sistema de comunicação visual com áreas operacionais.

Adicionalmente, inspeções periódicas visam detectar possíveis anomalias, como erosões localizadas, entupimento de drenos e recalques diferenciais, que serão tratadas de acordo com os procedimentos definidos no Plano de Gestão de Riscos.

4.6.1.3. Descaracterização da Barragem 7A

Após a conclusão das obras de descaracterização da Barragem 7A, está previsto um conjunto de ações e medidas destinadas à estabilização da área, à recuperação ambiental e ao acompanhamento técnico das condições da estrutura remanescente. Essas medidas foram estabelecidas em conformidade com os requisitos da Resolução ANM nº 130/2023 e outras normas técnicas, conforme apresentado no Projeto Detalhado (GEOESTÁVEL, 2025).

4.6.1.3.1. Monitoramento Geotécnico e Estrutural

A estrutura descaracterizada permanecerá sob monitoramento ativo pelo período mínimo de dois anos, conforme estabelecido na legislação vigente. Esse monitoramento será realizado por meio de:

- Inspeções visuais periódicas;
- Instrumentação geotécnica superficial, composta por duas réguas, quatro primas e um marco superficial, conforme detalhado na planta 1850AC-X-05221;
- Acompanhamento técnico das condições de estabilidade física do maciço remanescente.

4.6.1.3.2. Recuperação Ambiental e Revegetação

O Projeto de Recuperação Ambiental prevê:

- Estabilização da área por meio de regularização topográfica dos taludes e do antigo reservatório;
- Implementação de técnicas de cobertura vegetal, visando o controle da erosão e a recomposição da vegetação nativa, conforme programas ambientais;

4.6.1.3.3. Gestão de Águas e Drenagem

Após a descaracterização, a gestão das águas na área será realizada por meio de:

- Canal principal de drenagem, projetado para conduzir as águas superficiais até o fundo do vale e, posteriormente, ao reservatório da Barragem 7B;
- Bacia de dissipação instalada ao final do canal, com cota superior à da lâmina d'água máxima da Barragem 7B, garantindo escoamento controlado;
- Manutenção da drenagem interna com filtros e transições em material granular, conforme detalhado no documento técnico 1850AC-X-05202.

4.6.1.3.4. Sinalização e Controle de Riscos

Durante e após as obras, estão previstas medidas de sinalização de segurança, incluindo:

- Demarcação de áreas de acesso restrito;
- Controle de tráfego de veículos e equipamentos;
- Orientações sobre as condições da estrutura após o fim da função de barragem.

Essas ações visam garantir a segurança operacional e o cumprimento dos requisitos normativos em fase de pós-obra, até a completa reintegração da área ao meio ambiente natural.

4.6.1.4. Descaracterização da Barragem 8B

A fase pós-descaracterização da Barragem 8B compreende um conjunto de ações técnicas e ambientais voltadas para a estabilização definitiva da área, sua integração ao meio ambiente e a eliminação de riscos geotécnicos e hidrológicos. Essas medidas visaram garantir que a antiga estrutura opere unicamente como um elemento do relevo e do sistema de drenagem natural, sem função de barramento, conforme os objetivos da Lei Estadual nº 23.291/2019 e da Resolução ANM nº 13/2019. A seguir são descritas as principais ações previstas e executadas nesta fase (DF+, 2019,2020).

4.6.1.4.1. Monitoramento Geotécnico e Estrutural

Após a descaracterização, a estabilidade da estrutura remanescente foi assegurada por meio da execução de reforço com enrocamento à jusante e da remoção controlada do alteamento e parte do maciço inicial. Embora o projeto detalhado não preveja a manutenção da estrutura como barragem, os critérios geotécnicos adotados incluíram:

- Fatores de segurança mínimos para estabilidade em condições drenadas, não drenadas, com sismo e com rebaixamento rápido;
- Verificação da resposta da estrutura às cargas hidráulicas por meio de modelagem e instrumentação;

- Implantação de canal central com geometria compatível com as condições topográficas e geotécnicas da área.

Após as obras, a instrumentação foi mantida ou desativada conforme avaliação técnica. O monitoramento geotécnico e estrutural, caso ainda vigente, limita-se ao acompanhamento residual para fins de segurança da área integrada ao meio..

4.6.1.4.2. Recuperação Ambiental e Revegetação

A revegetação das superfícies expostas foi realizada com o objetivo de minimizar a erosão, promover a estabilização superficial e restabelecer a cobertura vegetal do local. As ações executadas incluíram:

- Aplicação de hidrossemeadura em taludes e áreas planas do reservatório descaracterizado, conforme registrado nas Figuras a seguir (DF+, 2019);
- Plantio de mudas de espécies nativas, visando acelerar o processo de sucessão ecológica e aumentar a diversidade vegetal, com ênfase em áreas próximas aos cursos d'água;
- Proteção das áreas com vegetação implantada, de modo a permitir o desenvolvimento das espécies e evitar o pisoteio ou degradação precoce.

A recuperação ambiental resultou em uma área com baixa suscetibilidade à erosão e apta à reintegração ao bioma original da região.



Figura 4-58 – Plantio de mudas de árvores nativas no reservatório.

4.6.1.4.3. Gestão de Águas e Drenagem

Com a descaracterização da Barragem 8B, foram implantadas soluções hidráulicas permanentes para a gestão das águas superficiais, de forma a garantir o escoamento livre, sem retenção. As principais medidas adotadas incluem:

- Canal central de enrocamento, implantado sobre o eixo da antiga barragem, com capacidade para conduzir as águas de toda a bacia de contribuição diretamente ao talvegue jusante, sem represamento;
- Desativação das estruturas antigas de extravasor, substituídas por canais abertos compatíveis com as novas cotas de terreno;
- Redirecionamento das águas por meio de canaletas e saídas protegidas por vegetação e revestimentos resistentes, assegurando o controle da erosão hídrica.

O novo sistema de drenagem da área tem caráter definitivo e foi dimensionado com base em eventos críticos (TR = 10.000 anos), conforme estudos hidrológicos e hidráulicos documentados.

4.6.1.4.4. Sinalização e Controle de Riscos

Para garantir a segurança da área após o encerramento das atividades de descaracterização, foram implementadas medidas de sinalização e controle de riscos, com foco em evitar o acesso indevido e prevenir acidentes. As principais ações incluem:

- Instalação de placas de sinalização informando sobre o novo uso da área e sua condição de estrutura descaracterizada;
- Restrição de acesso a áreas sensíveis, como taludes inclinados, canais profundos ou regiões em processo de revegetação;
- Acompanhamento técnico final da obra por meio de relatórios fotográficos e de verificação de conformidade (“As Built”), demonstrando que todas as medidas de estabilização, revegetação e drenagem foram implementadas conforme projeto.

Estas ações consolidam o encerramento seguro da estrutura, assegurando sua compatibilidade com os usos futuros da área e com os padrões ambientais vigentes.

4.6.1.5. PDE Grota 2

A fase pós-fechamento da Pilha de Disposição de Estéril Grota 2 visa garantir a estabilidade geotécnica da estrutura, a reabilitação ambiental da área e o controle de processos erosivos e de drenagem. As medidas propostas foram fundamentadas nos resultados dos estudos e

diagnósticos apresentados no projeto conceitual de estabilização e estudo hidrológico (DF+, 2022), em consonância com a NBR 13.029/2017 e com as diretrizes de segurança da VALE.

4.6.1.5.1. Monitoramento Geotécnico e Estrutural

Conforme apresentado no projeto conceitual (DF+, 2022), são previstos a continuidade do plano de monitoramento geotécnico implementado durante as obras, com uso de piezômetros (PZs), indicadores de nível d'água (INAs) e marcos superficiais (MSs). O objetivo é acompanhar a estabilidade da estrutura por meio da avaliação contínua do nível freático e da movimentação dos taludes, especialmente na seção crítica identificada nas análises de percolação e estabilidade (DF+, 2022).

4.6.1.5.2. Recuperação Ambiental e Revegetação

A PDE Grota 2 encontra-se em estágio avançado de regeneração natural, com cobertura vegetal já estabelecida na maioria dos taludes. A proposta de fechamento considera a manutenção dessa vegetação como elemento estabilizador e limitador de erosões (DF+, 2022).

A recuperação ambiental também inclui o tratamento de surgências identificadas em campo, com uso de drenos invertidos e proteção vegetal do solo exposto (DF+, 2022).

4.6.1.5.3. Gestão de Águas e Drenagem

O sistema de drenagem superficial foi concebido para atender eventos com tempo de retorno de até 10.000 anos (TR10.000), considerando a vulnerabilidade da área e a necessidade de mitigar processos erosivos severos (DF+, 2022). A Alternativa 4, aprovada como solução definitiva, prevê a instalação de um canal periférico principal (CA01) com três trechos distintos na margem direita da pilha, além de canais adicionais ao longo dos acessos, direcionando adequadamente o fluxo hídrico. Esses dispositivos, somados à proteção em colchão reno e canaletas meia-cana de concreto, foram concebidos para garantir o escoamento controlado das águas pluviais, minimizando o risco de carreamento de material e de instabilidades no corpo da pilha (DF+, 2022).

4.6.1.5.4. Sinalização e Controle de Riscos

A área será dotada de sinalização permanente informativa e de segurança, indicando os limites da área estabilizada, os dispositivos de drenagem e as zonas sujeitas a monitoramento contínuo. A sinalização busca restringir o acesso indevido e alertar sobre riscos residuais, mesmo com a estrutura descaracterizada (DF+, 2022).

As medidas de controle de riscos também incluem a realização periódica de vistorias visuais, especialmente após eventos extremos de chuva, visando identificar precocemente erosões, surgências ou falhas em dispositivos de drenagem

4.6.1.6. PDE Grota 3

Após a finalização das intervenções previstas no projeto de fechamento da Pilha de Disposição de Estéril Grota 3, terá início a fase de pós-fechamento, voltada à manutenção da estabilidade geotécnica, ao controle hidrológico, à recuperação ambiental e à prevenção de riscos. As ações dessa etapa baseiam-se nas diretrizes estabelecidas nos projetos técnicos elaborados pela TPF Engenharia (2025a; 2025b)

4.6.1.6.1. Monitoramento Geotécnico e Estrutural

As análises de estabilidade realizadas indicaram fatores de segurança insuficientes nas condições “As Is”, especialmente nas seções 1-1’ a 4-4’, sendo que apenas a seção 3-3’ apresentou valores próximos ao limiar mínimo estabelecido (TPF ENGENHARIA, 2025b). Como medida corretiva, o projeto de descaracterização contempla a reconfiguração de taludes e o reaterro de cortes instáveis, garantindo melhores condições para o monitoramento contínuo.

A instalação de marcos superficiais e instrumentos (ex. piezômetros, INAs) é recomendada para acompanhamento da estabilidade e do comportamento do nível freático ao longo do tempo, especialmente nas áreas anteriormente identificadas com surgências e zonas de percolação concentrada (TPF ENGENHARIA, 2025a).

4.6.1.6.2. Recuperação Ambiental e Revegetação

O relatório de utilidades da Grota 3 registra a presença de vegetação colonizando áreas dos taludes, platôs e acessos, demonstrando bom estágio de regeneração natural (TPF ENGENHARIA, 2025a, p. 59). No entanto, o projeto de pós-fechamento prevê a continuidade do processo de recuperação ambiental por meio de manejo da vegetação existente, e controle de processos erosivos em pontos frágeis.

Nas áreas de surgência, recomenda-se o uso de drenos invertidos e proteção com vegetação rasteira e manta orgânica, de modo a estabilizar o solo e reduzir o risco de erosão (TPF ENGENHARIA, 2025a).

4.6.1.6.3. Gestão de Águas e Drenagem

A drenagem da PDE Grota 3 foi concebida com valetas, canaletas meia-cana e dissipadores, os quais permanecerão em operação na fase pós-obra. O Quadro 14.2 do relatório RL-

1850AC-X-81155 apresenta o dimensionamento hidráulico dessas estruturas, demonstrando sua suficiência para conduzir as águas pluviais e mitigar processos erosivos (TPF ENGENHARIA, 2025a). Recomenda-se a inspeção periódica e desobstrução preventiva desses dispositivos, principalmente após eventos extremos de precipitação

4.6.1.6.4. Sinalização e Controle de Riscos

A área será dotada de sinalização permanente informativa e de segurança, indicando os limites da área estabilizada, os dispositivos de drenagem e as zonas sujeitas a monitoramento contínuo. A sinalização tem como objetivo restringir o acesso indevido e alertar sobre riscos residuais, mesmo com a estrutura descaracterizada (TPF ENGENHARIA, 2025a).

Além disso, serão mantidas rotinas de vistorias técnicas, especialmente após chuvas intensas, com foco na detecção precoce de processos erosivos, surgências e falhas em dispositivos de contenção.

4.6.1.7. Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem 5

O Dique Auxiliar da Barragem 5 foi descaracterizado conforme as diretrizes estabelecidas na Resolução ANM nº 95/2022, passando a ser acompanhado tecnicamente até sua plena reintegração ao meio físico e funcional. O projeto de descaracterização contemplou intervenções para garantir a estabilidade do maciço e o escoamento adequado das águas, com destaque para a implantação de drenos longitudinais, filtros drenantes e reconformação dos taludes (DF+, 2022).

A reintegração da área ao meio físico foi planejada com base no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) elaborado para o empreendimento (CLAM, 2022 a,b), que previu técnicas de bioengenharia, incluindo hidrossemeadura com gramíneas e leguminosas, plantio de espécies nativas e uso de biomantas em áreas críticas, visando controle de erosão e estabelecimento de cobertura vegetal estável.

O monitoramento técnico da área descaracterizada inclui inspeções visuais periódicas, acompanhamento topográfico e avaliação da eficiência dos dispositivos de drenagem implantados. Serão observados indicadores como ausência de surgências ou processos erosivos, manutenção da cobertura vegetal e estabilidade dos taludes, conforme orientado no próprio PRAD e nos capítulos de acompanhamento e monitoramento pós-descaracterização do EIA (CLAM, 2022 a,b).

5. ÁREA DE ESTUDO (AE)

As Áreas de Estudo constituem os limites geográficos da região onde, potencialmente, poderão ser percebidos os efeitos gerados pelas atividades relacionadas às obras emergenciais para o reforço da barragem 6, descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e dique auxiliar B5 e obras para incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3, estruturas localizadas na Mina de Águas Claras, em Nova Lima/MG.

Cumpre ressaltar que a delimitação da Área de Estudo não tem por finalidade representar a região geográfica que, efetivamente, será impactada direta ou indiretamente pelo projeto. Tal delimitação refere-se a uma unidade espacial de referência que abrange a maior projeção estimada dos potenciais alterações socioambientais associadas à atividade em análise.

A partir desta definição, serão elaboradores os Diagnósticos Ambientais, por meio dos quais são analisados os atributos naturais e antrópicos presentes na Área de Estudo. Os diagnósticos subsidiarão a avaliação das interações entre os componentes do meio e a atividade em análise, possibilitando, assim, a delimitação das Áreas de Influência do projeto, isto é, o espaço geográfico passível de ser impactado direta ou indiretamente pela sua execução.

A área de estudo deve abranger o território no qual se observe continuidade dos fatores físicos, bióticos e socioeconômicos que se julguem relevantes ao entendimento dos impactos previstos para a atividade (SISEMA, 2021). Conforme preconizado pela Resolução CONAMA nº 01/1986, a delimitação das áreas de estudo é considerada atividade necessária para uma avaliação ambiental adequada, uma vez que a partir dela é determinado o raio de abrangência para coleta de dados necessários aos estudos de diagnósticos de meio físico, biótico e socioeconômico, possibilitando, consequentemente, a avaliação dos potenciais impactos ambientais positivos e negativos da atividade nessa região.

A delimitação das áreas de estudo deve considerar as características intrínsecas da atividade em análise e deve ser embasada em discussões da equipe técnica e na análise de documentos cartográficos da área e da bibliografia pertinente (SISEMA, 2021). O presente estudo considerou aspectos como: a localização das estruturas em relação aos municípios do entorno; a natureza da atividade; o arranjo topográfico da região; a influência em bacias hidrográficas e drenagens locais; além da proximidade às Unidades de Conservação.

As áreas de estudo foram delimitadas a partir da Área Diretamente Afetada pelas atividades, a qual corresponde a uma área de 129,80 hectares e que compreende as áreas das Barragens 6, 7A, 8B, dique auxiliar da Barragem 5 e sua contenção provisória, áreas das PDEs Grota 2

e Grota 3 e os indivíduos arbóreos com risco de queda localizados na estrada de acesso à Barragem 5. A partir da ADA, foram considerados os parâmetros básicos de desenvolvimento da atividade e das principais características ambientais da região, as quais foram levantadas por meio de imagens de satélites.

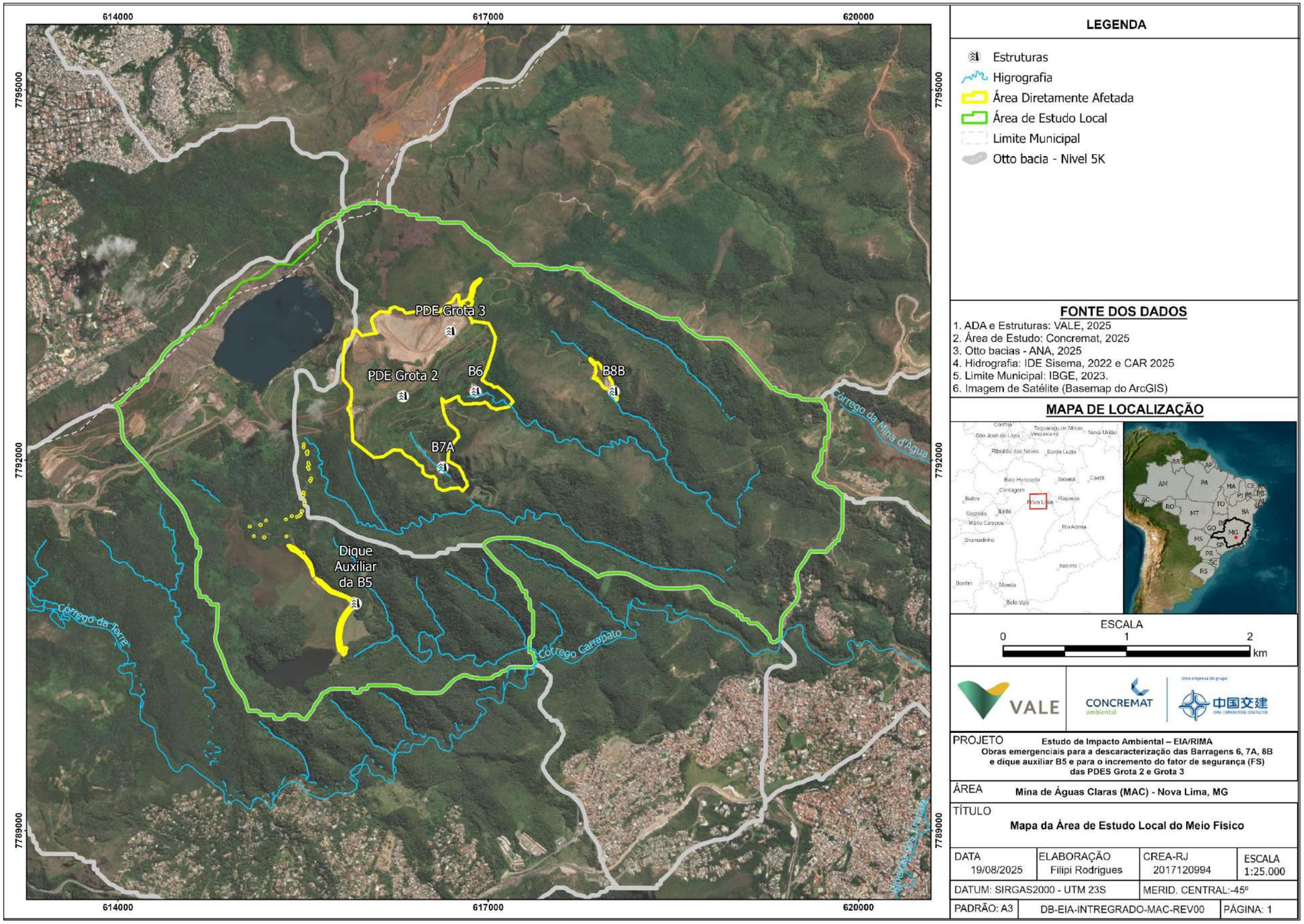
É pertinente ressaltar que este estudo não teve como objetivo avaliar aspectos e impactos ambientais relacionados ao Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) das Barragens 5, 6, 7A e 8B, sendo que essa última já se encontra descaracterizada desde 2020. Portanto, a definição das áreas de estudo e posteriormente, de influência, não consideram como premissas a avaliação sob o *dam break* das estruturas geotécnicas. Nessa perspectiva, o presente estudo avalia os efeitos e impactos inerentes às intervenções emergenciais nessas barragens, as quais encontram-se descritas no capítulo de Caracterização do Empreendimento.

Posto isso, foram definidas duas áreas de estudo: a Área de Estudo Local (AEL) e a Área de Estudo Regional (AER) para os meios físico, biótico e socioeconômico, sendo a regional mais abrangente que a local.

5.1. ÁREA DE ESTUDO LOCAL (AEL)

5.1.1. Meio Físico

A Área de Estudo Local para o meio físico corresponde a uma área de aproximadamente 1.514,83 hectares (**Mapa 5-1**) e foi delimitada pelas ottobacias de nível 5k que drenam as estruturas de contenção e que interceptam a Área Diretamente Afetada (ADA). Dessa forma, a AEL para o meio físico foi delimitada considerando os arranjos topográficos e linhas de interflúvio da região, atendendo aos preceitos legais, conforme preconiza a Resolução CONAMA nº 01/86.



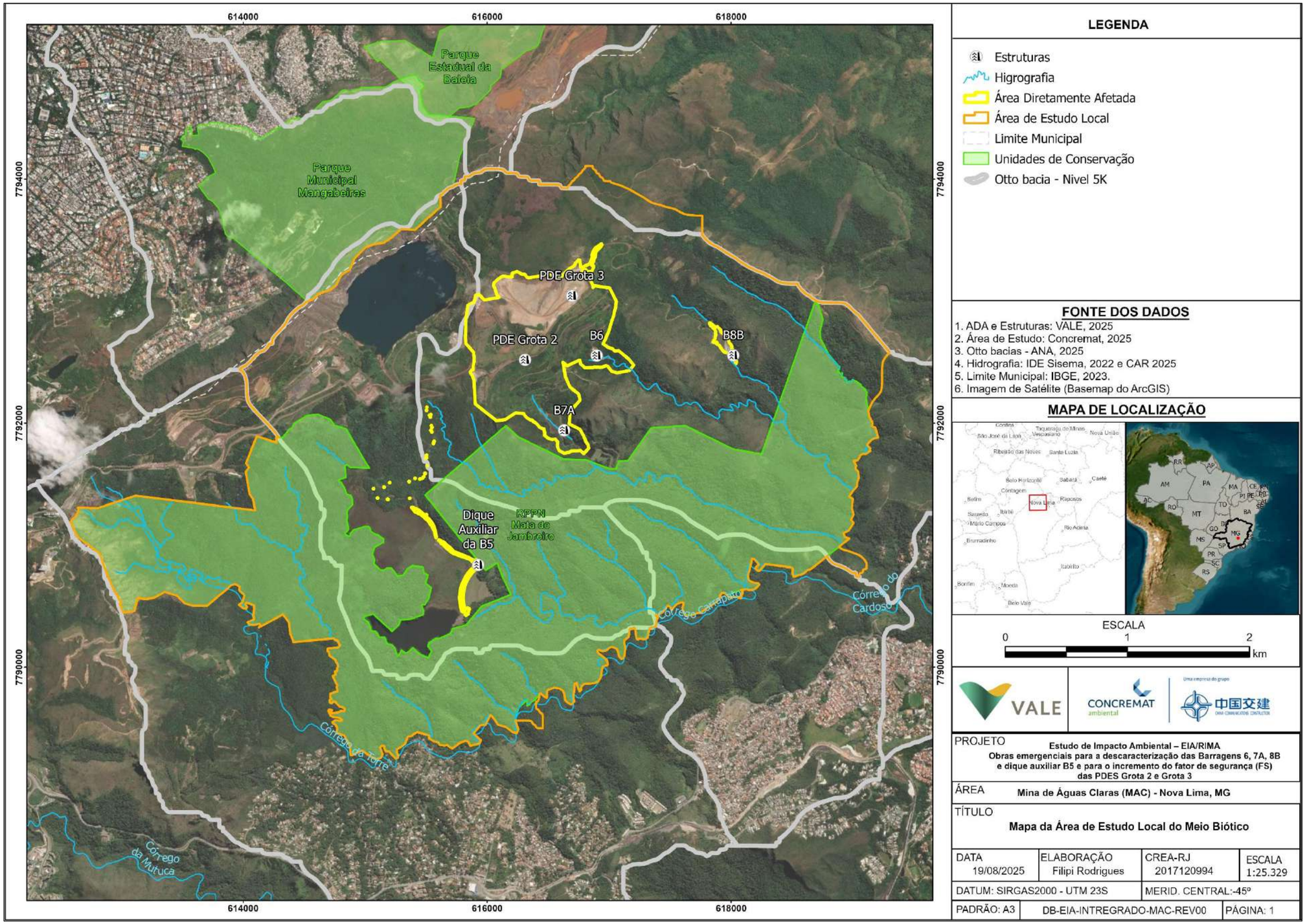
Mapa 5-1 – Área de Estudo Local para o meio físico

5.1.2. Meio Biótico

A Área de Estudo Local (AEL) para o meio biótico (**Mapa 5-2)** corresponde a uma área de 1.831,80 hectares, compreendendo as microbacias interceptadas pelo buffer de 500 metros no entorno da ADA, mais a área que compreende a RPPN Mata do Jambeiro.

Para tanto, considerou-se a variação da fitofisionomia da região, o bioma afetado (Mata Atlântica), bem como a sensibilidades dos corpos hídricos. Também foi levado em consideração a possível área de abrangência que receberá a pressão ambiental provocada pelas obras, a qual incidirá sobre as espécies da fauna terrestre e aquática, bem como sobre as espécies vegetais. Nesse sentido, espera-se os efeitos da perturbação inerente à movimentação de pessoas, ruídos de maquinário, emissão de poeira e agravamento do efeito de borda local, não ultrapasse esse limite geográfico.

Cabe ressaltar que a Área de Estudo Local para o Meio Biótico objetiva definir a abrangência da tomada de dados primários de fauna e flora (SANCHEZ, 2020). Sua delimitação, portanto, pode usar critérios baseados em dados pretéritos de literatura, como o alcance do efeito de borda (LAURENCE, 1991; PRIMACK & RODRIGUES, 2001) e/ou do ruído do maquinário, para pressupor o alcance dos impactos.



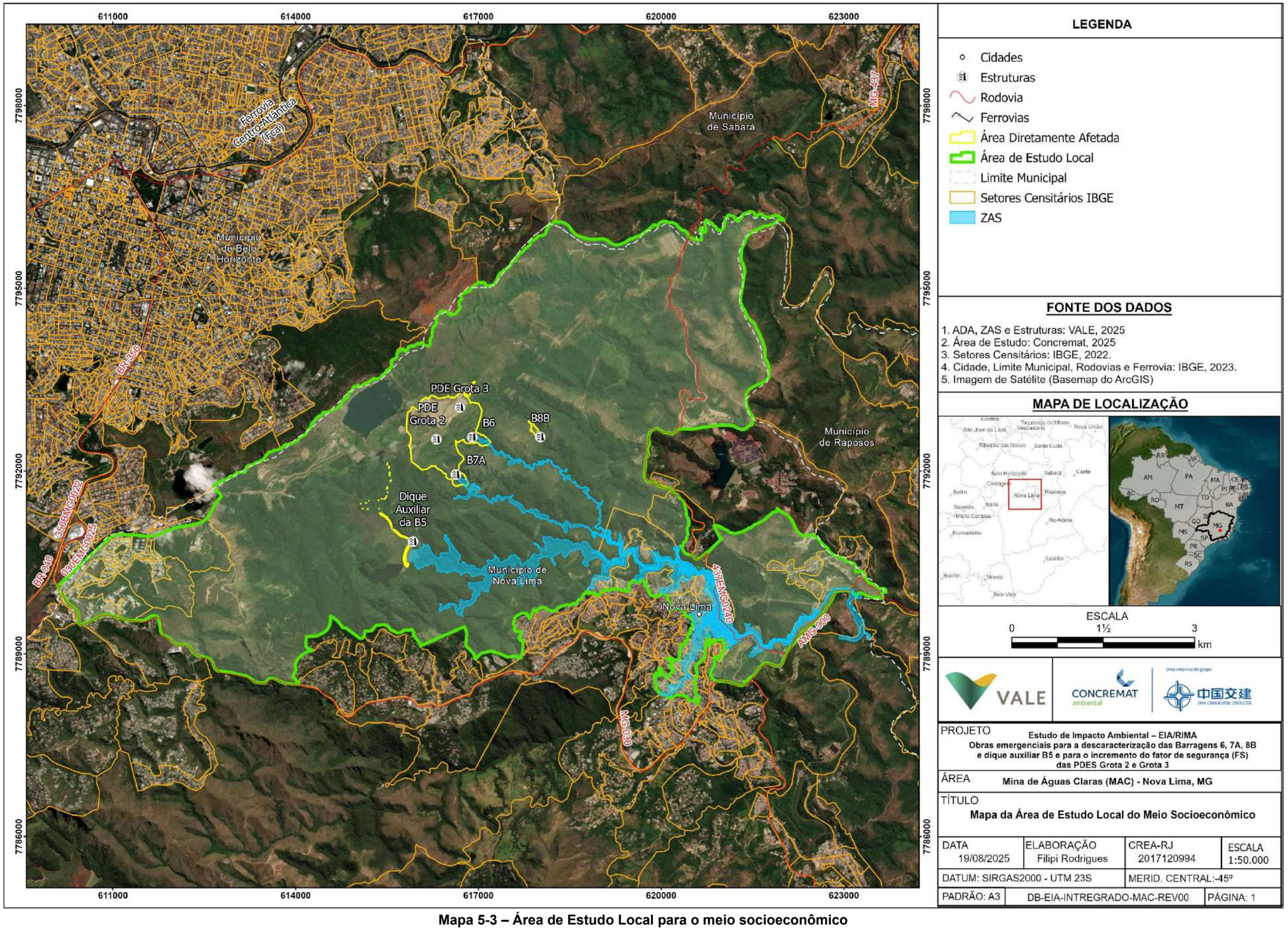
Mapa 5-2 – Área de Estudo Local para o meio biótico

5.1.3. Meio Socioeconômico

A delimitação da Área de Estudo Local (AEL) para o meio socioeconômico (**Mapa 5-3**) teve como base inicial a Zona de Autossalvamento (ZAS), que representa as áreas mais vulneráveis identificadas nos estudos de simulação e análise de risco. Por concentrar a maior exposição a impactos socioeconômicos, a Zona de Autossalvamento (ZAS) abrange populações que podem ser afetadas por deslocamentos em cenários de elevação do nível de emergência, o que pode provocar alterações nas condições de vida e na organização das dinâmicas sociais e econômicas. Trata-se da área onde, em caso de emergência, é necessária a evacuação da população devido ao risco potencial de rompimento da barragem. Além disso, outros critérios também podem ser considerados, como a presença de comunidades ao longo das vias de acesso às estruturas, que podem ser impactadas pelo aumento do tráfego viário decorrente da chegada de trabalhadores e insumos para as obras de descaracterização, dentre outros incômodos.

Com base nesses aspectos, a Área de Estudo Local (AEL) foi delimitada com o objetivo de avaliar a extensão dos impactos diretos associados às atividades, contemplando possíveis efeitos sobre a qualidade de vida da população, o cotidiano das comunidades, as manifestações culturais, as atividades econômicas, a geração de renda e o acesso à infraestrutura e aos serviços públicos.

Logo, a metodologia de delimitação da AEL envolveu a sobreposição da ZAS com os setores censitários do IBGE (2022), incorporando bairros da sede municipal com ocupação humana e áreas adjacentes para garantir continuidade territorial. Dessa forma, a AEL contempla os principais núcleos populacionais da Sede Municipal de Nova Lima, abrangendo especialmente as ocupações humanas estabelecidas na área interna da ZAS, de modo a considerar as regiões mais suscetíveis aos impactos das intervenções. Além disso, inclui setores censitários que abrangem também bairros localizados na divisa com o município de Belo Horizonte, posicionados ao longo das vias de acesso às estruturas, que podem ser impactadas pelo aumento da circulação de veículos e pessoas pelas atividades.



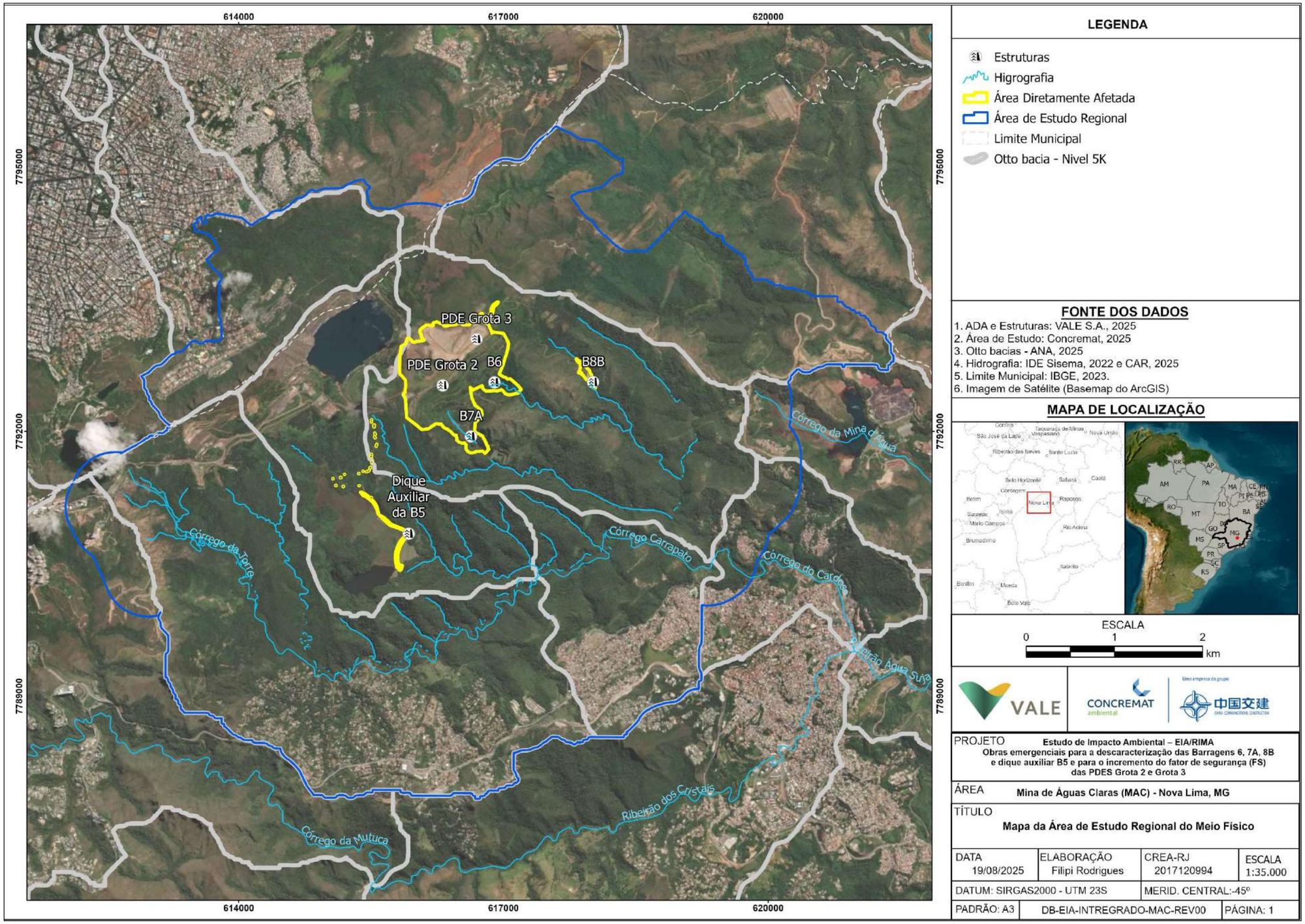
Mapa 5-3 – Área de Estudo Local para o meio socioeconômico

5.2. ÁREA DE ESTUDO REGIONAL (AER)

5.2.1. Meio Físico

A Área de Estudo Regional delimitada para o meio físico (**Mapa 5-4**) corresponde a uma área de 4.368,49 hectares e considera os limites das ottobacias de nível 5k que drenam ou tangenciam diretamente a Área de Estudo Local. Nos trechos em que os limites da AER coincidem com a AEL, adotou-se um *buffer* de 500 metros ao redor da AEL, de forma a englobar a confluência dos córregos mais próximos.

Para definição da área de estudo dos atributos do meio físico, considerou-se, além dos arranjos topográficos e das linhas de interflúvios, o atendimento aos preceitos legais, conforme a Resolução CONAMA nº 01/86, que indica a utilização de bacias hidrográficas para delimitação de áreas com potencial influência pelos impactos.



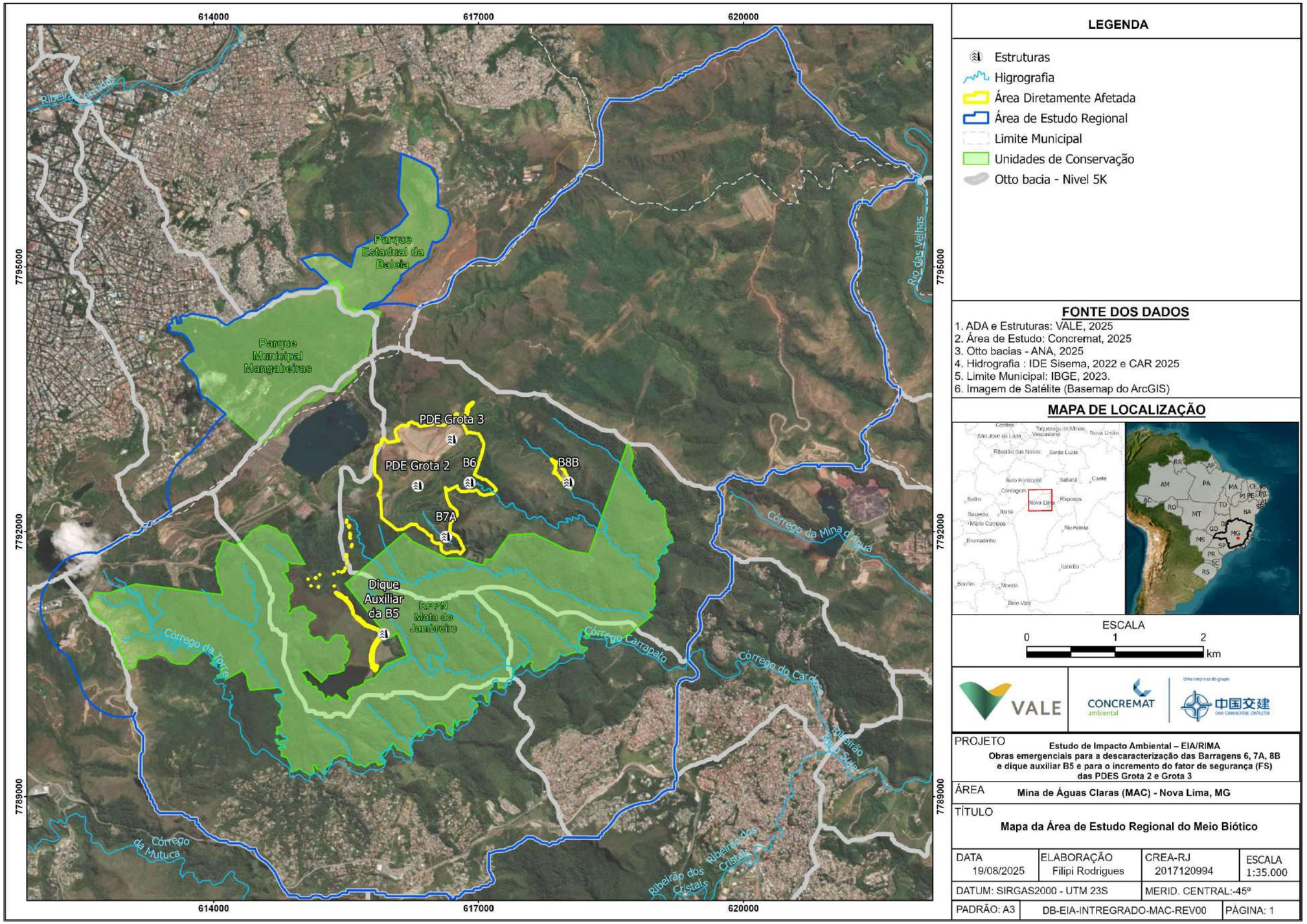
Mapa 5-4 – Área de Estudo Regional para o meio físico

5.2.2. Meio Biótico

Considerando a extensão e os impactos esperados para as obras de descaracterização de barragens e obras para o incremento do fator de segurança (FS) das Grotas, a Área de Estudo Regional delimitada para o meio biótico (**Mapa 5-5**) corresponde a uma área de 5.379,50 hectares e compreende ao agrupamento de ottobacias 5k presentes no entorno da AEL de meio biótico, além do Parque Municipal das Mangabeiras e o Parque Florestal Estadual da Baleia. Além disso, a AER de meio biótico é limitada a noroeste pela APA Sul RMBH.

É esperado que impactos como alteração de habitats, alteração de ciclos ecológicos e pressão humana sobre populações de fauna e flora ocasionados pela circulação de pessoas e veículos não ultrapassem tais limites, uma vez que inclui os fragmentos florestais adjacentes ao empreendimento, corpos hídricos e todas as ottobacias adjacentes (ANA, 2024) na AER.

Nesse contexto, também foi considerada a área de vida das espécies da fauna com potencial ocorrência para a região, principalmente grandes vertebrados silvestres terrestres que ocupam grandes áreas de vida, como os mamíferos de grande porte, utilizados como espécies guarda-chuva em programas de conservação de ecossistemas e comunidades (veado-campeiro, onça-parda e guariba). Em adição, na definição da Área de Estudo Regional também foi considerada a presença e distribuição das espécies aquáticas com provável ocorrência nos corpos hídricos da região.



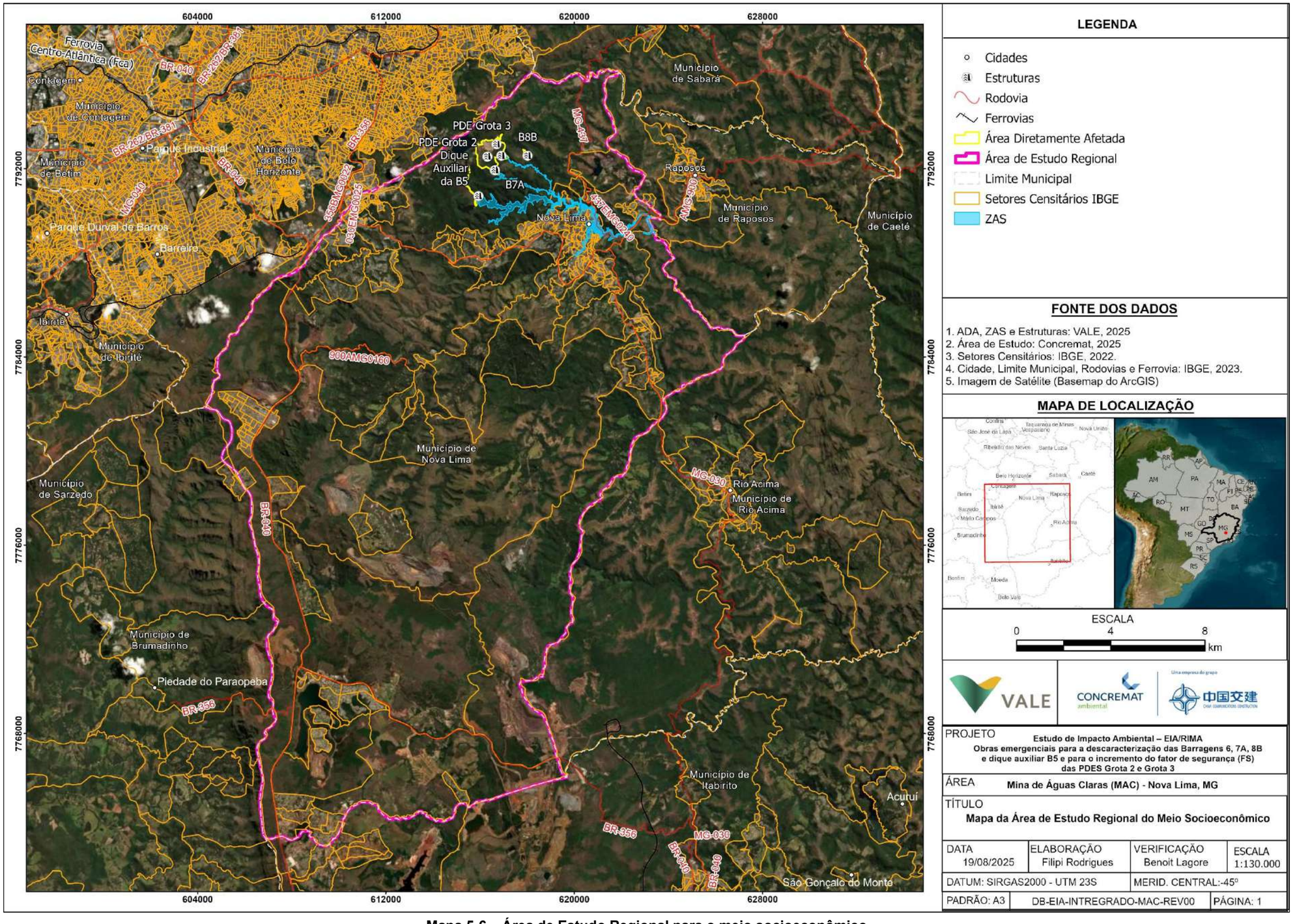
Mapa 5-5 – Área de Estudo Regional para o meio biótico

5.2.3. Meio Socioeconômico

A definição da Área de Estudo Regional (AER) para o meio socioeconômico (**Mapa 5-6**) considera o território que pode ser afetado pelas interferências socioambientais decorrentes das obras em análise. Essa delimitação leva em conta diferentes fatores que influenciam as dinâmicas socioeconômicas locais e regionais, incluindo impactos indiretos e diretos, como modificações na infraestrutura e circulação, além de aspectos relacionados à gestão territorial e arrecadação municipal.

Entre os principais critérios adotados, destacam-se os possíveis efeitos das obras sobre o uso do solo, a necessidade de obtenção de autorizações específicas, a movimentação de trabalhadores e equipamentos, bem como alterações no tráfego local. Também são considerados os benefícios econômicos gerados pelas obras, como a arrecadação tributária e geração de empregos temporários no município afetado.

Nesse sentido, a AER abrange os limites do município de Nova Lima, onde se encontram tanto a Área Diretamente Afetada (ADA) quanto a Zona de Autossalvamento (ZAS) das estruturas alvo de intervenções. A inclusão de todo o território municipal de Nova Lima visa verificar os efeitos amplificados das obras sobre as dinâmicas econômicas, sociais e administrativas.



Mapa 5-6 – Área de Estudo Regional para o meio socioeconômico

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

6.1. MEIO FÍSICO

A Resolução CONAMA nº 01/1986, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental, apresenta no Artigo nº 6º o conteúdo mínimo para tal avaliação, sendo um deles o diagnóstico ambiental da área de influência de projeto, constituído, dentre as demais disciplinas, do estudo do meio físico, considerando as águas, o ar e o clima, subsolo, topografia, dentre outros.

O meio físico possui um papel importante para os estudos ambientais e através da análise dos seus componentes é possível estabelecer combinações que permitem identificar os mosaicos da paisagem, como a geologia que exerce influência sobre o modelo do relevo e, consequentemente, na configuração da rede hidrográfica, ou mesmo os fatores climáticos e os diferentes tipos de solo que estabelecem uma relação com a biogeografia da área de estudo (GIUSTINA e NETO, 2008).

As áreas de estudo do meio físico desse diagnóstico possuem atributos peculiares, estando localizado na porção norte do quadrilátero ferrífero, no homoclinal da serra do Curral, exatamente na vertente sul da serra homônima (BALTAZAR e ZUCHETTI, 2005). De maneira geral, o Quadrilátero Ferrífero é formado por um conjunto de serras num arranjo composto por altitudes superiores a 2.000 m nos maiores picos e vales com cotas altimétricas médias de 600 m, gerando uma amplitude interligada com a circulação dos ventos, contribuindo na dinâmica climática da região (FERNANDES e MOREIRA, 2022).

Para a elaboração do diagnóstico ambiental do meio físico foram utilizados estudos e projetos da Vale, artigos e produções cientificas e acadêmicas, consulta a fontes de dados oficiais de órgãos ambientais e dados dos monitoramentos ambientais da área de estudo.

6.1.1. Clima e Meteorologia

6.1.1.1. Contexto Climático Regional

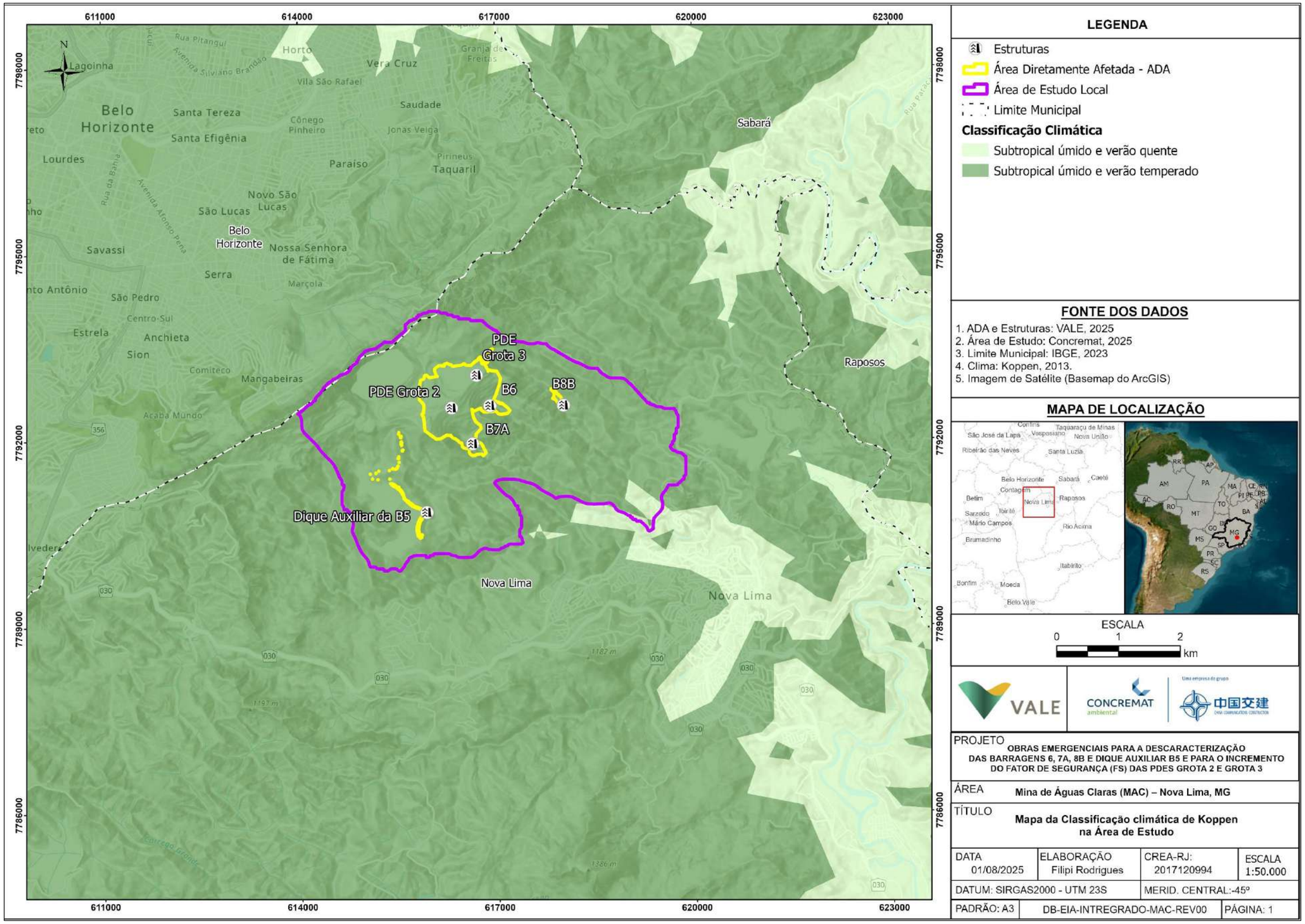
O clima da região Sudeste, onde se localizam as estruturas alvos das obras emergenciais, é influenciado por condições locacionais e topográficas - fatores estáticos como a proximidade com o oceano Atlântico, a posição latitudinal que garante maior incidência de radiação solar e a topografia acidentada, que intensifica a turbulência do ar por ascensão orográfica, favorecendo a ocorrência de precipitações (NIMER, 1989).

Conforme Nimer (1989), embora os fatores estáticos ou geográficos sejam fundamentais para o clima de uma determinada região, não são suficientes para uma compreensão completa. É necessário considerar também as características atmosféricas, os fatores dinâmicos, analisados pela meteorologia sinótica. Estes incluem a atuação de frentes, núcleos de alta e baixa pressão, massas de ar e outras perturbações atmosféricas.

O estado de Minas Gerais, por não fazer limite territorial com o oceano, apresenta maior amplitude térmica do ciclo diurno, visto que as temperaturas diurnas são mais elevadas, pois o solo, diferentemente das massas de água, se aquece e esfria mais rapidamente, resultando em temperaturas mais baixas durante o período noturno (REBOITA et al. 2015). Ainda segundo os autores, Minas Gerais possui diferentes complexos topográficos, como as serras da Mantiqueira, da Canastra e do Espinhaço, que favorecem o desenvolvimento de circulações de mesoescala, como as brisas de vale e montanha. Esses sistemas influenciam o clima local, contribuindo para o comportamento da direção e da intensidade dos ventos, além de criar condições úmidas a barlavento e secas a sotavento das áreas montanhosas.

A definição dos climas de diferentes regiões leva em consideração os diversos elementos climáticos, com base em séries históricas de dados observados, originando o Sistema de Classificação Climática (SCC). Algumas classificações climáticas são orientadas por dados relacionados à vegetação, altitude, longitude, latitude e evapotranspiração, incluindo também informações de temperatura e precipitação (SAMPAIO et al. 2011).

No SCC de Köppen foram definidos cinco tipos climáticos para o estado de Minas Gerais: Cwb e Cwa – temperados ou subtropical; Aw - tropical; e BSh e BWh – semiáridos (MARTINS et al. 2018). Conforme o sistema de informações geográficas elaborado por Alvares et al. (2013), que utilizou dados mensais de temperatura e precipitação de 2.950 estações meteorológicas para identificar os tipos climáticos de Köppen no Brasil, a Área de Estudo Local do meio físico está localizada, predominantemente, no clima **Cwb** (**Mapa 6-1**), classificado como clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno, caracterizado por temperatura média do mês mais quente inferior a 22ºC (REIS, 2005).



Mapa 6-1 - Classificação Climática de Koppen para o estado de Minas Gerais.

6.1.1.2. Metodologia

Para a caracterização das condições meteorológicas da Área de Estudo, foram analisadas informações sobre temperatura ambiente, umidade relativa, regime pluviométrico e direção e velocidade dos ventos, utilizando dados históricos de 30 anos (1991 a 2020) das Normais Climatológicas disponibilizadas pela estação meteorológica Belo Horizonte, código 83587, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A definição pelo uso de dados da estação deve-se à sua proximidade com a área de estudo (aproximadamente 8 km) e ao fato de estar localizada na mesma bacia hidrográfica do projeto: rio das Velhas.

Também foram consultadas as precipitações médias mensais de dois pluviômetros operados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), localizados no município de Nova Lima, sendo eles: Vale do Sereno (código 314480501A) e Rodovia MG-30 (código 310620014A).

Complementarmente, foram consideradas informações sobre a direção predominante dos ventos provenientes do Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) - Cenários Atual e Futuro da Mina de Águas Claras, que utilizou dados meteorológicos da estação Ibirité - Rola Moça, de código A555, também operada pelo INMET, relativos a três anos consecutivos (2020 a 2022). Essa estação está localizada a aproximadamente 14 km da Área Diretamente Afetada do projeto (BRANT, 2023).

O **Quadro 6-1** apresenta as principais informações das estações consultadas e a **Mapa 6-1** indica suas localizações.

Quadro 6-1 - Informações de localização das estações meteorológicas utilizadas para caracterização da área de estudo

Nome	Código	Município	Coordenadas UTM – 23S		Altitude	Distância aproximada da ADA	Período de dados analisados
			E	N			
Belo Horizonte	83587	Belo Horizonte	609646	7795436	915,47 m	8 km	1991-2020
Ibirité (Rola Moça)	A555	Belo Horizonte	603411	7784731	1198,82 m	14 km	2020 a 2022
Vale do Sereno	314480501A	Nova Lima	610895	7789606	1120 m	5,4 km	2015 a 2024
Rodovia MG-30	310620014A	Nova Lima	614753	7788080	1023 m	4 km	2015 a 2024

Fonte: INMET e CEMADEN.

Conforme apresentado na edição das “Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020”, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2022), essas normais representam valores médios de variáveis meteorológicas calculados para um período relativamente longo (mínimo de três décadas consecutivas), refletindo as características médias do clima em um determinado local.

6.1.1.3. Caracterização Meteorológica da Área de Estudo do Meio Físico

6.1.1.3.1. Climatologia Local: Análise dos Parâmetros Meteorológicos

6.1.1.3.1.1. Temperatura

O **Gráfico 6-1** apresenta as Normais Climatológicas referentes ao período de 1991 a 2020 para estação meteorológica de Belo Horizonte, contemplando as médias mensais e anuais de temperatura do ar. A maior média mensal é registrada em fevereiro, com 24°C. Os valores mais elevados concentram-se entre os meses de outubro e março, caracterizando o semestre mais quente do ano. Com maior temperatura máxima registrada de 29,1 º C (fevereiro).

Os meses de junho a agosto, que compõem o trimestre mais frio, com a menor média mínima de 15,2 °C (julho).

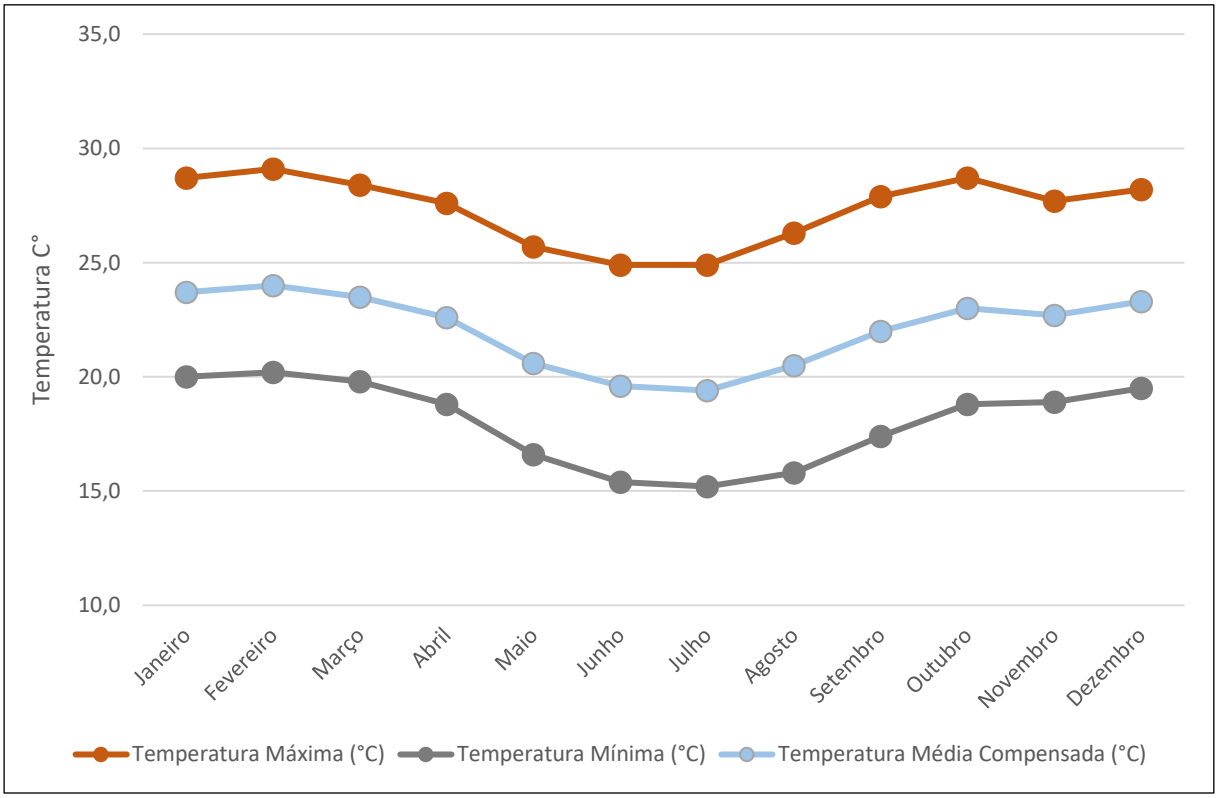


Gráfico 6-1 - Temperatura Média Mensal - Normais Climatológicas (1991 a 2020).

Fonte: Estação meteorológica Belo Horizonte (código 83587) /INMET.

6.1.1.3.1.2. Precipitação e umidade do ar

O **Gráfico 6-2** apresenta os dados de precipitação mensal acumulada e os índices médios de umidade do ar obtidos da estação meteorológica de Belo Horizonte (83587). Complementarmente, são apresentadas as precipitações médias mensais dos pluviômetros Vale do Sereno e Rodovia MG-30, operados pelo CEMADEN.

Embora os dados das estações tenham sido compilados em períodos distintos, conforme apresentado no **Quadro 6-1**,observa-se uma tendência geral semelhante na distribuição das chuvas ao longo dos meses, conforme apresentado no **Gráfico 6-2**.

O regime pluviométrico da região apresenta seu pico entre os meses de novembro e março, período em que se concentram as maiores precipitações anuais. Com precipitações máximas de 339,1 mm registradas em dezembro na estação Belo Horizonte (código 83587). Em contrapartida, nos meses de junho a agosto, os índices pluviométricos são inferiores a 12 mm, com exceção do resultado de 16,25 mm apresentado no mês de agosto no pluviômetro Rodovia MG-30 (310620014A).

Esse comportamento está associado à atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que se intensifica no inverno, deslocando seu núcleo de alta pressão em direção ao litoral brasileiro. Sob essa influência, ocorrem longos períodos de estabilidade atmosférica, caracterizados por dias ensolarados e baixa nebulosidade (NIMER, 1989).

Os meses de abril e outubro configuram-se como períodos de transição sazonal. Abril marca a transição do período chuvoso para o seco, com precipitação média mensal em torno de 80 mm. E outubro, por sua vez, representa a transição do período seco para o chuvoso, sendo caracterizado pelo início das primeiras precipitações significativas, com média mensal de aproximadamente 110 mm.

A umidade relativa do ar apresenta média anual de 63,7%. O mês de dezembro registra os maiores valores, superiores a 70%. Nos períodos do ano onde são registrados os maiores acumulados de chuva e as maiores temperaturas (novembro, dezembro e janeiro), o comportamento da umidade relativa do ar tende a ser mais elevado também. Em contrapartida, os menores índices são observados nos meses de julho (58,4%), agosto (54%), setembro (55,3%) e outubro (59,9%).

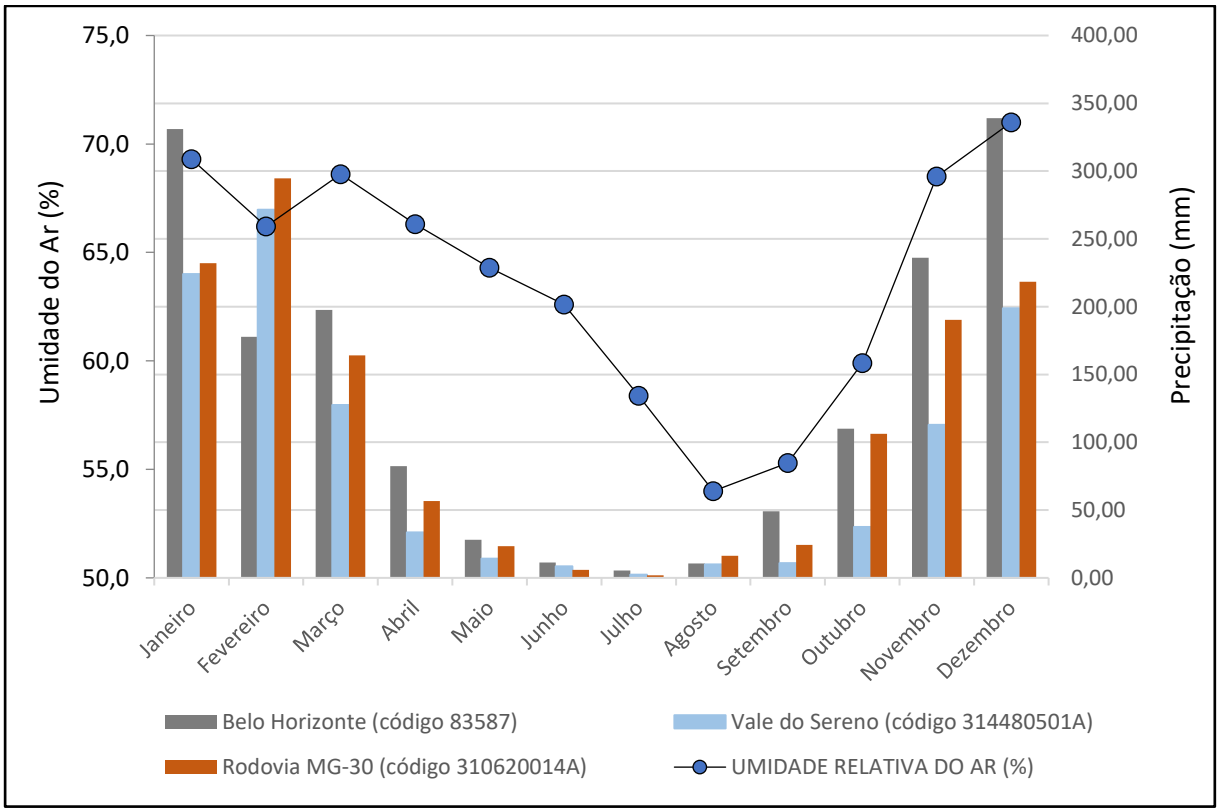


Gráfico 6-2 - Resultados da variação da precipitação mensal acumulada e da umidade relativa do ar.

Fonte: INMET e CEMADEN.

6.1.1.3.2. Intensidade e Direção dos Ventos

Com base no histórico de 3 (três) anos de dados meteorológicos (2020 a 2022) da estação Ibirité - Rola Moça (A555), localizada a aproximadamente 14 km da área das atividades, observou-se que os ventos de superfície predominam do leste, conforme apresentado na **Figura 6-1** (BRANT, 2023).

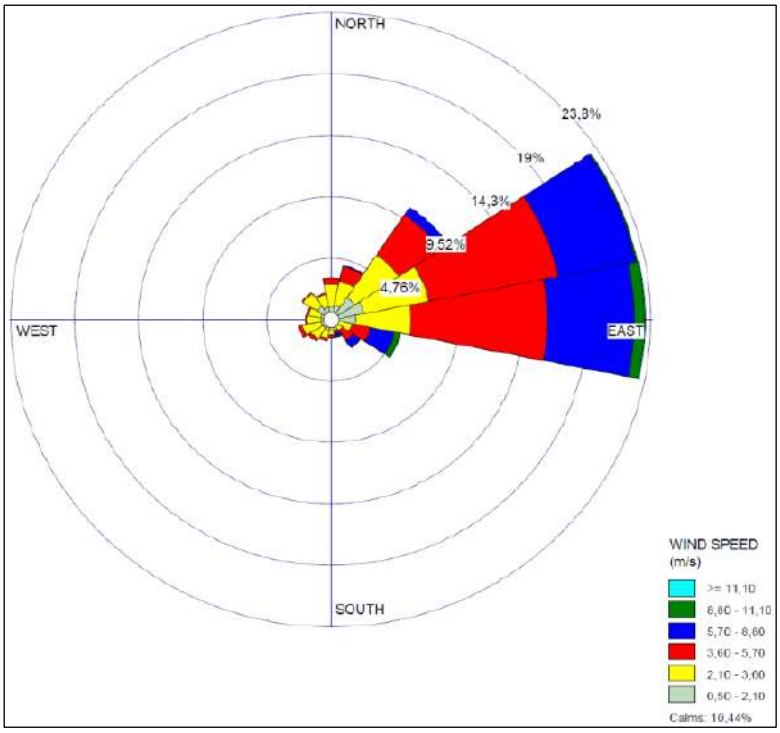


Figura 6-1 - Rosa dos ventos – Estação Ibirité – Rola Moça (BRANT, 2023).

Em relação a velocidade dos ventos:

- 10,4% possuem velocidades inferiores a 0,50 m/s, classificados como ventos calmos, segundo Escala de Beaufort;
- 42,8% são classificados como aragem ou brisa leve (ventos brandos e intermitentes);
- 29,2% correspondem a brisa moderada (capaz de levantar poeira e mover galhos leves).

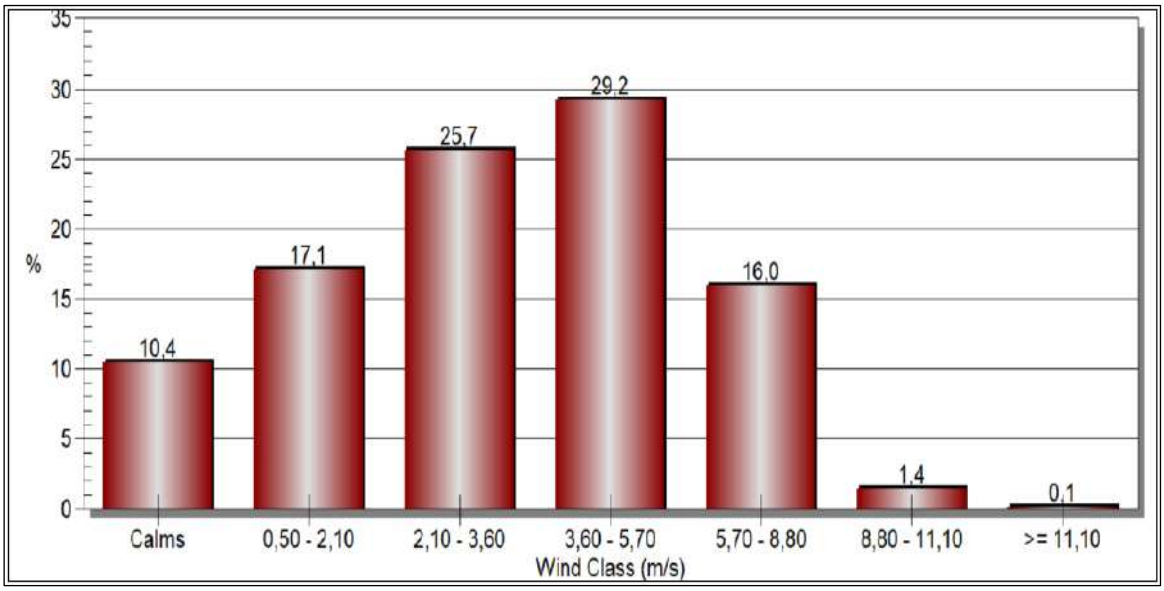


Figura 6-2 - Distribuição da velocidade média dos ventos (BRANT, 2023).

6.1.2. Qualidade do Ar

A qualidade do ar é determinada por diversos fatores, como as emissões atmosféricas, a topografia, o uso e ocupação do solo e as condições meteorológicas. Para garantir uma gestão eficiente, é essencial compreender os níveis de concentração dos poluentes e os processos que influenciam sua dispersão. Essa gestão busca controlar a poluição atmosférica de forma a conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a sustentabilidade ambiental, adotando medidas de prevenção, controle de fontes emissoras e ações voltadas à mitigação de impactos, especialmente sob condições meteorológicas adversas (MMA, 2020).

A avaliação da qualidade do ar constitui etapa essencial nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), pois permite a caracterização do cenário atmosférico de referência anterior à implantação ou ampliação de empreendimentos potencialmente poluidores. Essa análise subsidia a modelagem dos impactos atmosféricos estimados.

6.1.2.1. Metodologia

Foram analisados os relatórios técnicos fornecidos pela Vale S/A, contendo dados sobre as estruturas geotécnicas e as atividades previstas. Além disso, foram considerados o Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) — *Cenários Atual e Futuro da Mina de Águas Claras* (Brant, 2023) — e estudos ambientais de estruturas adjacentes.

O principal objetivo da análise dos projetos das intervenções planejadas para a Mina de Águas Claras (MAC), no âmbito do projeto "Obras para o reforço da Barragem 6, descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e para Incremento do Fator de Segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3", foi identificar as principais fontes de emissão de material particulado nas Áreas de Estudo Regional e Local do Meio Físico.

Complementarmente, realizou-se uma análise espacial com base na interpretação de imagens de satélite, utilizando o software Google Earth Pro, a fim de estimar a distância da Área Diretamente Afetada (ADA) em relação aos núcleos populacionais mais próximos, considerando as direções predominantes dos ventos. O objetivo foi avaliar possíveis correlações entre a direção dos ventos e a localização de áreas urbanas próximas.

6.1.2.2. Resultados

Os resultados preliminares apontam que as atividades possuem potencial de emissão atmosférica, conforme previsto na Caracterização do Empreendimento. As emissões são, predominantemente temporárias e localizadas, decorrentes da movimentação de solo,

operação de máquinas pesadas e tráfego em vias internas não pavimentadas. Os poluentes associados incluem material particulado (MP e PM10), gases de combustão provenientes da queima de óleo diesel (como NOx, CO e hidrocarbonetos), e compostos orgânicos voláteis (VOCs) especialmente nas áreas de abastecimento de equipamentos.

É importante ressaltar que não existem fontes fixas industriais no local. Assim, as emissões são difusas, proveniente das frentes de obra. Essas emissões, por sua vez, podem causar a deposição de partículas em vegetação e solo, gerar incômodos operacionais e riscos à saúde ocupacional.

Contudo, os projetos de intervenção objetos do estudo já contemplam a gestão ambiental desses poluentes por meio de planos ambientais específicos para cada frente de obra, com a adoção de medidas preventivas como controle de poeira, manutenção periódica das frotas e restrições operacionais em condições climáticas desfavoráveis, conforme sintetizado no **Quadro 6-2**.

Quadro 6-2 - Fontes e Medidas de Controle das Emissões Atmosféricas.

Fonte de Emissão	Tipo de Poluente	Origem / Atividade	Medidas de Controle Previstas
Movimentação de solo e brita e tráfego	MP, PM10	Escavação, descarga, compactação	Umectação com caminhão-pipa; execução em dias de menor vento
	MP, NOx	Reconformação de taludes, transporte	Umectação regular, rotas delimitadas, controle visual
Tráfego e operação de equipamentos	Poeira e particulado	Veículos em vias sem pavimento	Controle de velocidade; umectação; vias compactadas
	MP, NOx, CO	Vias internas e escavações	Umectação, manutenção da frota, planejamento de execução
Motores a diesel	NOx, CO, HC, fuligem	Operação de caminhões e rolos	Manutenção preventiva; combustível de qualidade
Abastecimento de máquinas	VOCs	Área de abastecimento e lubrificação	Bacia de contenção; vedação de funil; piso impermeável
Manuseio de solo seco	MP	Escavações, transporte	Cobertura ou umectação de pilhas
Geradores e motobombas a diesel	CO, NOx, MP	Sistema de rebaixamento freático	Manutenção preventiva; posicionamento ventilado dos equipamentos
Escavação, reconformação e transporte	MP, PM10, NOx, CO	Movimentação de solo e tráfego de máquinas	Umectação com caminhão-pipa, manutenção de equipamentos e cobertura vegetal

Fonte de Emissão	Tipo de Poluente	Origem / Atividade	Medidas de Controle Previstas
Motosserras e tráfego leve	CO, NOx, MP	Corte de árvores e circulação de veículos	Uso controlado de equipamentos; manutenção; tempo curto de operação
Montagem de gabiões e tráfego leve	MP, NOx, CO	Escavação localizada e descarga de brita	Umectação;

Fonte: Caracterização do Empreendimento – CE (Concremat, 2025). Síntese das atividades do presente estudo.

O Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) — *Cenários Atual e Futuro da Mina de Águas Claras* (Brant, 2023) — indica que, atualmente, não há mais operações de lavra ou beneficiamento de minério de ferro na Mina de Águas Claras (MAC). As atividades em curso concentram-se em obras de estabilização de taludes e da cava, contenção, adequação e correção de drenagens, abertura e manutenção de acessos, manutenção e monitoramento das estruturas geotécnicas, além da umectação de vias, as quais foram consideradas no estudo de dispersão atmosférica.

A movimentação de veículos no interior da área da atividade permanece como a principal fonte de poluentes atmosféricos. Apesar dos inventários terem sido elaborados com base no princípio da precaução, os resultados da modelagem indicam concentrações significativamente inferiores aos limites máximos estabelecidos na legislação vigente. Nesse contexto, o EDA (Brant, 2023) não recomendou a implantação de uma rede de monitoramento da qualidade do ar durante a fase de fechamento da Mina de Águas Claras.

Dessa forma, não se esperam impactos significativos na qualidade do ar nas áreas próximas à ADA do projeto. Considerando a eficácia das medidas de controle propostas, este estudo conclui que não se justifica a realização de um diagnóstico detalhado da qualidade do ar, uma vez que os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 506/2024 tendem a ser atendidos localmente.

6.1.3. Ruído Ambiental e Vibração

Durante a execução das obras previstas para o projeto em questão, são esperadas atividades capazes de gerar emissões sonoras e vibrações, especialmente nas etapas de descaracterização e estabilização das estruturas geotécnicas, movimentação de máquinas e operação de equipamentos.

Ressalta-se que, embora essas emissões estejam previstas, os projetos já contemplam a devida gestão das obras e a implementação de controles adequados sobre as fontes emissoras.

A geração de vibrações, contínuas ou intermitentes, é esperada principalmente em função da circulação de veículos de grande porte na ADA, como escavadeiras, motoniveladoras, rolos compactadores vibratórios e caminhões basculantes. No entanto, devido à atenuação natural dessas vibrações com a distância, espera-se que elas se propaguem apenas no interior da ADA.

A propagação sonora segue o comportamento típico de atenuação com a distância, sendo mais intensa nas proximidades das fontes emissoras e diminuindo gradualmente até alcançar níveis pouco perceptíveis nos receptores mais distantes. No caso deste projeto, o receptor mais próximo está situado na porção sul-sudoeste, em área residencial do município de Nova Lima, a aproximadamente 1 km da área da barragem B5, separada por uma barreira topográfica natural e por faixa de vegetação com cobertura florestal.

No tocante às atividades geradoras de vibração, destaca-se a importância da escolha de equipamentos com menor potencial de geração vibracional, a fim de evitar interferências nas estruturas geotécnicas, conforme descrito na Caracterização do Empreendimento (CE) deste Estudo de Impacto Ambiental.

A caracterização das principais fontes de ruídos e vibrações apresentadas na CE aponta que as emissões acústicas e vibroacústicas foram associadas, principalmente, às atividades de escavação, transporte, compactação e operação de sistemas auxiliares nos canteiros.

Não foram utilizados explosivos, perfurações em rocha ou equipamentos de alto impacto vibracional, o que limitou significativamente a propagação de ruídos ou trepidações para além do raio operacional direto das atividades.

As principais fontes de ruído e vibração nas diferentes estruturas intervenientes, considerando os níveis estimados de pressão sonora e o potencial de propagação vibracional apontados na CE, estão apresentadas no **Quadro 6-3**.

Quadro 6-3 - Fontes de Ruídos e Vibrações nas Estruturas Intervencionadas.

Fonte / Atividade	Equipamento / Processo	Ruído Estimado [dB(A)]	Potencial de Vibração e Medidas de Controle
Movimentação de solo	Escavadeiras, pás carregadeiras	80–90	Baixo a moderado; operação em horário diurno e manutenção preventiva
Compactação de taludes	Rolo compactador vibratório	85–95	Moderado a alto; ciclos limitados e compatibilidade com o tipo de solo
Escavação e transporte	Escavadeiras, motoniveladoras, caminhões fora de estrada	75–95	Vibração localizada; controle com manutenção, monitoramento e barreiras naturais
Estabilização de platôs	Compactadores, tratores, caminhões	80–92	Vibração pontual em áreas de compactação dinâmica e deslocamento sobre taludes
Reconformação e drenagem	Escavadeiras, tratores, caminhões, rolos vibratórios	78–90	Baixo a moderado; operação controlada, sem uso de explosivos ou perfuração de rocha
Apoio operacional e oficinas	Geradores, bombas, serras, compressores	70–80	Encapsulamento parcial, afastamento de áreas sensíveis e controle de horários
Supressão de indivíduos arbóreos	Motosserras e ferramentas manuais	75–85	Baixo; emissão localizada e de curta duração. Sem vibração relevante
Montagem de gabiões e escavação leve	Escavadeira hidráulica, caminhão basculante	78–88	Baixo; sem compactação vibratória. Atividades secas, localizadas e temporárias

Fonte: Caracterização do Empreendimento – CE (Concremat, 2025). Síntese das fontes de ruídos e vibrações nas estruturas intervencionadas.

Para a área de mineração e suas atividades industriais, onde a comunidade mais próxima se encontra a cerca de 1 km, os níveis de ruído ambiental devem seguir os parâmetros da NBR 10151:2019. Essa norma estabelece limites mais permissivos para áreas industriais do que para regiões rurais ou residenciais. Geralmente, para uma área industrial de mineração, pode-se considerar limites em torno de 70 dB(A) no período diurno e 60 dB(A) no período noturno, conforme as diretrizes para zonas predominantemente industriais.

No que se refere à vibração, a NBR 9603:2015 é a referência para avaliação de vibrações em edificações, e os critérios da CONAMA, ou legislações estaduais como a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008, podem estabelecer limites específicos para vibrações geradas por atividades industriais, visando a integridade estrutural de edificações e o conforto dos trabalhadores na área.

É fundamental que o projeto inclua controles contínuos de ruído e vibração nas áreas operacionais e em seus limites, para assegurar que as atividades estejam em conformidade com as normas técnicas e regulamentações vigentes. Mesmo com a ausência de comunidades no entorno imediato, a conformidade é essencial para a saúde ocupacional e para evitar potenciais impactos em receptores sensíveis, caso existam, mesmo que mais distantes, e para a própria gestão ambiental da mina.

6.1.4. Geologia e Geotecnia

6.1.4.1. Metodologia

Para a caracterização geológica em nível regional e local do projeto, foram consultadas referências técnicas clássicas e artigos científicos sobre o Quadrilátero Ferrífero, incluindo Castro et al. (2020), Cavalcanti (2020), Endo (1997), o Repositório Institucional de Geociências (RIGeo), entre outras fontes, além de relatórios técnicos fornecidos pela Vale S/A.

Os aspectos geotécnicos das estururas foram descritos com base em documentos técnicos fornecidos pela VALE. A partir dos quais foi possível realizar a descrição das unidades geológico-geotécnicas, e dos processos erosivos, anomalias, e ocorrências registradas em cada uma das estruturas. Bem como descrever um breve histórico das intervenções e construções das estruturas.

6.1.4.2. Contextualização Regional

O projeto objeto do estudo está localizado no limite norte do Quadrilátero Ferrífero (QF).

O QF, localizado no centro-sul de Minas Gerais, abrange cerca de 7.000 km², é uma das principais províncias metalogenéticas do Brasil. Trata-se de uma província geológica do período Pré-Cambriano, de relevância internacional devido aos abundantes depósitos de ouro e ferro (AZEVEDO et al., 2012).

O QF constitui-se de uma sequência vulcanossedimentar do tipo *Greenstone Belt*. Esse domínio é geologicamente complexo, com predomínio de litologias sedimentares e vulcânicas, sustentando terrenos acidentados, colinosos e tabuleiros (MACHADO & SILVA, 2010).

Esta província geológica é formada da base para o topo, pelas unidades geológicas: Embasamento Cristalino; Supergrupo Rio das Velhas; Supergrupo Minas; Supergrupo Estrada Real; Suítes Intrusivas e as coberturas sedimentares representadas pelos depósitos terciários e quaternários.

A seguir as unidades litodêmicas e litoestratigráficas do QF (ENDO *et al*., 2020):

I. **Complexos Metamórficos**: constituídos de gnaisses bandados ou não, migmatitos, granitoides, anfibolitos e corpos máficos/ultramáficos;

II. **Supergrupo Rio das Velhas**: constituído por rochas metassedimentares clásticas e químicas, metavulcanoclásticas e por rochas metavulcânicas félsicas, máficas e ultramáficas;

III. **Supergrupo Minas**: constituído por rochas metassedimentares clásticas e químicas;

IV. **Supergrupo Estrada Real**: constituído por rochas metassedimentares clásticas e químicas e por rochas metavulcânicas félsicas, máficas e ultramáficas;

V. **Grupo Barbacena**: constituído por rochas metassedimentares clásticas e químicas e por rochas metavulcânicas máficas e ultramáficas;

VI. **Supergrupo Espinhaço**: constituído majoritariamente por metarenitos e metaconglomerados;

VII. **Unidades sedimentares**: correspondentes às coberturas do Paleógeno ao Holoceno, constituídas por sedimentos terrígenos.

A **Figura 6-3** representa a coluna estratigráfica do QF, com destaque para as unidades litoestratigráficas observadas na área do projeto.

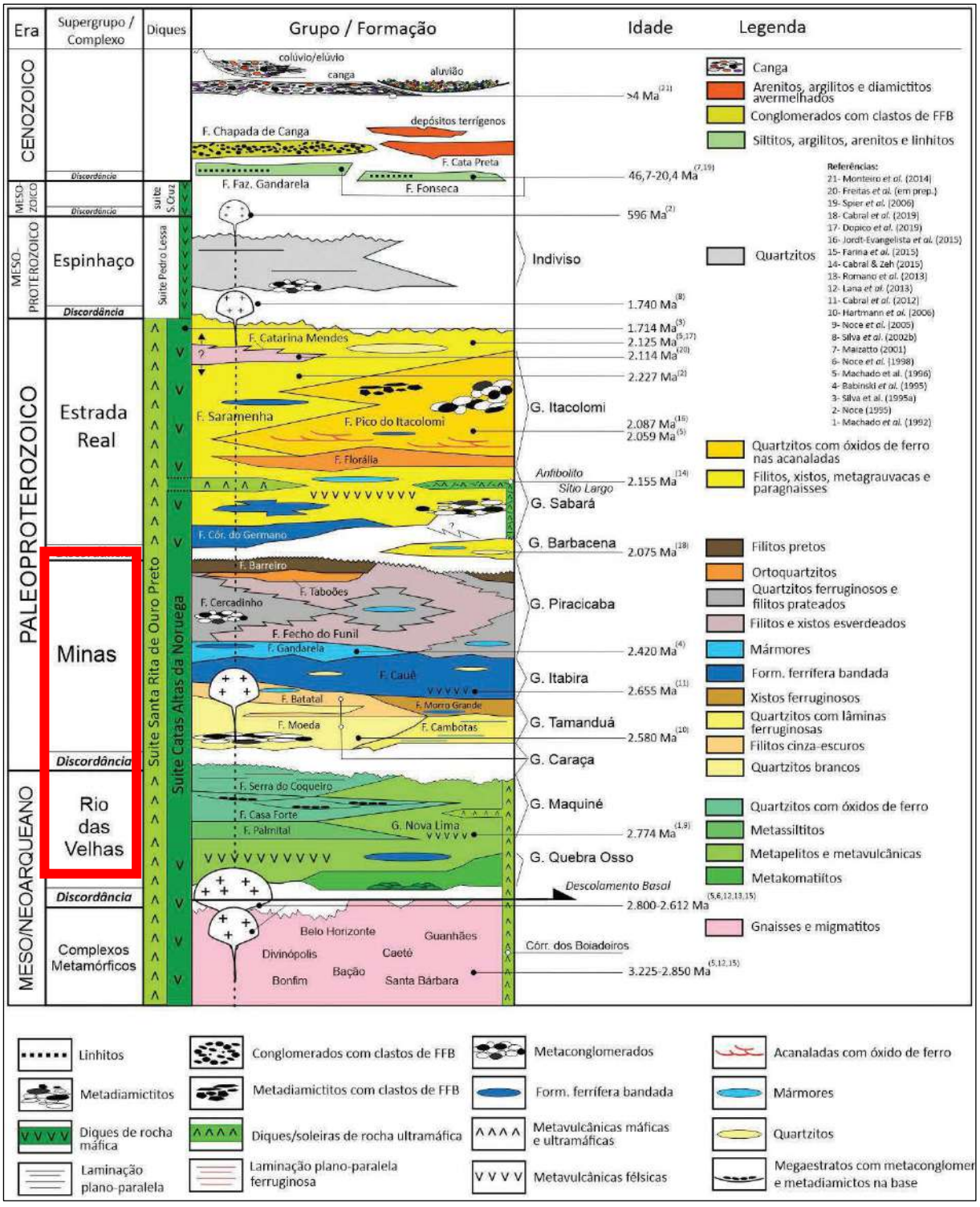


Figura 6-3 - Coluna Estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero, com destaque em vermelho para as unidades presentes na área do projeto.

Fonte: Adaptado de Endo et al. 2019b apud Castro et al (2020).

As unidades litológicas do QF foram submetidas a múltiplos episódios de deformação e metamorfismo de baixo a médio grau. Estruturalmente, essas rochas encontram-se organizadas em dobras de diferentes gerações e estilos, refletindo distintos eventos tectônicos que afetaram a região, como as nappes Curral e Ouro Preto, relacionadas à Orogênese Transamazônica, bem como estruturas de terceira geração, vinculadas à Orogênese Brasiliana (ENDO et al., 2020).

O projeto está inserido no contexto geoestrutural do Nappe Curral (**Figura 6-4**). Segundo Endo et al (2020), trata-se de uma megadobra alóctone, com vergência para norte, que domina o cenário estrutural da porção ocidental do QF. O flanco inverso dessa Nappe é representado pela sequência Minas que se dispõe na serra do Curral, em posição estratigráfica invertida. O seu núcleo é ocupado pelas unidades do Supergrupo Rio das Velhas. O flanco normal da nappe se encontra redobrado formando o sinclinal Moeda, o qual na direção sul, se encontra recoberto pela nappe Ouro Preto e por dobras subsidiárias (ENDO *et al*., 2020).

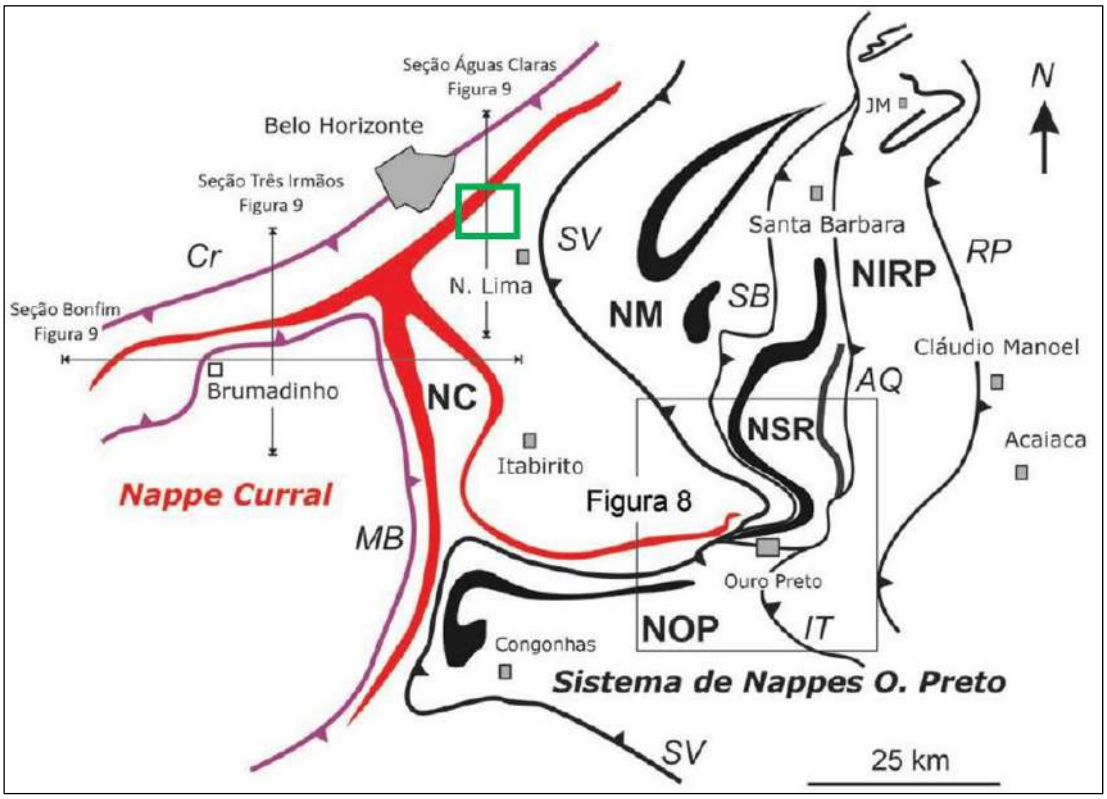


Figura 6-4: Mapa esquemático de articulação do sistema de nappes do Quadrilátero Ferrífero e as principais falhas/zonas de cisalhamento, com a localização aproximada do projeto assinalada em verde.

Nota: Nappes: NC- Nappe Curral, NM- Nappe Maquiné, NSR- Nappe Santa Rita, NIRP- Nappe Itabira-Rio Piracicaba, NOP- Nappe Ouro Preto. Falhas: SB- São Bento, AQ- Água Quente, RP- Rio Piracicaba, IT- Itacolomi, Cr- Curral. Zonas de cisalhamento: MB- Moeda Bonfim (descolamento basal da Nappe Curral), SV-São Vicente (descolamento basal do Sistema de Nappes Ouro Preto). Em verde, localização aproximada do projeto.

Fonte: Adaptado de Castro *et al* (2020).

6.1.4.3. Contextualização Local

O **Quadro 6-4** apresenta a sobreposição da Área de Estudo Local do Meio Físico (AELMF) em relação às cartas geológicas e de recursos minerais SE.23-Z-C-VI-3-SO - Belo Horizonte e SE.23-Z-C-VI-3-SE - Nova Lima, ambas na escala 1:25.000 (CPRM, 2020).

A AEL é composta por dez unidades litológicas principais descritas abaixo da base para o topo:

Supergrupo Rio das Velhas - Grupo Nova Lima:

- Formação Morro Vermelho

  A unidade Morro Vermelho ocorre na extremidade sudeste da Área de Estudo Local. Esta é caracterizada pela abundância de formações ferríferas e de metachert intercalados ou não com metabasaltos toleiíticos e komatiíticos e filitos carbonosos. Em proporções subordinadas ocorrem rochas metaepiclásticas finas e rochas metavulcânicas de provável composição intermediária (Arcadis, 2023).

  As rochas metavulcânicas básicas correspondem a basaltos transformados em (clorita)-(epidoto)-actinolita xisto, epidoto-actinolita xisto, (quartzo)-(carbonato)-(plagioclásio)-(epidoto)-(actinolita)-clorita xisto e clorita-plagiclásio xisto. As rochas metavulcânicas intermediárias são representadas por carbonato-plagioclásio xisto e quartzo-epidoto-clorita xisto com titanita. Os sedimentos epiclásticos correspondem a quartzo-clorita-mica xisto e micaxisto de fonte vulcanogênica. As formações ferríferas têm micro e mesobandas de quartzo recristalizado em mosaico, alternadas com micro e mesobandas de opacos (magnetita martitizada e sulfetos). Ocorrem também bandas de carbonato siderita com ankerita subordinada. O metachert distingue-se pelo franco predomínio de quartzo e ausência de bandamento (Arcadis, 2023).

- Formação Mestre Caetano / Lapa Seca (*)

  A unidade Mestre Caetano perpassa a Área de Estudo Local na direção sudoeste-nordeste, em sua porção central. Esta caracteriza-se pelo predomínio de metagrauvacas vulcanogênicas com intercalações subordinadas de metapiroclásticas, metapelitos e metassedimentos químicos (formação ferrífera quartzosa e xisto carbonático). Apresenta níveis localizados de metaconglomerados com estratificações dos tipos gradacional e cruzada acanalada de pequeno porte (Arcadis, 2023).

O contato com as demais unidades do Grupo Nova Lima, onde observado, é tectônico. O contato ocidental com as supracrustais do Supergrupo Minas (Grupo Caraça Indiviso) também é tectônico, com empurrão de leste para oeste em rampa lateral (Arcadis, 2023).

(*) O termo 'lapa seca' refere-se a um conjunto variado de produtos hidrotermais, dominado por dolomita, contendo moscovita, quartzo e albita, ocorrendo ainda tipos sulfetados ricos em ouro. Resulta da alteração hidrotermal de rochas vulcânicas e/ou vulcanoclásticas, entre os quais a distinção mineralógica e textural não é sempre clara. Hospeda ouro no depósito Morro Velho (Lobato et al. 2001).

- Formação Ribeirão do Brumado

A Formação Ribeirão do Brumado, ocorre na região central da Área de Estudo Local, e é caracterizada por uma sequência metavulcanossedimentar com predominância de metassedimentos arenosos, intercalados por metapelitos e metavulcanoclásticos subordinados. Essa formação é parte da base do *greenstone belt* Rio das Velhas e hospeda depósitos de ouro orogênicos (Arcadis, 2023)

A unidade é composta por dois membros: Membro Ribeirão do Gaia - caracterizado por uma sequência de rochas metavulcanossedimentares, como quartzitos, filitos e metacherts, além de rochas intrusivas de composição variada; e Membro Ribeirão Comprido – caracterizado por rochas metassedimentares e metavulcanossedimentares submetidas a processos metamórficos de grau baixo a médio, resultando em xistos, quartzitos, filitos e rochas ferríferas bandadas. O Membro Ribeirão Comprido é conhecido por seus depósitos de minério de ferro, especialmente na forma de itabiritos, e também por conter zonas de cisalhamento que podem estar associadas à mineralização aurífera.

Supergrupo Minas – Grupo Caraça:

- Formação Moeda

A Formação Moeda ocorre em uma estreita faixa de direção aproximada sudoeste-nordeste na porção noroeste da Área de Estudos Local, estabelecendo contato a sul com a unidade Mestre Caetano e a norte com a Formação Batatal. Conforme Dorr (1969), a unidade é caracterizada pelos sedimentos clásticos inferiores do Supergrupo Minas que repousam em discordância sobre o Supergrupo Rio das Velhas. Sua ocorrência está condicionada às principais estruturas do QF, aflorando caracteristicamente em morfologias escarpadas.

Datações de zircões detríticos indicam o início da sedimentação da Formação Moeda por volta 2.600 Ma. Em sua seção tipo, situada na serra da Moeda, é constituída de três membros (WALLACE, 1958): Membro Inferior (membro 1) - composto de quartzito sericítico, fino a grosseiro, com lentes de conglomerado, presentes em todo o membro, com extensão lateral que não ultrapassa 100 metros; Membro Intermediário (membro 2) - composto de filito arenoso; Membro Superior (membro 3) - composto de quartzito sericítico de granulometria fina a grossa com lentes de filito arenoso (Arcadis, 2023).

- Formação Batatal

A Formação Batatal ocorre na porção noroeste da Área de Estudo Local, em uma estreita faixa de direção sudoeste- nordeste, estabelecendo contato a sul com a Formação Moeda e a norte com a Formação Cauê. É constituída de filitos sericíticos, filitos grafitosos, e localmente contém quantidades significativas de clorita e material carbonático. Ocorrem intercalações de metachert e delgadas lentes de hematita (itabiritos) no topo desta formação. Tem espessura de 30 m na área tipo, no entanto sua espessura é normalmente superior a 50 m (Arcadis, 2023).

Supergrupo Minas – Grupo Itabira:

- Formação Cauê

A Formação Cauê encontra-se localizada em uma faixa distribuída aproximadamente na direção sudoeste-nordeste na porção noroeste da Área de Estudo Local, acompanhando o alinhamento da Serra do Curral. Esta é constituída de itabiritos com lentes subordinadas de dolomito, hematita compacta e friável, filitos e mármore. Segundo Dorr e Barbosa (1963) o itabirito é uma formação ferrífera fácies óxido, laminada e metamorfisada, onde o chert ou jaspe original foram recristalizados num quartzo granular e o ferro em hematita, magnetita ou martita. Dorr *et al*. (1959) sugerem uma espessura média de 250 m para essa formação, que pode chegar até mais de 1.000 m. As partes mais intemperizadas da unidade são friáveis e liberam os constituintes mineralógicos com relativa facilidade, contrastando com a rocha fresca, extremamente dura e compacta (DORR, 1969; SILVA *et al*., 2005).

Coberturas Sedimentares Recentes:

- Depósitos Elúvio-Coluvionares (canga)

Na Área de Estudo Local as ocorrências de coberturas sedimentares são representadas por depósitos elúvio-coluviais formados a partir do intemperismo das unidades geológicas presentes. Desta forma, estas correspondem a cangas e formações ferríferas detríticas

cimentadas por limonita. Conforme mapeamento analisado, as coberturas sedimentares se localizam predominantemente na porção noroeste da área de estudo, acompanhando o alinhamento da Serra do Curral.

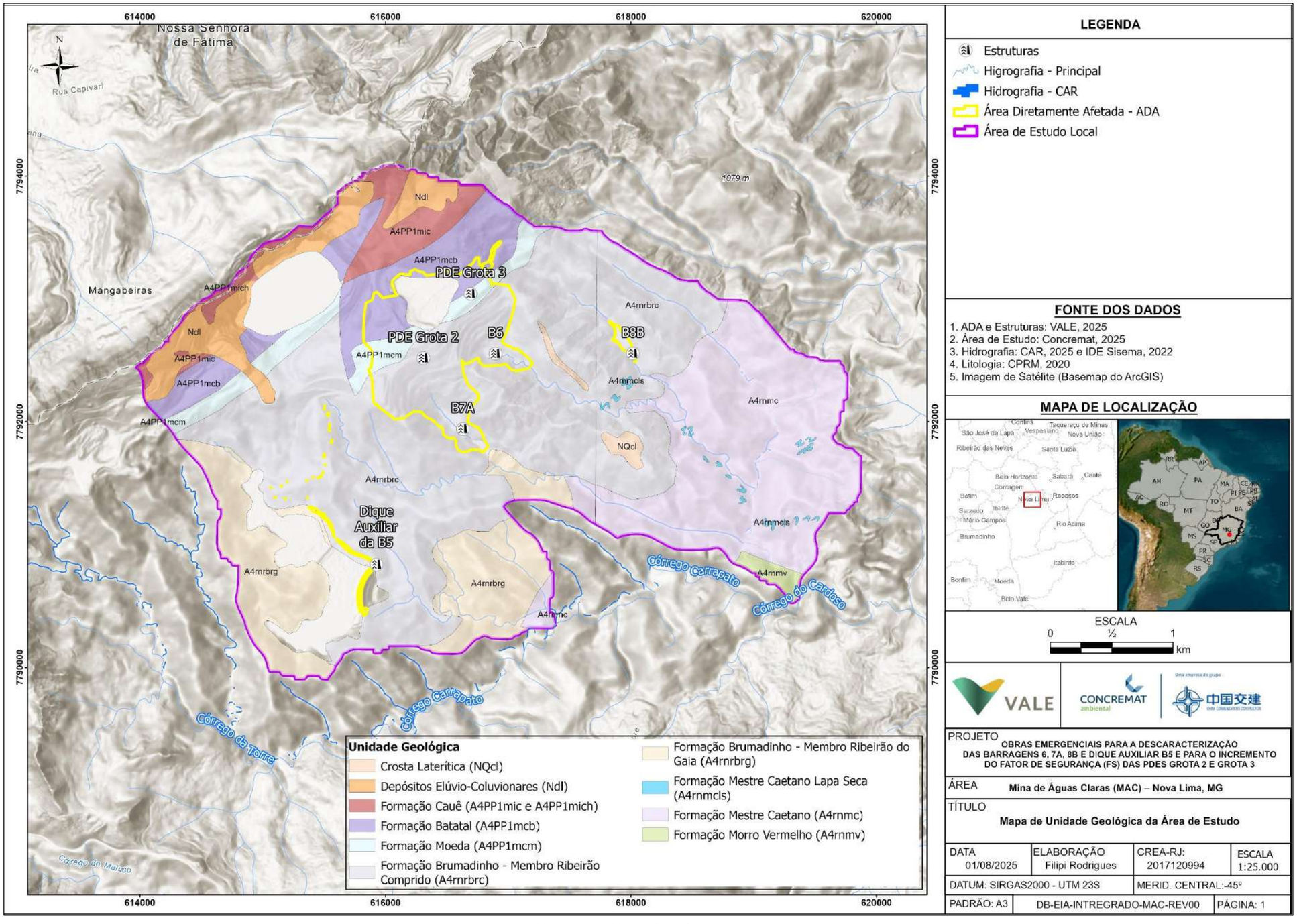
- Crosta Laterítica

A crosta laterítica ocorre pontualmente no setor centro-leste da Área de Estudo Local. É caracterizada por uma formação superficial resultante de processos de intemperismo e pedogênese policíclicos, atuando sobre rochas pré-existentes. Apresenta óxidos e hidróxidos de ferro, além de outros minerais como caulinita, gibbsita e minerais de titânio. A sua formação está ligada à evolução da paisagem e do relevo, com destaque para a ação do intemperismo químico que leva à remoção de elementos solúveis e ao enriquecimento em minerais resistentes.

As unidades citadas acima estão descritas de forma resumida no **Quadro 6-4,** apresentando a sequência estratigráfica da base para o topo.

Quadro 6-4 - Unidades estratigráfica da Área de Estudo Local do Meio Físico (AELMF) do projeto.

Supergrupo	Grupo	Formação / Sigla	Membro / Sigla	Litologia	Quantitativos (AELMF)
					Área (ha)
Supergrupo Rio das Velhas	Nova Lima	Morro Vermelho (A4rnmv)	-	Filitos, xistos, serpentinitos, metachert e formações ferríferas bandadas	8,92
		Mestre Caetano (A4rnmc)	-	Xistos, formação ferrífera bandada e filitos carbonosos	283,37
		Mestre Caetano Lapa seca (A4rnmcls)	-	Mica-quartzo-carbonato xisto	3,78
		Ribeirão do Brumado (A4rnrb)	Ribeirão do Gaia (A4rnrbrg)	Filitos de diferentes composições e filitos carbonosos	173,51
			Ribeirão Comprido (A4rnrbrc)	Quartzitos, metasiltitos, metapelitos e filitos carbonosos	647,16
Supergrupo Minas	Caraça	Moeda (A4PP1mcm)	-	Quartzito, filitos e conglomerados	50,10
		Batatal (A4PP1mcb)	-	Filitos serecíticos, carbonosos	104,49
	Itabira	Cauê (A4PP1mic e A4PP1mich)	-	Itabiritos, dolomitos, filitos, xistos e corpos de hematita	52,10
Cenozoico	Coberturas Fanerozoicas	Depósitos Elúvio-Coluvionares (Ndl)	-	Capeamento limonítico com seixos	71,61
		Crosta laterítica (NQcl)	-	Solo laterítico residual, material areno-argilosos	9,30
				Área Total	**1404,34**



Mapa 6-2 - Mapa Geológico local.

(Fonte: Adaptado de Baltazar *et al*. In Codemig, 2005)

Depósitos Antrópicos:

Os Depósitos Antrópicos encontram-se sobrepostos às unidades descritas acima e estão inseridos na Área Diretamente Afetada. Englobam sete materiais distintos, sendo eles: Massa Rompida da Pilha, Aterro de Material Lançado, Sedimento, Enrocamento, Maciço do Barramento, Pilha de Estéril Grota 2 e 3; e Área de Disposição de Material Excedente (ADME). A descrição dos depósitos antrópicos está detalhada no item 6.1.4.4 abaixo.

6.1.4.4. Aspectos Geotécnicos das Estruturas

As descontinuidades observadas, principalmente foliações, xistosidades, falhas, fraturas e irregularidades verticais de litologias conferem distintas características geomecânicas, hidráulicas e de resistência à erosão aos solos residuais e rochas da região. Estas características exercem influência na ocorrência e distribuição de processos de dinâmica superficial (erosão, movimentos de massa etc.). Bem como na expressiva heterogeneidade do perfil de intemperismo, o que pode condicionar, por exemplo, a existência de blocos e/ou matacões em meio ao manto de alteração. Consequentemente, esses condicionantes geológico-geotécnicos podem gerar implicações na estabilidade de taludes de corte, fundação e ombreiras de estruturas geotécnicas.

A seguir, são destacadas as potencialidades e limitações das unidades geológico-geotécnicas encontradas na região em estudo, com base em MACHADO & SILVA (2010) e nos mapeamentos geológicos locais realizados.

- Solos residuais apresentam variações significativas no comportamento geotécnico em função do grau de intemperismo, sendo subdivididos em solos residuais jovens quando preservam estruturas reliquiares e solos residuais maduros quando mais alterados e homogêneos;
- Solos residuais jovens, também conhecidos como saprólito, preservam planos de fraqueza da rocha subjacente, como a foliação. Essa característica confere comportamento anisotrópico ao material, resultando em menor resistência ao cisalhamento na direção paralela aos planos de foliação e maior resistência em direção perpendicular, sendo efetivamente relevante na análise de estabilidade de taludes e fundações;
- Solos residuais maduros possuem um grau de intemperismo mais avançado, sem influência de estruturas reliquiares. Portanto, apresentam um comportamento mecânico mais isotrópico e adequado para suportar cargas aplicadas;

- Fraturas e estruturas planares como foliação e xistosidade, quando possuem direção e ângulo de mergulho desfavoráveis, possibilitam a percolação de água pela fundação e ombreiras das estruturas;
- Devido ao intenso fraturamento e dobramento presentes nos maciços e à variabilidade no padrão de mergulhos dos estratos, as litologias apresentam alto potencial para ocorrência de desplacamento e queda de blocos em taludes de corte;
- Metassedimentos síltico-argilosos xistosos apresentam maior potencial para movimento de massa e podem se apresentar instáveis em taludes de corte, em função de os planos de xistosidade funcionarem como descontinuidades;
- Os solos residuais de xistos e filitos, quando bem evoluídos e com composição mais argilosa, possuem baixa erodibilidade natural e boa estabilidade em taludes de corte, além de capacidade de suporte média a alta. Quando predominam as frações silte e/ou areia fina, a erodibilidade aumenta;
- Os itabiritos friáveis têm granulometria siltosa a arenosa fina e são pouco resistentes, sendo muito suscetíveis a processos erosivos;
- Nas áreas com presença de rochas ferríferas, como canga, formação ferrífera bandada, itabirito, hematita compacta e laterita, bem como rochas calcárias como o dolomito, é comum a ocorrência de cavidades subterrâneas com alto potencial de colapso, sendo consideradas áreas de risco geológico para ocupação humana;
- A laterização, processo que ocorre na região, é definida como a alteração intempérica que consiste na lixiviação de elementos solúveis alcalinos, alcalino-terrosos e sílica da rocha matriz e precipitação dos elementos insolúveis, principalmente ferro e alumínio, na forma de óxidos e hidróxidos. Na consolidação do material por perda de água dos hidróxidos ganha-se resistência mecânica. Nos estágios intermediários do processo formam-se solos avermelhados, ricos em ferro e alumínio na fração argila, denominados solos lateríticos. Quando a laterização é quase total, o solo se chama laterita e após desidratação originam-se crostas, cangas e concreções limoníticas (ricas em Fe_2O_3) e bauxitas (ricas em Al_2O_3);
- Cangas formam uma cobertura superficial endurecida rica em hidróxidos de ferro e alumínio, principalmente a limonita. Formam uma capa heterogênea, constituída de fragmentos de granulometria variável de hematita compacta ou itabirito, cimentados por goethita. Possui grau de resistência elevado, sendo química e fisicamente resistente aos processos intempéricos e erosivos;

- Os maciços iniciais das barragens e pilhas e seus reforços, por se tratar de unidades antrópicas, apresentam características geotécnicas heterogêneas, variando não só na comparação entre barragens, mas também dentro de um maciço único. Tais heterogeneidades podem ser atribuídas, entre outros fatores, à execução das estruturas em diferentes períodos ao longo do tempo, uma vez que a vida útil das estruturas estudadas se estendeu por décadas, o que resulta na utilização de diferentes materiais de empréstimo e metodologias construtivas. Dessa forma, para estas unidades é importante que o comportamento geotécnico seja avaliado caso a caso. A distribuição das unidades antrópicas em cada estrutura, serão apresentadas nos itens a seguir.

A caracterização geotécnica do projeto, incluindo detalhes das estruturas, parâmetros geotécnicos utilizados e o resultado das análises de estabilidade na condição atual e na condição pós-obras, encontra-se no Capítulo de Caracterização do Empreendimento.

6.1.4.4.1. Dique Auxiliar da Barragem 5

No presente tópico é descrito o contexto geológico-geotécnico local do Dique Auxiliar da Barragem 5, apresentado no documento RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022). O Dique Auxiliar da Barragem 5 foi construído em diferentes etapas construtivas, que ocorreram em 1989 e 1999, quando foram implantados respectivamente, o maciço de partida (denominado Dique Auxiliar 1) e o segundo alteamento (Dique Auxiliar 2). O maciço de partida foi construído com zoneamento dos materiais filito, itabirito, canga e outros (RL-1850AC-X-80369_rev1 - DF+, 2022).

Sobre a crista do segundo alteamento do Dique Auxiliar, foi implantada, em 2000, uma estrutura em gabião caixa, com 2 metros de altura, aproximadamente (RL-1850AC-X-00895 apud RL-1850AC-X-80369_rev1 - DF+, 2022). Na seção central da estrutura em gabião, o coroamento foi rebaixado de forma a funcionar como vertedouro, permitindo a passagem das cheias de projeto.

Em 2019, já no contexto do projeto de descaracterização, foi executada uma berma de reforço a jusante do Dique Auxiliar, conforme ilustrado pela **Figura 6-5**, de forma a promover melhoria das condições de estabilidade. A estrutura de reforço foi projetada com 17,0 m de largura e 2,0 m de altura, composta por lastro na base, camadas drenantes em areia e brita, e aterro na porção superior. Vale ressaltar que o aterro foi apenas esteirado, uma vez que não existiam condições favoráveis à compactação durante sua construção (RL-1850AC-X-80369_rev1 - DF+, 2022). Nesse mesmo contexto, destaca-se que também foi executado um aterro de conquista para execução de investigações adicionais, relacionadas ao projeto de descaracterização.

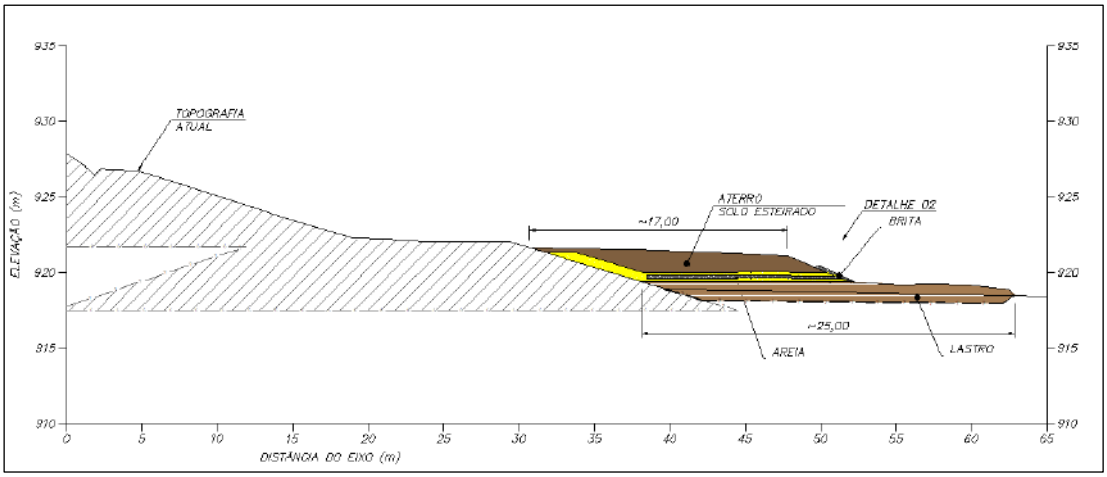


Figura 6-5 - Seção típica da berma de reforço – Projeto Executivo 2019.

Fonte: 1850AC-X-04422 apud RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

Quanto à fundação do Dique Auxiliar, destaca-se que, durante campanha de investigações complementares, para subsidiar o projeto de descaracterização (Capítulo 4, item **4.7.2.1**), foi identificada a presença de uma camada de lastro com espessura variável, atingindo até 8,0 metros de profundidade. Tem-se que, à época, a adoção de uma espessura significativa de lastro foi proposta para que, em eventual ruptura do dique, a falha ocorresse por afundamento (RL-1850AC-X-80369_rev1 - DF+, 2022). Quanto à caracterização do lastro, destaca-se que esta unidade possui percentual significativo de pedregulhos (em média 25%), conforme descrito no RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

Adicionalmente, foi possível observar que o rejeito possui características de material contrátil, e apresenta razão de resistência não drenada muito baixa, inferior à comumente encontrada em estruturas semelhantes (RL-1850AC-X-80344 apud RL-1850AC-X-80369_rev1 - DF+, 2022).

Em relação aos demais materiais presentes na região do Dique Auxiliar da Barragem 5 e seu entorno, pontua-se que as informações foram extraídas do documento RL-1850AC-X-80418_Rev_1 (Walm, 2025). Nesse cenário, a presença de solos coluvionares foi constatada, durante mapeamento de campo, principalmente em áreas com vegetação elevada. Esta unidade apresenta coloração variando de marrom a avermelhada, possui raízes e folhas, e textura argilosa a siltosa. Além disso, foram observados núcleos de argila e pedra de mão e pedregulhos de hematita e xisto de coloração amarelo ocre, apresentando plasticidade baixa.

Sotopostos aos solos coluvionares, foi observada ocorrência de solos residuais da Formação Córrego do Sítio (Grupo Nova Lima), sendo está formada por filitos e xistos. Os solos residuais

possuem coloração amarelada, rosada ou alaranjada, textura siltosa a argilo-siltosa com areia fina a média, e plasticidade de baixa a média. Em alguns pontos, os solos preservam traços da foliação original e são compostos por mica, quartzo e, localmente, por veios de quartzo (RL-1850AC-X-80418_Rev_1 - Walm, 2025).

Por sua vez, os saprólitos dos filitos/xistos apresentam coloração azulada nas porções menos alteradas, tornando-se amarelado a avermelhado nas mais intemperizadas. São formados por bandas de quartzo e mica-sericita, podendo conter talco e grafita. Nos pontos mapeados, encontra-se fortemente alterado, com resistência entre rocha extremamente branda a branda.

As **Figura 6-6** e **Figura 6-7** ilustram seções geológico-geotécnicas do Dique Auxiliar, elaboradas no contexto do projeto de descaracterização da estrutura (RL-1850AC-X-80369_rev1 - DF+, 2022).

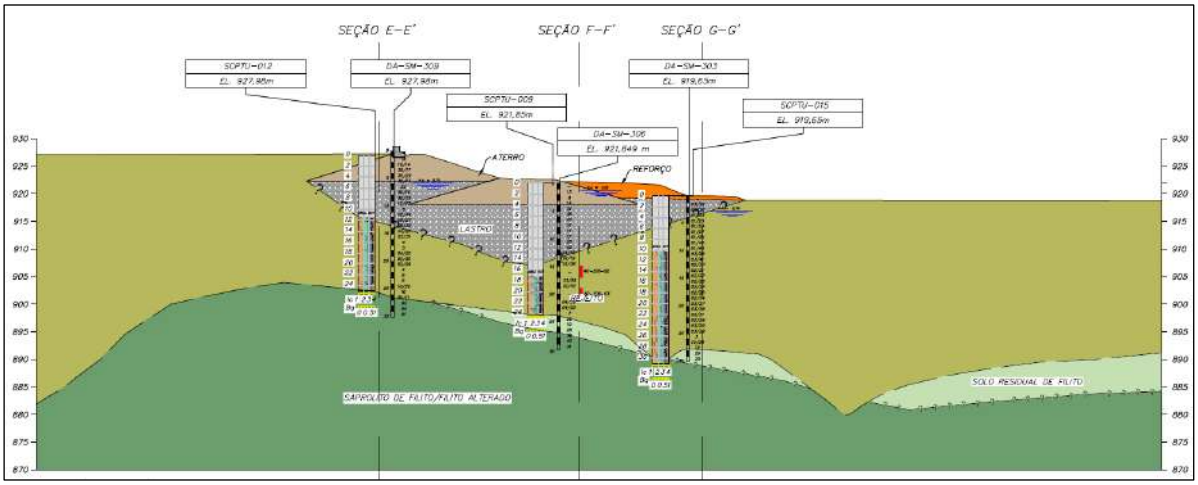


Figura 6-6 - Seção geológico-geotécnica D-D', transversal do Dique Auxiliar da Barragem 5.

Fonte: RL-1850AC-X-80344 apud RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

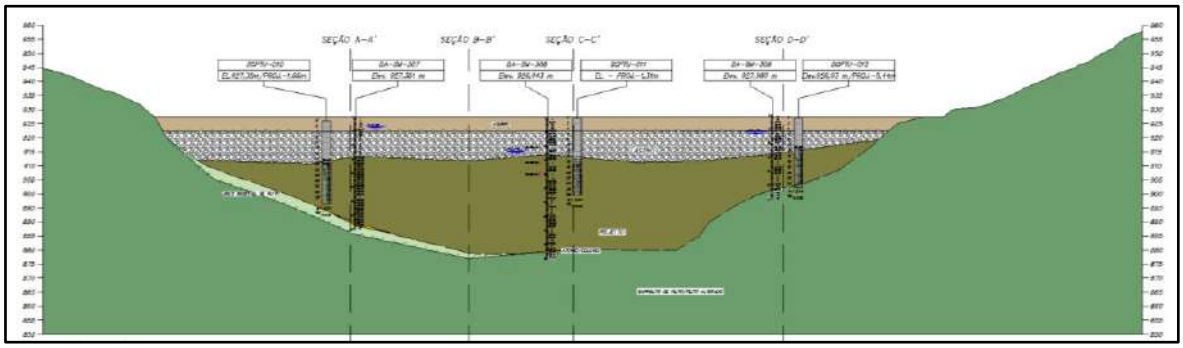


Figura 6-7 - Seção geológico-geotécnica E-E', longitudinal do Dique Auxiliar da Barragem 5.

Fonte: RL-1850AC-X-80344 apud RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022).

6.1.4.4.2. Barragem 6

A caracterização geológico-geotécnica do substrato da Barragem 6, além dos materiais que compõem a estrutura são apresentados nos RL-1850AC-W-00008 (Geoestável, 2024), RT-1850AC-X-00006 (TEC 3, 2022) e RL-1850AC-X-80358 (TERRACOTA, 2022) os quais consolidam informações de mapeamentos e investigações geológico-geotécnicas.

Do ponto de vista geológico, a Barragem 6 está inserida no contexto de rochas do Grupo Nova Lima, de origem metavulcanossedimentar. Mais especificamente, o substrato é composto por filitos/xistos — rochas foliadas, de granulação fina e coloração variada, incluindo tons amarelados, acinzentados e avermelhados. Ressalta-se que, na região da Barragem 6, tal litologia ocorre predominantemente sob a forma de solos de alteração, saprólitos e rochas altamente intemperizadas, sendo raros os afloramentos onde é possível observar o maciço rochoso preservado.

Entretanto, nos locais onde foi possível observar afloramentos rochosos preservados, identificaram-se planos de xistosidade no maciço de filito com mergulho preferencial para sudeste (SE), coincidindo com a direção de mergulho do talude de jusante da barragem — fator que pode favorecer a ocorrência de rupturas planares ao longo da fundação da barragem (RL-1850AC-X-80358 - TERRACOTA, 2022). Ressalta-se ainda que as foliações medidas em pontos distintos indicam a existência de dobras na região.

Conforme o documento RT-1850AC-X-00006_Rev6 (TEC 3, 2022), a Barragem 6 está diretamente assentada sobre solo residual jovem (SRJ)/saprólito de filito, materiais identificados nos cortes de taludes e nas paredes dos talvegues naturais a jusante da estrutura. O SRJ de filito é um material intemperizado, de granulometria siltoso-argilosa com areia fina e fragmentos de filito e quartzo. Apresenta resistência muito branda e consistência de medianamente compacta a compacta, com espessura variando ao longo do eixo do canal, atingindo até 14,0 m no reservatório e 7,0 m na fundação do barramento.

Os solos alóctones, formados por processos gravitacionais, pluviométricos e fluviométricos, são os mais comuns no mapeamento de superfície, compostos principalmente por sedimentos aluvionares e colúvio/elúvio. (RL-1850AC-W-00008 – Geoestável, 2024). Os sedimentos aluvionares, restritos ao fundo do talvegue a jusante do maciço, são formados por areia, seixos, blocos e matacões, com baixa compacidade (NSPT entre 2 e 7). Já o colúvio/elúvio recobre o saprólito/SRJ em camadas delgadas, com matriz silto-argilosa avermelhada, grânulos de quartzo e blocos dispersos, apresentando características similares às de um solo residual maduro (RL-1850AC-W-00008 – Geoestável, 2024).

Quanto aos materiais antrópicos, destaca-se que segundo o Projeto Básico de Descaracterização (RL-1850AC-W-00008 – Geoestável, 2024), foram definidos seis materiais distintos para este domínio, sendo: Saia de aterro de corte de Vertedouro, Sedimentos do Reservatório, Sedimentos oriundos da erosão da face do talude de jusante, Forro/Ensecadeira da fase construtiva da barragem, Maciço do Barramento e Pilha de Estéril Grota 3 (1ª e 2ª Fase).

O material denominado como Saia de Aterro de Corte do Vertedouro, é uma camada delgada de solo que apresenta granulometria silto-argilosa com grânulos e blocos de filito e coloração cinza amarelado a róseo, observada pontualmente na face do talude da ombreira direita. Já os sedimentos do reservatório são provenientes da PDE Grota 3, formando um depósito heterogêneo (composto por argila, silte, areia, grânulos, seixos e blocos de coloração cinza escuro, com presença de matéria orgânica, folhas e raízes). Sobre os sedimentos foi construído um aterro de conquista para viabilizar as sondagens do projeto de descaracterização da Barragem 6.

Os Sedimentos Inconsolidados/Aterro são provenientes da erosão do talude de jusante do barramento, com textura argilo-arenosa, presença de pedregulhos e blocos de itabirito compacto/hematita. Apresentam baixa compacidade (muito fofo a fofo) e espessura variável, atingindo até 4,5 m próximo ao eixo do canal.

A camada denominada por Forro Construtivo/Ensecadeira foi observada durante a execução das investigações complementares do projeto de descaracterização, consistindo de areia média a fina, com silte, argila, grânulos de hematita e pedregulhos de canga e itabirito. Essa unidade apresentou uma espessura média de aproximadamente 4,0 m nos furos realizados na região do reservatório.

Em relação ao maciço propriamente dito, destaca-se que o relatório de "*As Is*" emitido pela empresa TEC3 (RT-1850AC-X-00006, 2022), descreveu o aterro da barragem como um material constituído de blocos de canga e hematita compacta de tamanhos variados, envoltos por camadas de finos de matriz areno-argilosa. Os valores de compacidade variam de níveis medianamente compactos a compactos (N_{SPT} variando de 12 a 21 golpes), intercalando com níveis variando de compacto a muito compacto (N_{SPT} de 27 a 34 e pontualmente >40 golpes).

Por fim, a unidade denominada PDE Grota 3, consiste na pilha de estéril, localizada a montante da Barragem 6, composta por materiais estéreis provenientes da operação de lavra, dispostos em duas fases distintas de empilhamento: a primeira composta de uma matriz silto-arenosa pouco argilosa, podendo conter blocos e matacões, e a segunda constituída basicamente de blocos/matacões.

A **Figura 6-8** apresenta o mapeamento geológico-geotécnico da Barragem 6 e adjacências.

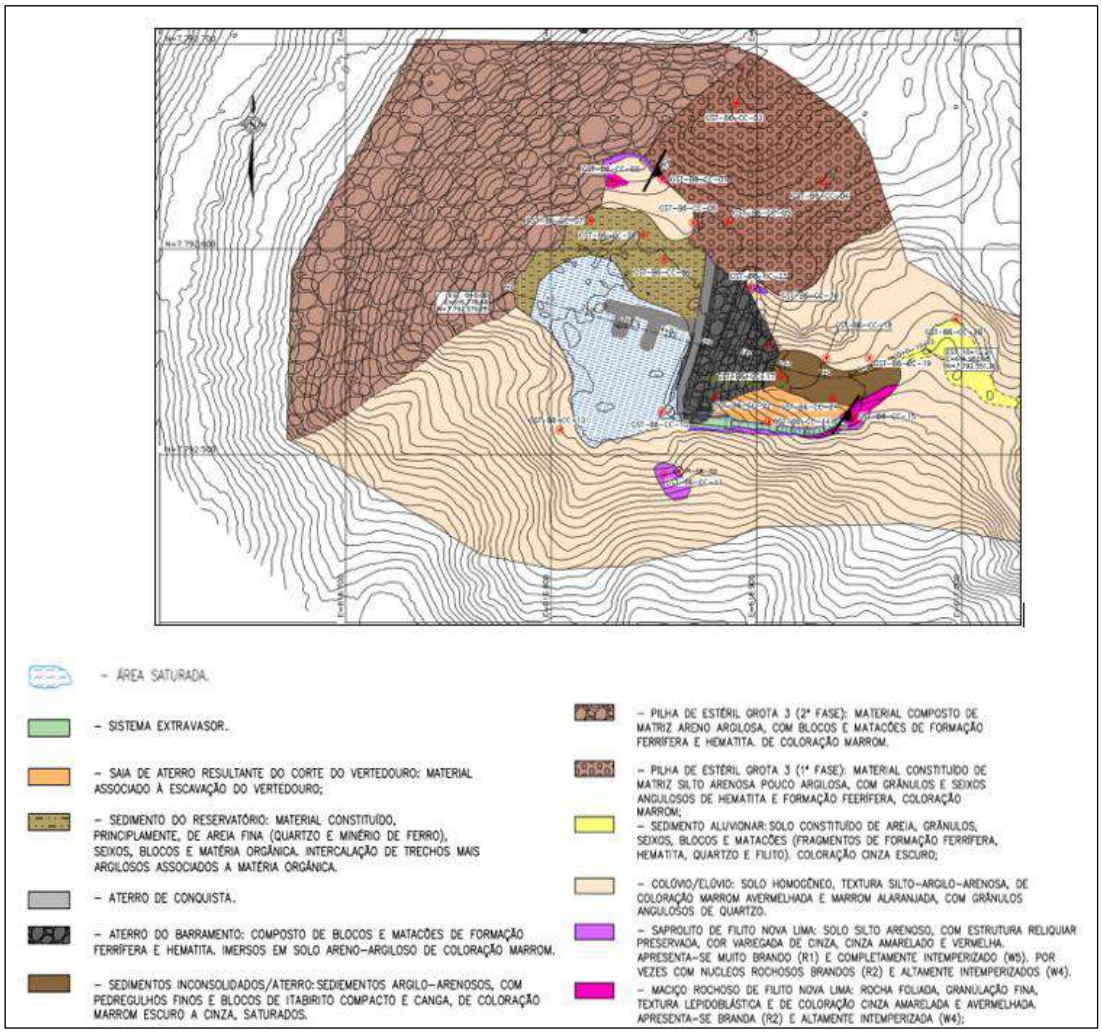


Figura 6-8 - Mapeamento Geológico-Geotécnico da Barragem 6 e região adjacente.

Fonte: 1850AC-X-05160 apud RL-1850AC-W-00008 – Geoestável, 2024).

6.1.4.4.3. Barragem 7A

No que tange à Barragem 7A, destaca-se que os documentos RT-1850AC-X-00010 - rev1 (TEC3, 2022), RL-1850AC-X-81184 (Geoestável, 2024) e RL-1850AC-X-81186_Rev_1 (Geostável, 2024) apresentam a caracterização geológico-geotécnica dos materiais presentes na região do barramento e seu entorno.

Durante o mapeamento e investigações realizadas, foram constatadas unidades geológico-geotécnicas, divididas em 3 grupos:

- Depósitos antrópicos: Massa rompida da pilha; Aterro de material lançado; Enrocamento; Sedimentos, Maciço do Barramento; Pilha de Estéril, ADME;

- Solos alóctones: Colúvio/Elúvio;
- Unidades autóctones: Saprólito de filito; Maciço rochoso de filito.

Nesse sentido, as unidades pertencentes aos depósitos antrópicos estão relacionadas a materiais e estruturas da operação da mina dispostos em seu entorno. A Massa Rompida da Pilha é produto de uma instabilidade na PDE Grota 2 que encobriu o enrocamento de dreno de fundo da estrutura, e se estendeu até a região do reservatório da Barragem 7A, através de uma ruptura causada por erosão.

O Material Lançado consiste em camada delgada, observada pontualmente na face do talude da ombreira direita do barramento, na região de jusante e em contato com o sistema extravasor. Trata-se de um solo de granulometria silto-argilo-arenosa com grânulos e blocos de filito e de coloração cinza e cinza amarelado e róseo. É provável que a origem desse material esteja relacionada a obras de escavação do vertedouro.

A unidade Enrocamento é composta por sedimentos, compreendendo essencialmente de blocos e matacões, lançados nos talvegues com a finalidade de dissipar a energia de escoamento das águas superficiais e evitar erosões. Tal unidade foi observada na região do vertedouro, estendendo-se desde a bacia de dissipação até o reservatório da Barragem 7B.

Já os sedimentos do reservatório da Barragem 7A, apresentam coloração marrom escura, sendo compostos por argila, silte, areia, grânulos, seixos, blocos (fragmentos de formação ferrífera, hematita compacta, filito e quartzo), além de matéria orgânica, folhas e raízes. As investigações apontaram um material pouco consistente, com textura variando de silte-argilo-arenosa a areia fina argilosa e consistência entre muito mole e mole.

Além disso, durante o mapeamento, foram identificados sedimentos inconsolidados no talvegue a jusante do barramento, possivelmente resultantes do carreamento de solo e blocos de rocha a partir do talude de jusante da Barragem 7A. Esses sedimentos apresentam coloração de acinzentada a marrom escuro, com textura areno-argilosa a argilo-arenosa, contendo cascalhos de itabirito e fragmentos de hematita.

O maciço do barramento está apoiado em ombreiras com morfologia caracterizada por encostas íngremes associadas a um vale encaixado. Trata-se um material de coloração marrom e cinza, composto por blocos e matacões (fragmentos de formação ferrífera e de filito) que estão inseridos em uma matriz de composição silto-argilo-arenosa. Em relação às sondagens realizadas nesse material, destaca-se que este se comportou variando de medianamente compacto a compacto (S3/S4, N_{SPT} de 16 a 21 golpes) pontualmente ocorrendo muito compacto (S5, N_{SPT} > 40 golpes).

A montante do barramento, é possível observar a PDE Grota 2, em contato com os sedimentos do reservatório. Segundo estudos anteriores (documento Nº RL-1190AC-X-00898, Pimenta de Avila, 2015), dois tipos de materiais constituem essa unidade: o primeiro, formado por material estéril de cava e blocos de filito e itabirito dolomítico; e o segundo, por blocos compactos de diferentes litologias em matriz arenosa (fina a grossa).

A última unidade dos depósitos antrópicos corresponde à ADME, localizada na ombreira esquerda, em contato superficial com o barramento e o reservatório. É composto por solo marrom escuro, com matriz silto-argilo-arenosa e arcabouço formado por grânulos, seixos, blocos e matacões de filito e formação ferrífera.

Em relação aos solos alóctones, destaca-se que a unidade Colúvio/elúvio foi observada na região das encostas do talvegue, ocorrendo como uma cobertura sobre os materiais autóctones, e em contato com a barragem, na ombreira esquerda. De forma geral, ocorre como uma camada delgada, avermelhada, com espessura estimada de 1 a 2 metros, composta por uma matriz silto-argilosa pouco arenosa, com grânulos angulosos de quartzo, podendo ocorrer blocos de forma dispersa.

Já os materiais autóctones consistem na fundação da barragem. O saprólito é um solo de coloração variegada (cinza, marrom-avermelhado e roxa), com granulometria siltosa e pouca areia, preservando estrutura reliquiar. Apresenta resistência extremamente branda a muito branda e elevado grau de intemperismo. Investigações geotécnicas indicam espessura variando de 2,0 a 4,0 m sob o barramento e ombreiras, com compacidade de compacta a muito compacta (S4/S5, NSPT de 36 a >40 golpes).

O maciço rochoso é constituído por rochas filíticas, observadas sob o saprólito na região do vertedouro e em cortes de estrada próximos ao barramento. Trata-se de rocha foliada, de granulação fina e coloração variegada (amarelada, cinza e avermelhada), com resistência de branda a medianamente resistente e grau de intemperismo elevado. As investigações indicam matriz levemente intemperizada e resistente, com fraturamento muito a extremamente intenso, predominantemente controlado pela foliação. As descontinuidades apresentam planos levemente ondulados e superfícies lisas a pouco rugosas.

A **Figura 6-9** apresenta o mapeamento geológico-geotécnico da Barragem 7A e entorno.

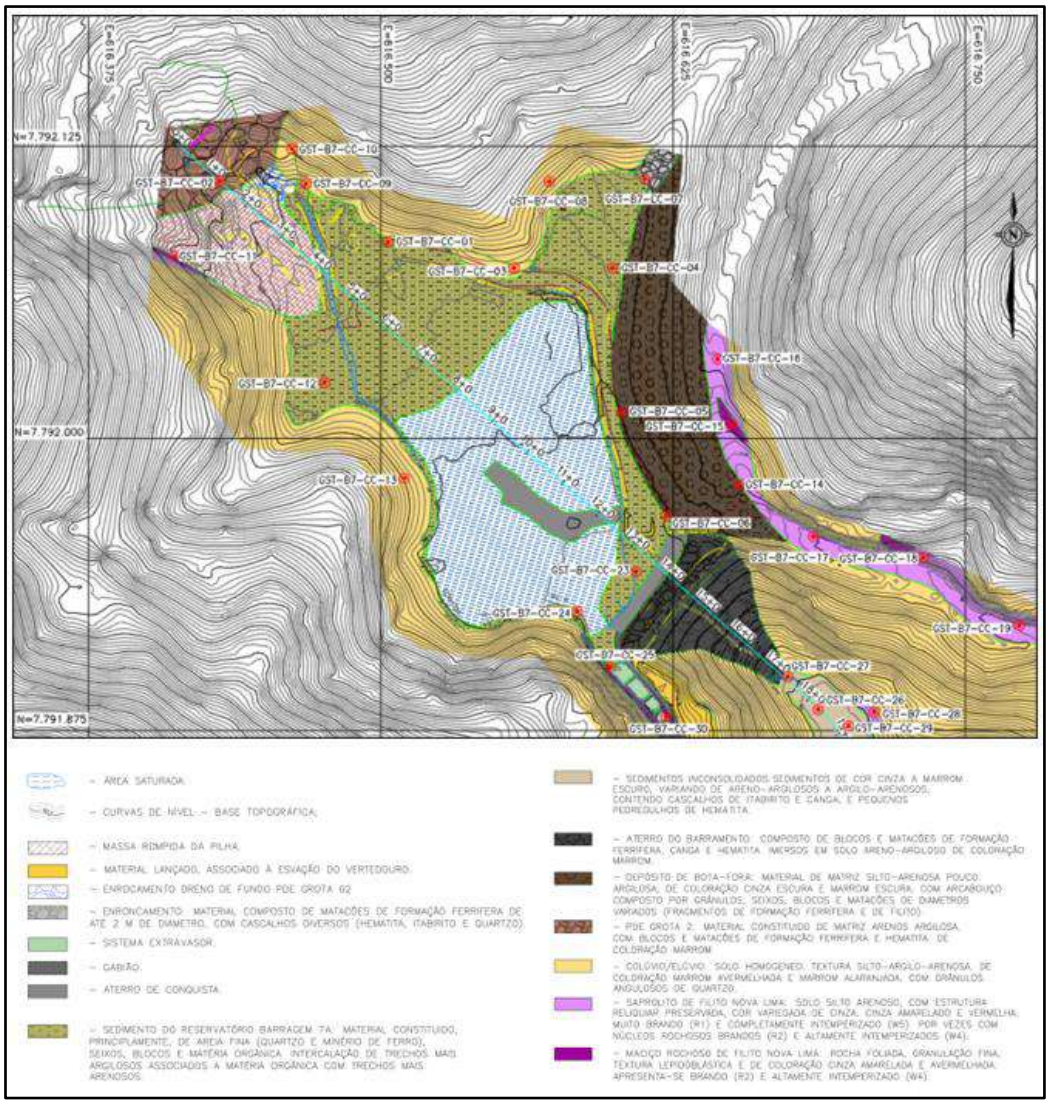


Figura 6-9 - Mapa geológico-geotécnico da Barragem 7A.
(1850AC-W-00026 apud RL-1850AC-X-81183_Rev_0 – Geoestável, 2024).

6.1.4.4.4. Barragem 8B

O contexto geológico local da Barragem 8B compreende filitos, xistos, formações ferríferas e rochas carbonáticas correlacionados à Unidade Mestre Caetano. Através da realização de mapeamento de campo e investigações geotécnicas consolidadas no documento RL-1850AC-X-80068 (DF+, 2019), foi possível verificar que a fundação da Barragem 8B é constituída por carapaça de canga, solo residual, saprolito e rocha alterada de xisto.

Os xistos estão aflorantes na região das ombreiras, assim como ao longo do vale. Este litotipo se apresenta com grau de resistência entre R2 e R3 e grau de intemperismo entre W3 e W4, além de apresentar granulação fina, variando de silte a argila, com coloração amarelada a arroxeada. Do ponto de vista estrutural, a principal descontinuidade observada é a foliação,

com aspecto oxidado e ondulado. A direção de mergulho preferencial é para sudeste (SE), com alto ângulo de inclinação (entre 72° e 82°). Essa orientação constitui um condicionante geotécnico relevante, pois pode favorecer a percolação de água entre as ombreiras (RL-1850AC-X-80068 - DF+, 2019).

Com relação aos materiais de alteração dos xistos, destaca-se que o saprólito apresenta textura siltosa, de coloração variegada (cinza, amarelo e vermelho), micáceo, com foliação preservada. Neste material, os valores de NSPT variam de 10 golpes a trechos impenetráveis. Já os solos residuais são caracterizados como argilosos a siltosos, de coloração variegada (amarelada e marrom) com espessura média de 5,0 m, e valores de NSPT variando entre 8 e 34 golpes.

Além desses materiais, investigações geotécnicas identificaram outras litologias como parte da fundação da Barragem 8B, como por exemplo, rochas carbonáticas, formação ferrífera, e carapaça de canga. Estas estão intercaladas com os xistos que predominam na região, com espessura variável no perfil de intemperismo.

Com relação aos materiais que constituem a Barragem 8B, vale ressaltar que são propostas três unidades distintas denominadas Aterro 1 – Maciço inicial (Solo compactado), Aterro 2 – Sedimento e Aterro 3 - Alteamento a montante (Solo compactado), descritas a seguir (RL-1850AC-X-80068 - DF+, 2019):

- Aterro 1 (AT1): aterro do dique de partida, composto por material areno-silto-argiloso, marrom e ocre, com predomínio de material fino em relação aos fragmentos centimétricos e grânulos de hematita compacta e canga;
- Aterro 2 (AT2): sedimentos que foram retidos na etapa inicial da barragem. Esse material é caracterizado como argiloso a siltoso, de coloração marrom claro a bege, com raros fragmentos de xisto/filito;
- Aterro 3 (AT3): material que constitui o aterro do alteamento. Trata-se de um aterro misto, constituído de solo laterítico silto-argiloso a argilo-siltoso, marrom-avermelhado, com presença de fragmentos centimétricos a milimétricos de canga e "*oversize*" de hematita. Em menor quantidade, ocorrem também blocos de canga.

A **Figura 6-10** ilustra a seção geológico-geotécnica da Barragem 8B.

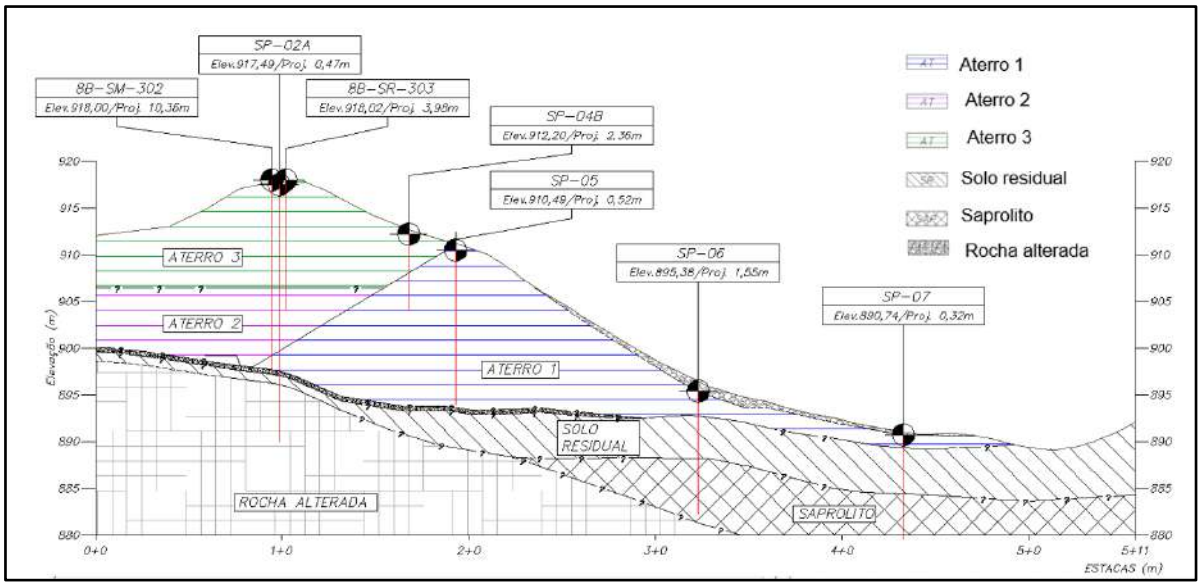


Figura 6-10 - Seção geológica geotécnica transversal ao eixo.

Fonte: RL-1850AC-X-80068 (DF+, 2019).

6.1.4.4.5. PDE Grota 2

Em relação ao contexto geológico local, destaca-se que a PDE Grota 2 está localizada sobre xistos/filitos das unidades Córrego do Sítio e Mestre Caetano. O maciço rochoso de xisto/filito é caracterizado como compacto, de cor cinza claro, foliado, apresentando composição mineralógica de argilominerais, quartzo e sericita. Os parâmetros geomecânicos informados exibem alto grau de fraturamento (F4/F5), alto grau de alteração (A3/A4), em geral, de baixa consistência (C4).

Já o horizonte de solo residual/saprólito, sobreposto ao maciço rochoso de fundação, é caracterizado como um material siltoso, pouco argiloso, pouco arenoso, de cor cinza. Apresenta também espessura variável e os ensaios NSPT executados no material apresentam resultados relativamente altos, em geral, maiores que 20 golpes/30 cm finais.

Ainda com relação aos materiais presentes na região da PDE Grota, vale salientar informações disponibilizadas nos documentos RL-1000AC-X-03174 (BVP, 2014) e RL-1000AC-X-03172 (BVP, 2014), que consolidam aspectos de investigações realizadas em campanha de 2014. Nesse contexto, ressalta-se que foram observadas ocorrências de rastejo na porção inferior da pilha, que, segundo interpretações, devem ter se desenvolvido através do material da fundação. Em razão da morfologia do vale e dos deslocamentos acumulados, aventou-se a possibilidade da existência de depósito de tálus na base da pilha, material este mais suscetível a rastejo e instabilidade (RL-1000AC-X-03172 - BVP, 2014).

Além disso, a partir dos resultados de investigações geotécnicas, identificou-se a presença de uma camada de sedimentos argilosos de consistência muito mole, com espessura aproximada de 1,5 metros, localizada no contato entre o aterro e o terreno natural (composto por solos residuais e saprólitos de xistos). À época, esses sedimentos foram interpretados como possivelmente resultantes do assoreamento de barragem de finos. A presença dessa camada também é compatível com a locação de sondagens realizadas nas proximidades de uma drenagem que seguia o traçado de um antigo talvegue, em sua configuração topográfica original (RL-1000AC-X-03174 - BVP, 2014), podendo indicar a presença de sedimentos aluvionares.

Em relação ao material que compõe a pilha, destaca-se que este é, em geral, bem heterogêneo, de coloração cinza-avermelhada e granulometria variada. É composto por uma matriz areno-siltosa-argilosa, na qual estão imersos diversos blocos e pedregulhos de canga, itabirito, filito e xisto. Possui espessura variável, podendo chegar a 106,00 m de profundidade. Os valores NSPT executados no material apresentam valores variáveis, em geral, maiores que 10 golpes/30 cm finais, com algumas passagens de menor resistência (menores que 5 golpes/30 cm finais), conforme ressaltado no documento (RL-1190AC-X-44762 – DF+, 2022).

A jusante da PDE Grota 2, é possível observar os sedimentos associados ao reservatório da Barragem 7A, já descritos no item **6.1.4.4.3**.

A **Figura 6-11** ilustra uma das seções geológico-geotécnicas da PDE Grota 2, conforme Projeto Conceitual de Estabilização (RL-1190AC-X-44762 - DF+, 2022).

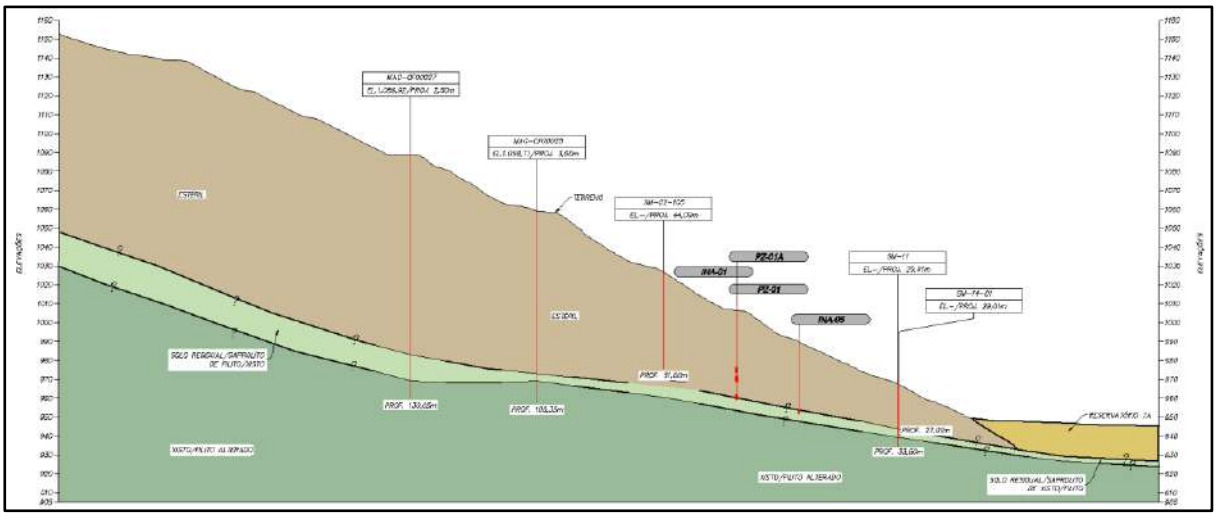


Figura 6-11 - Seção geológico-geotécnica BB'.

Fonte: RL-1190AC-X-44762 (DF+, 2022).

6.1.4.4.6. PDE Grota 3

No presente tópico será caracterizado o contexto geológico-geotécnico local da PDE Grota 3, apresentado no documento RL-1190AC-X-00905 (Pimenta de Avila, 2015). Segundo o referido documento o maciço da pilha possui altura máxima aproximada de 196,00 m, inclinação entre os bancos de 55°, com bermas de 30,0 m de largura a cada 25,0 m de altura, aproximadamente.

Conforme documentação existente (RD-486-RL-24566-00 apud RL-1190AC-X-00905 - Pimenta de Avila, 2015), as condições iniciais de implantação da pilha apresentaram deficiências significativas, com a disposição de materiais homogêneos e material filítico em ângulo de repouso e em bancos altos. Tal aspecto foi fator relevante para o desenvolvimento de escorregamentos e processos erosivos. Para mitigar essas instabilidades, foi implantada uma berma de estabilização composta por blocos de rocha sã, ao longo de toda a extensão e altura da pilha, funcionando como um contrapilhamento geral e contribuindo para a melhoria das condições de estabilidade da estrutura.

Com base nos dados obtidos a partir dos testemunhos de sondagem, o aterro da PDE Grota 3 é constituído por blocos e fragmentos compactos de diferentes litologias (principalmente itabirito dolomítico, filito e hematita), com espessura média de 60,0 m, misturado a material desagregado, marrom avermelhado, com granulometria variando de areia fina a grossa (1190AC-X-10085 / RD-546-DS-31517 apud RL-1190AC-X-00905 - Pimenta de Avila, 2015). Em menor quantidade, são encontrados materiais filíticos e lateríticos. Devido à heterogeneidade dos materiais componentes, a compacidade varia de extremamente fofa (matriz) a muito compacta (blocos e fragmentos), com grau de alteração variando entre fresco e completamente alterado. Já no contrapilhamento, realizado sobre os taludes da PDE Grota 3, foram utilizados blocos de itabirito dolomítico compacto, os quais se apresentam acumulados junto aos pés dos taludes.

Em relação à fundação, destaca-se que, de acordo com o projeto "*As Is*" elaborado em 2015 pela Pimenta de Ávila em 2015 (RL-1190AC-X-00905), a fundação é constituída por três unidades litológicas principais, conforme descrição de testemunhos de sondagem:

- Formação Batatal – Grupo Caraça: filito, rocha fresca a moderadamente alterada, branco acinzentado, com estrutura foliada e pouco fraturado. Apresenta consistência friável a muito consistente;
- Formação Moeda – Grupo Caraça: quartzito, cor branca, rocha fresca a levemente alterada, de consistência friável à muito consistente, pouco fraturada;

- Grupo Nova Lima: solo de alteração a rocha pouco alterada de filito/xisto, rosado a alaranjado, apresentando consistência média à mole. Sobre esta unidade foram observados trechos de solo residual, caracterizado por material arenoso a argiloso, desagregado, de coloração cinza a alaranjada, desagregado.

A **Figura 6-12** ilustra uma das seções geológico-geotécnicas da PDE Grota 3, conforme documento RL-1190AC-X-00905 (Pimenta de Avila, 2015).

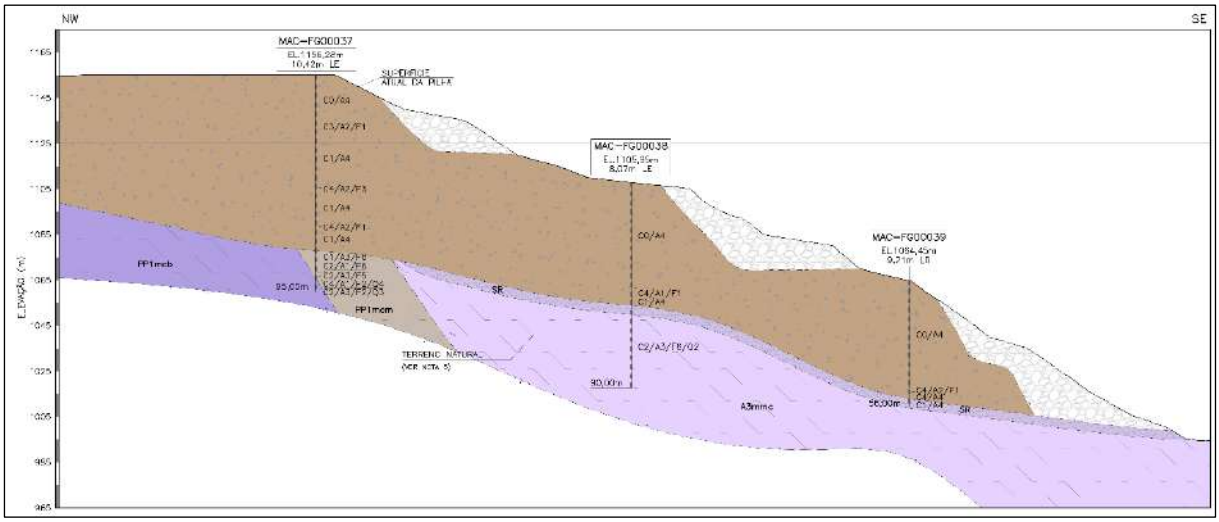


Figura 6-12 - Seção geológico-geotécnica II'.

Fonte: RL-1190AC-X-00905 (Pimenta de Avila, 2015).

6.1.4.5. Síntese Conclusiva

O projeto localiza-se na porção norte do Quadrilátero Ferrífero, situado no extremo sul do Cráton São Francisco. Estruturalmente, o projeto está inserido no contexto geoestrutural do Nappe Curral detalhando por Endo *et al* (2020) como megadobra alóctone vergente para norte que domina o cenário estrutural da porção ocidental do QFe. A sequência Minas que se dispõe na serra do Curral, em posição estratigráfica invertida, representa o flanco inverso dessa Nappe. O seu núcleo é ocupado pelas unidades do Supergrupo Rio das Velhas.

Estratigraficamente, afloram na AELMF sete unidades litológicas principais: Formações Moeda e Batatal, pertencentes ao Grupo Caraça (Supergrupo Minas); Formação Cauê, que integra o Grupo Itabira (Supergrupo Minas); Mestre Caetano, Lapa seca, Morro Vermelho e Formação Ribeirão do Brumado/ Membro Ribeirão Comprido e do Gaia que integram o Grupo Nova Lima (Supergrupo Rio das Velhas); e coberturas sedimentares recentes, representadas por e Depósitos detrito-Lateríticos (crosta laterítica ferruginosa concrecionária) e Depósitos Elúvio-coluviais (canga).

A análise dos recursos minerais evidencia o potencial do minério de ferro, que predominou nos processos minerários diagnosticados.

Por fim, cabe destacar a influência antropogênica na ADA, resultado das intervenções construtivas das estruturas geotécnicas. Os Depósitos Antrópicos compreendem sete materiais distintos, sendo eles: Massa Rompida da Pilha, Aterro de Material Lançado, Sedimento, Enrocamento, Maciço do Barramento, Pilha de Estéril Grota 2 e 3; e ADME. São materiais que apresentam expressiva heterogeneidade no perfil de intemperismo, consequentemente, os condicionantes geológico-geotécnicos e características de cada material, podem gerar implicações na estabilidade de taludes de corte, fundação e ombreiras de estruturas geotécnicas.

6.1.5. Geomorfologia

6.1.5.1. Metodologia

Para a caracterização geomorfológica da área de estudo, foram consideradas as definições de Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas e Unidades Geomorfológicas, segundo a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em escala 1:250.000 (IBGE, 2023), fundamentada na taxonomia descrita no *Manual Técnico de Geomorfologia* (IBGE, 2009).

Também foram utilizados os estudos geomorfológicos do Projeto APA Sul RMBH, em escala 1:50.000 (MEDINA *et al*., 2005), a base de dados do projeto Topodata para a elaboração dos mapas de declividade e hipsometria, os dados vetoriais do Serviço Geológico Brasileiro (SGB), referentes ao município de Nova Lima, provenientes do projeto *Cartografia de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - Minas Gerais*, a base de dados da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA), além de artigos científicos e estudos técnicos referentes às estruturas que compõe a ADA do projeto.

6.1.5.2. Geomorfologia da Área de Estudo Regional

A Área de Estudo Regional do Meio Físico (AERMF) está localizada na borda norte do Quadrilátero Ferrífero (QF), entre altitudes que variam de 800 a mais de 1.300 metros, com as maiores cotas registradas na Serra do Curral, barreira física que separa os municípios de Belo Horizonte e Nova Lima (MG).

Nos dois flancos da serra, a drenagem superficial se desenvolveu quase perpendicularmente ao acamamento das camadas geológicas, resultado de um processo de erosão regressiva.

No flanco sul, o escoamento converge para o Córrego do Cardoso (menores cotas da AERMF), enquanto no flanco norte, onde se localiza o Parque das Mangabeiras, direciona-se ao Córrego da Serra (PEREIRA, 2014).

A Serra do Curral exerce influências importantes na dinâmica regional e local. Sua morfologia resulta da erosão diferencial, controlada pela variação na resistência litológica e no grau de alteração das unidades que compõem o Supergrupo Minas e o Complexo Belo Horizonte.

As maiores elevações topográficas estão associadas aos itabiritos e aos depósitos ferruginosos da Formação Cauê, que sustentam os topos da serra. Em contrapartida, os dolomitos e filitos dolomíticos e ferruginosos da Formação Gandarela, de menor resistência mecânica, originam vales situados em altitudes próximas a 900 metros. A análise hipsométrica da região evidencia a correlação entre a compartimentação geológica e o modelado do relevo, com altitudes superiores a 1000 m associadas à faixa serrana ocupada por rochas metassedimentares do Quadrilátero Ferrífero, decrescendo gradualmente em direção à Depressão de Belo Horizonte, onde predominam cotas entre 650 e 850 metros, conforme demonstrado na **Figura 6-13** (PARIZZI, 2021).



Figura 6-13 - Perfil topográfico do mapa geológico simplificado do município de Belo Horizonte.

Fonte: Adaptado de PARIZZI (2021).

Em relação ao flanco sul da Serra do Curral, áreas mais baixas ao longo deste setor convergem gradualmente para a Depressão Marginal do Rio Paraopeba e para a rede de drenagem da bacia do rio das Velhas (AERMF), apresentando comumente formações de canga retrabalhada e recimentada. Essas amplas vertentes apresentam variação de relevo de até 200 metros (MEDINA *et al*., 2005).

Considerando a taxonomia descrita no Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), que adota como princípio básico o ordenamento dos fatos geomorfológicos, segundo classificação temporal e espacial, diferenciando os modelados como unidade básica e seus grupamentos

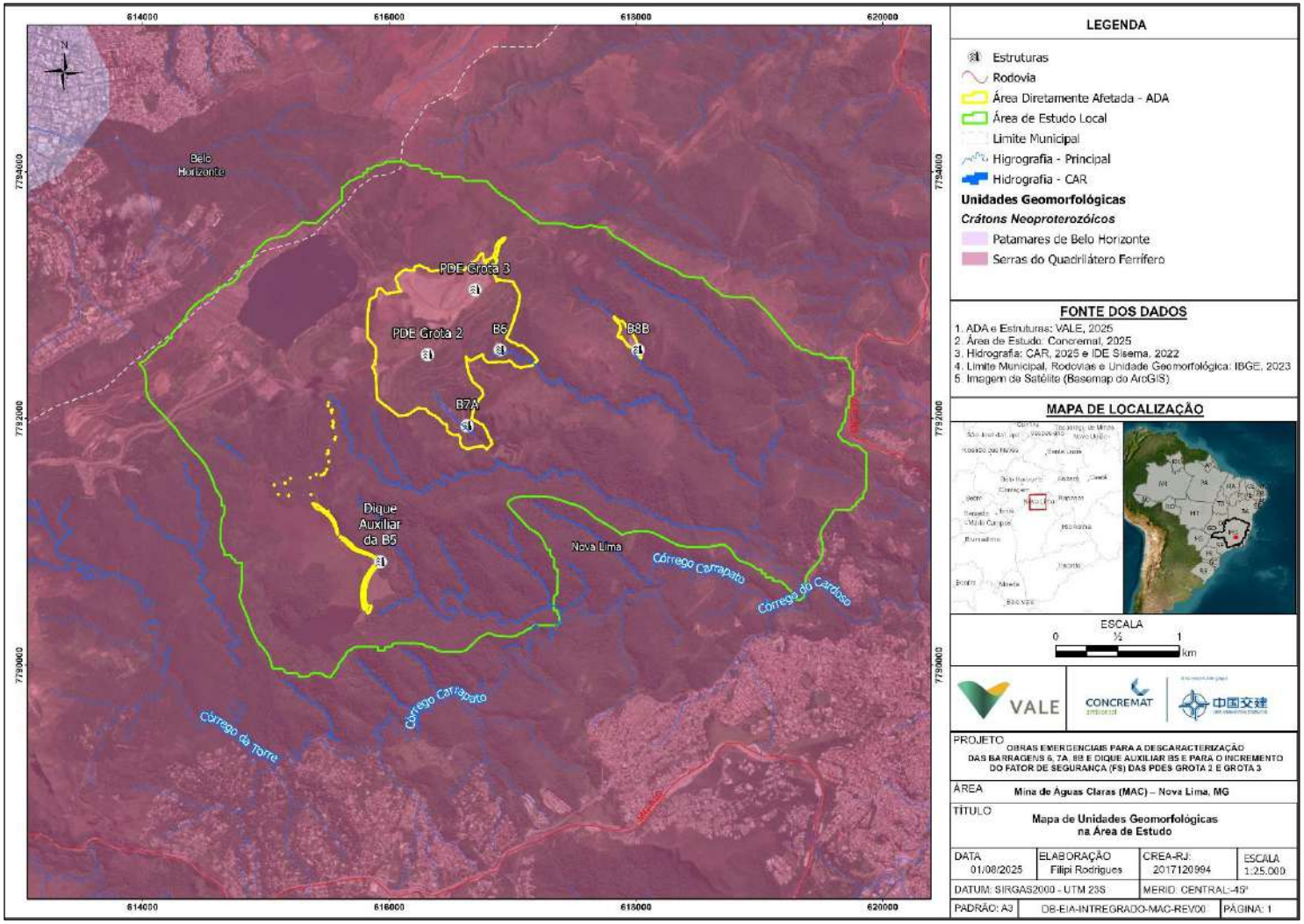
hierarquicamente relacionados, a classificação do relevo na AER apresenta os táxons de primeiro a terceiro grau de grandeza apresentados no **Quadro 6-5**.

A **Mapa 6-3** apresenta a espacialização das unidades geomorfológicas identificadas na área de estudo do meio físico.

Quadro 6-5 - Classificação do relevo da AER segundo os três primeiros táxons de grandeza

Domínios Morfoestruturais	Regiões Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas
Crátons Neoproterozoicos	Quadrilátero Ferrífero	Serras do Quadrilátero Ferrífero

Fonte: IBGE, 2023



Mapa 6-3 - Mapa Geomorfológico da Área de Estudo do Meio Físico.

Os Domínios Morfoestruturais correspondem aos principais níveis de divisão do relevo em escala regional. Eles organizam os elementos geomorfológicos com base na estrutura geológica, determinada pela composição das rochas e pela ação da tectônica. Ao longo do tempo geológico, a interação entre esses fatores, somada às variações climáticas, deu origem a vastos conjuntos de relevos com características distintas. Apesar da diversidade de formas, esses relevos compartilham uma relação comum com a estrutura geológica que os originou. No território brasileiro foram definidos quatro grandes compartimentos geológicos, estando a AER inserida nos Crátons Neoproterozoicos associados a “Planaltos residuais, chapadas e depressões interplanálticas, tendo como embasamento metamorfitos e granitóides associados” (IBGE, 2009).

Quanto à distribuição das regiões geomorfológicas (IBGE, 2009), segundo nível hierárquico na classificação do relevo, trata-se de compartimentos dentro dos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a influência dos fatores climáticos passados e atuais, apresentam características genéticas comuns. Esses compartimentos agrupam formas semelhantes, relacionadas às formações superficiais e às fitofisionomias. AERMF está contida na região geomorfológica classificada como Quadrilátero Ferrífero (IBGE, 2009).

Ainda em relação a classificação do relevo, a AERMF está contida na unidade geomorfológica Serras do Quadrilátero Ferrífero. A definição das unidades geomorfológicas se dá pelo arranjo das formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados, tendo como referências a estrutura das drenagens e suas características peculiares, como a recorrência de padrões ou algum padrão atípico do conjunto da paisagem. As serras se constituem como uma das formas de relevo que compõem Unidades Geomorfológicas, sendo formadas por “relevos acidentados, elaborados em rochas diversas, formando cristas e cumeadas ou as bordas escarpadas de planaltos”. Esta descrição ilustra o conjunto de formas encontrados na AERMF na escala correspondente, com a presença de expressões marcantes de relevo, facilmente perceptíveis na paisagem, com destaque para a Serra do Curral, limite norte do QF, e as demais estruturas topográficas da região, conforme apresentado na **Figura** 6-14**.**

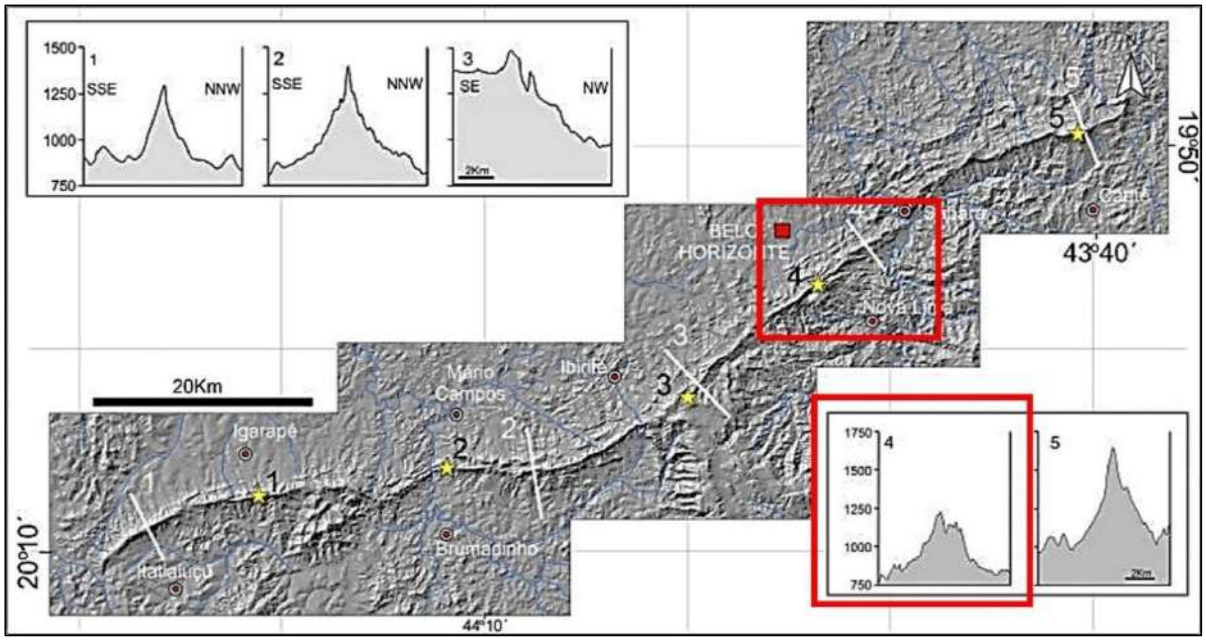


Figura 6-14 - Modelo Digital de Terreno da Serra do Curral com a localização dos perfis topográficos e dos principais picos, com destaque para o perfil 4 - Serra do Curral, abrangendo a AER.

Fonte: Adaptado de GEOSSIT.

6.1.5.3. Geomorfologia da Área de Estudo Local

A localização da Área de Estudo Local do Meio Físico (AELMF) e da Área Diretamente Afetada (ADA), remete à literatura sobre a morfogênese do Quadrilátero Ferrífero (QF), que é resultado da combinação de fatores diversos, entre processos geológicos e climatológicos, os quais favorecem o desenvolvimento de um relevo distinto em relação às áreas vizinhas. Desde o Proterozóico, o diversificado arcabouço litoestrutural da região tem sido submetido a diferentes regimes climáticos e à ação contínua da erosão, resultando em um mosaico de províncias geomorfológicas fortemente controladas pela estrutura e composição das rochas, conforme observado na geomorfologia presente na AELMF e ADA (VARAJÃO, 1991).

Localmente, a AELMF bem como a ADA, estão inseridas no compartimento morfoestrutural do Vale Anticlinal do Rio das Velhas, onde é notável a presença de esporões da Serra do Curral marcados por um relevo dissecado (MEDINA *et al*., 2005). Não obstante, existe também influência do compartimento morfoestrutural Crista Monoclinal da Serra do Curral (CSC), por serem limítrofes e por estarem relacionados ao gradiente topográfico, estando o compartimento CSC a montante da ADA.

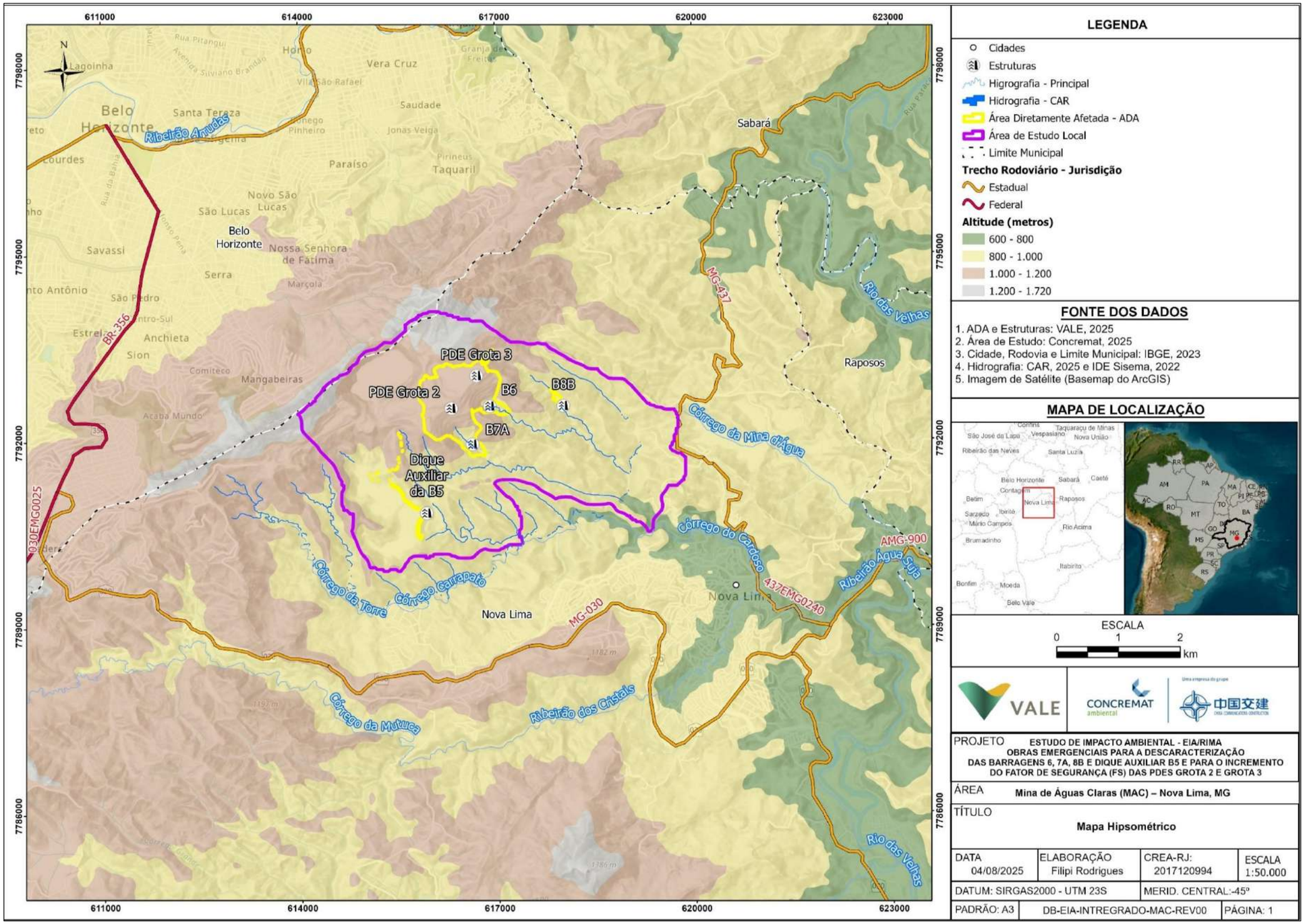
A **Mapa 6-4** e a **Mapa 6-5** apresentam, respectivamente, a hipsometria e declividade da AELMF. Nota-se que existe uma evidente influência antrópica no modelo do terreno, com

alterações topográficas locais que modificaram as condições em quase todo o território da AELMF e, principalmente, na ADA. Entre as estruturas da mineração hoje presentes na área, estão: a cava da mina das Águas Claras, barramentos, estradas e pilhas de estéril.

O relevo antropogênico da ADA pode incorrer em interpretações divergentes ao se analisar o mapa de hipsometria, por exemplo. Na porção noroeste da AELMF está localizada a Mina de Águas Claras, que influencia na composição do mapa, bem como as demais estruturas. Nesse caso, a porção mais elevada, associada sobretudo a ocorrência de rochas do Supergrupo Minas, com itabiritos da Formação Cauê, apresenta uma deformidade em relação à hipsometria e declividade ocasionada pela cava da Mina de Águas Claras.

O relevo antropogênico supracitado também se reflete nas condições morfológicas de superfície onde estão as barragens, distribuídas sobre a litologia das rochas do Supergrupo Rio das Velhas – Grupo Nova Lima.

Toda a ADA está inserida na cota altimétrica que varia entre 800 e 1.200 metros, com relevo de forte-ondulado a montanhoso. Diante desse gradiente topográfico, com variação aproximada de 400 m, é necessário avaliar as condições de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações na AELMF e ADA. Segundo dados do mapeamento da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações do município de Nova Lima – MG, as Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 estão localizados em áreas que possuem alta a média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa. Já as PDEs estão inseridas em áreas que apresentam está suscetibilidade variando de baixa a média. Em relação à suscetibilidade a inundações, a ADA possui baixa suscetibilidade, conforme apresentado na **Mapa 6-6.**



LEGENDA

- Cidades
- Estruturas
- Higrografia - Principal
- Hidrografia - CAR
- Área Diretamente Afetada - ADA
- Área de Estudo Local
- Limite Municipal

Trecho Rodoviário - Jurisdição

- Estadual
- Federal

Altitude (metros)

- 600 - 800
- 800 - 1.000
- 1.000 - 1.200
- 1.200 - 1.720

FONTE DOS DADOS

1. ADA e Estruturas: VALE, 2025
2. Área de Estudo: Concremat, 2025
3. Cidade, Rodovia e Limite Municipal: IBGE, 2023
4. Hidrografia: CAR, 2025 e IDE Sisema, 2022
5. Imagem de Satélite (Basemap do ArcGIS)

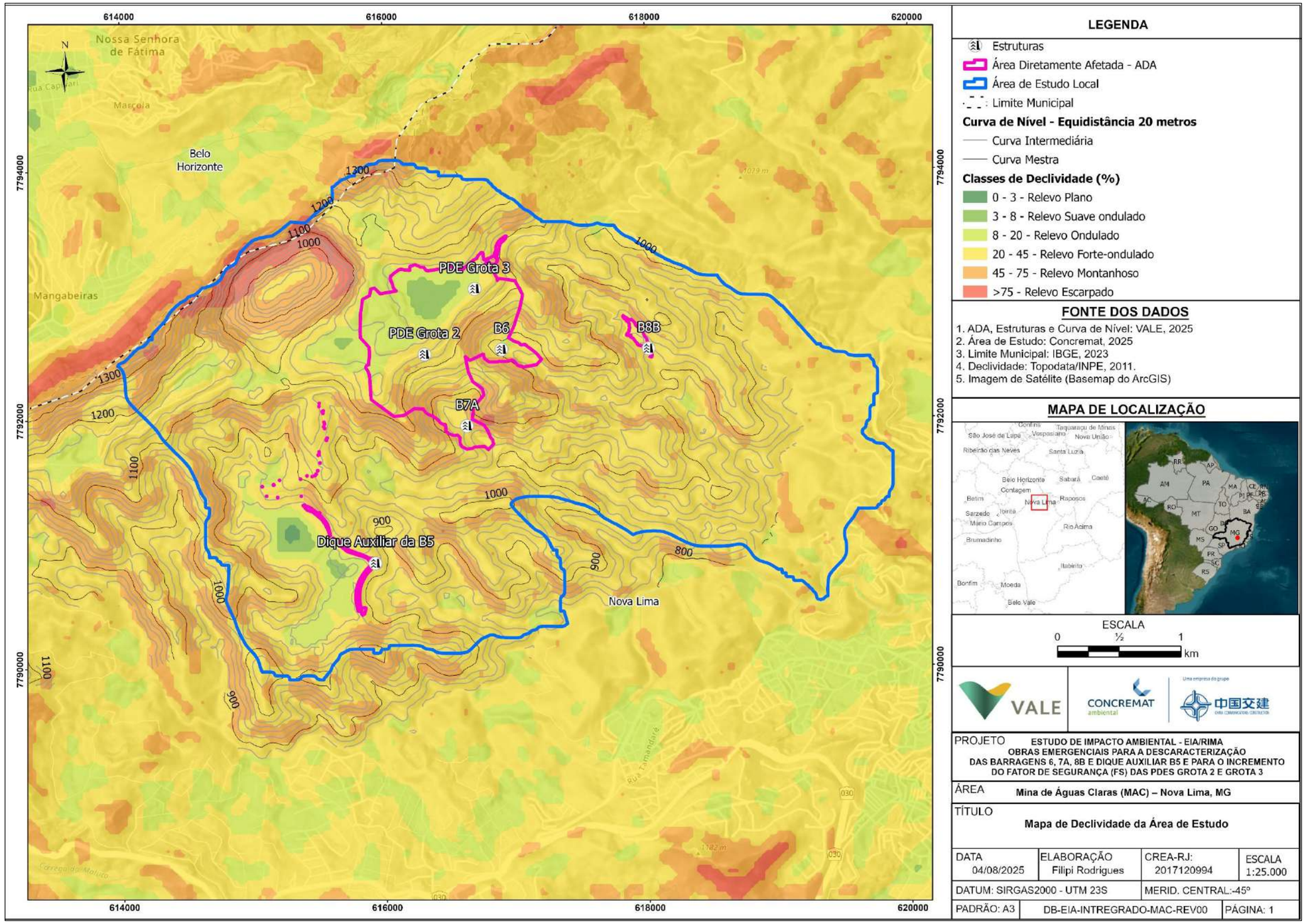
MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA

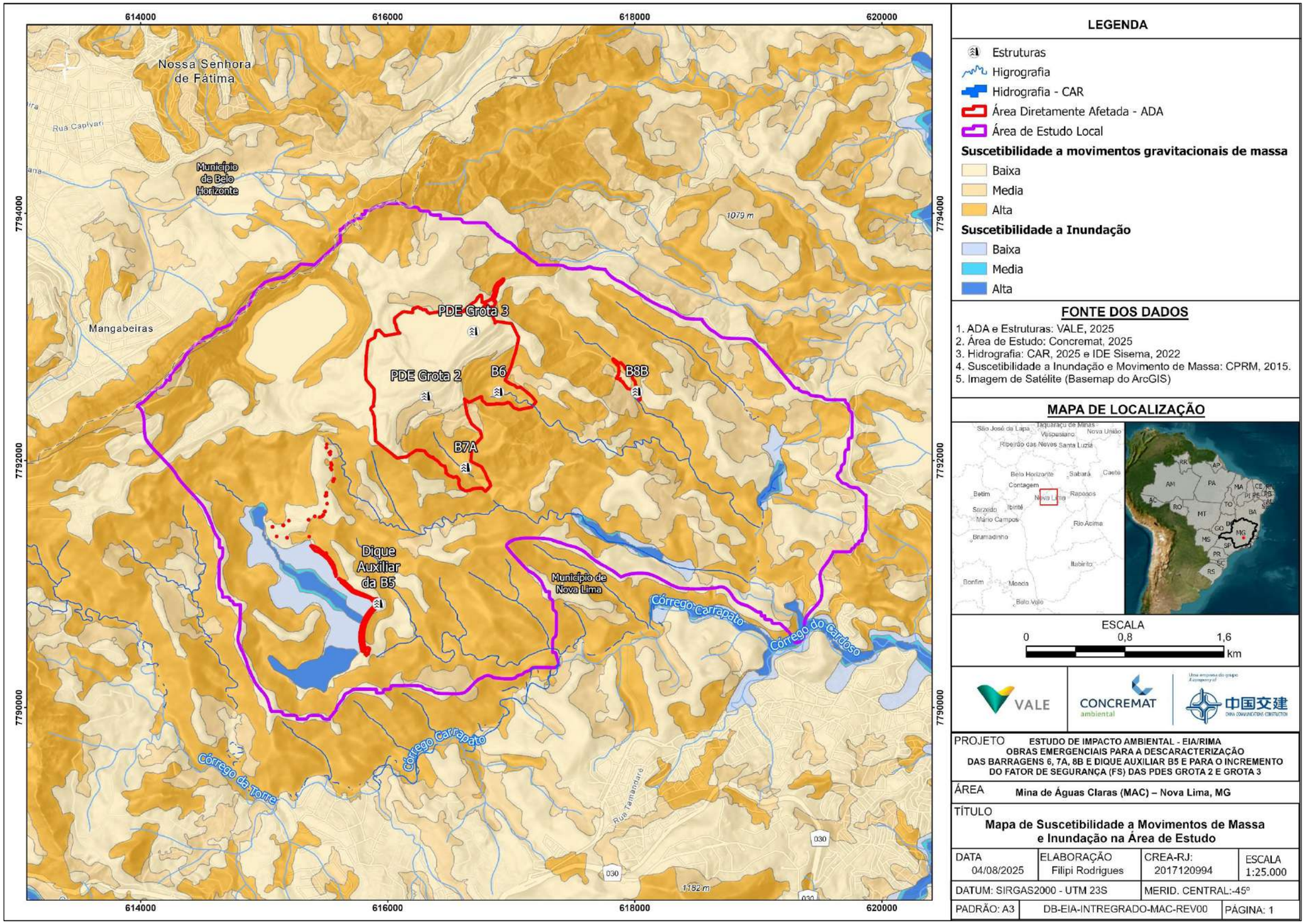
0 1 2 km

PROJETO	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA/RIMA OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3		
ÁREA	Mina de Águas Claras (MAC) – Nova Lima, MG		
TÍTULO	Mapa Hipsométrico		
DATA 04/08/2025	ELABORAÇÃO Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA 1:50.000
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45º	
PADRÃO: A3	DB-EIA-INTREGRADO-MAC-REV00		PÁGINA: 1

Mapa 6-4 - Hipsometria da Área de Estudo Local (AEL) e da Diretamente Afetada (ADA).



Mapa 6-5 - Declividade da Área de Estudo (AEL) e da Diretamente Afetada (ADA).



Mapa 6-6 - Mapa de Suscetibilidade a movimentos de massa e inundação na AEL e ADA.

6.1.5.4. Síntese Conclusiva

Regionalmente e localmente, a morfologia das áreas de estudo é marcada pela movimentação do terreno, com vertentes dissecadas, amplitude topográfica e modelado de relevo alterado com influências da expansão urbana, presença de rodovias, por estar inserida na região metropolitana de Belo Horizonte, e devido as atividades minerárias. Essas atividades humanas resultaram na alteração das características naturais do relevo, principalmente pelas práticas de terraplenagem, gerando cortes e aterros na superfície.

A ADA do projeto é marcada predominantemente pelo modelado de relevo antropogênico, devidos as atividades minerárias, estando os maciços das barragens na cota aproximada de 900m. Ademais, as estruturas associadas às barragens, como acessos e áreas de reservatório, ocupam áreas significativas da ADA, juntamente com a pilha de estéril na porção norte.

Diante dessa contextualização, conclui-se que todas as estruturas de mineração e as condições físicas da ADA devem ser contempladas nos projetos de engenharia, de modo que seja garantido a estabilidade das áreas e a conclusão das atividades previstas de descaracterização das estruturas.

6.1.6. Pedologia

6.1.6.1. Metodologia

Para a caracterização pedológica das áreas de estudo do meio físico e da ADA do projeto, foram consultadas a base de geociências do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que disponibiliza o Mapa de Solos do Brasil em escala 1:250.000 (IBGE, 2021). Complementarmente, também foi consultado o Volume 5 – Pedologia do Projeto APA SUL RMBH (Shinzato *et al*., 2005). Embora esse mapeamento não abranja toda a ADA, trata-se de um estudo relevante que possibilita a compreensão do contexto local, especialmente considerando que algumas estruturas do projeto estão inseridas nessa escala de mapeamento (1:50.000). Além disso, foram analisados artigos científicos e estudos técnicos relacionados às estruturas que compõem a ADA do projeto.

6.1.6.2. Pedologia da Área de Estudo Regional

A base de dados do Mapa de Solos do Brasil (IBGE, 2021) apresenta três tipologias de solos na Área de Estudo Regional do Meio Físico (AERMF): Neossolo Litólico Distrófico Típico, Cambissolo Háplico Alumínico e Área Urbana.

No estudo *Solos do Quadrilátero Ferrífero sob Diferentes Coberturas Vegetais e Materiais de Origem*, do Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 264 da Embrapa Solos, foram realizados estudos pedológicos em três áreas de extração de minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero: Sabará (Mina Córrego do Meio), Nova Lima (Mina Miguelão) e Brumadinho (Mina Córrego do Feijão). Cabe ressaltar que esses estudos não contemplaram diretamente a AERMF; no entanto, trata-se de áreas que apresentam similaridades do ponto de vista do meio físico. Dentre os resultados do referido estudo, destacam-se os Cambissolos Háplicos, associados a rochas metassedimentares e relevo acidentado, de baixa fertilidade natural, geralmente álicos e epipedregosos. Já nos campos rupestres, predominaram os Neossolos Regolíticos, ocorrentes em relevo ondulado a suavemente ondulado (COELHO *et al*., 2017).

O Quadrilátero Ferrífero possui uma área total aproximada de 700 mil hectares, dos quais cerca de 90.800 hectares (aproximadamente 13%) são compostos por formações ferríferas. Essas unidades são caracterizadas por solos predominantemente rasos e com elevada concentração de ferro, destacando-se classes como Neossolos Litólicos e Cambissolos (SCHAEFER *et al*., 2015 apud Shinzato *et al*., 2005).

6.1.6.2.1. Neossolos Litólicos

Os Neossolos Litólicos são assim definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018):

> *Solos com contato lítico ou lítico-fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, apresentando horizonte A ou hístico diretamente sobre a rocha, sobre um horizonte C ou Cr, ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos grosseiros (por exemplo, cascalheira de quartzo) com diâmetro superior a 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões). Admitem um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a nenhum tipo de horizonte B diagnóstico.*

Predominantemente distróficos, esses solos apresentam saturação por bases inferior a 50%, o que, somado à baixa profundidade efetiva, impõe severas limitações ao desenvolvimento radicular da maioria das espécies cultivadas. O horizonte A, geralmente com textura variando entre média e argilosa, apresenta considerável pedregosidade e rochosidade. Além disso, sua reduzida espessura e a acentuada declividade dos terrenos onde ocorrem tornam esses solos altamente suscetíveis à erosão. Em razão dessas limitações, são classificados como de baixa aptidão agrícola, sendo mais apropriados para a conservação da vegetação nativa e da fauna associada (SHINZATO *et al*., 2005).

6.1.6.2.2. Cambissolo Háplico

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos apresenta a seguinte definição para os Cambissolos (EMBRAPA, 2018):

> *Solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que, em qualquer dos casos, não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos e Organossolos. Têm sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características desses solos variam muito de um local para outro.*

Os Cambissolos Háplicos predominam em terrenos de relevo fortemente ondulado e montanhoso, sendo o relevo ondulado também uma característica comum. Devido à sua baixa profundidade e à reduzida taxa de infiltração, esses solos são altamente suscetíveis à erosão. Essas condições, associadas à topografia da região, contribuem para o aumento do escoamento superficial, intensificando o transporte de sedimentos.

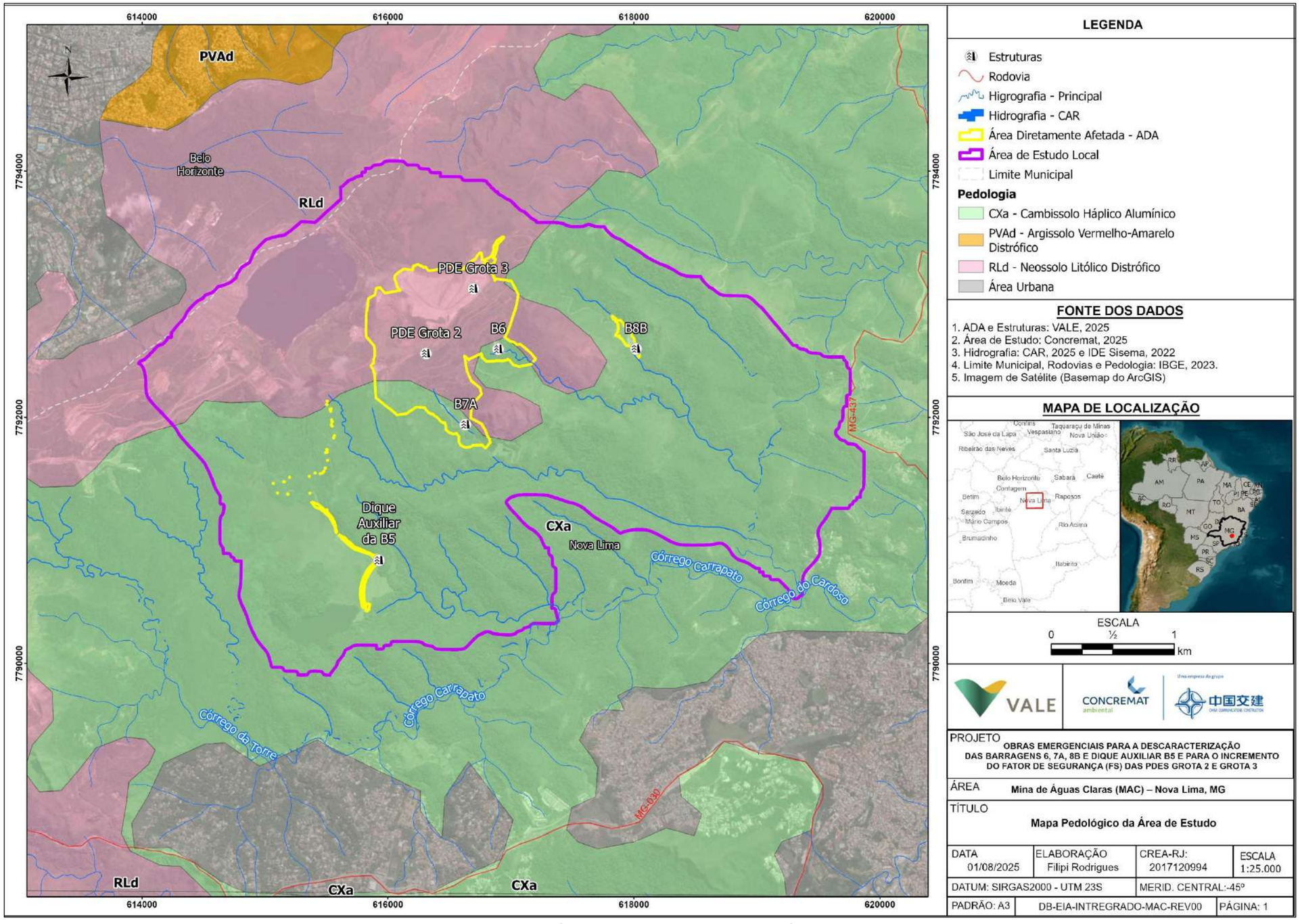
Estes solos geralmente ocupam áreas côncavas em encostas íngremes e costumam estar associados a Latossolos Vermelho-Amarelos ou Latossolos Vermelhos. O que os diferencia desses solos é a menor espessura do horizonte B (inferior a 50 cm), a maior proporção de silte e a presença de minerais pouco intemperizados. Também são comuns em áreas escarpadas e íngremes de serras, onde coexistem com Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos. Nessas regiões, os Cambissolos Háplicos são predominantemente distróficos e podem apresentar níveis de alumínio considerados tóxicos (SHINZATO *et al*., 2005).

6.1.6.3. Pedologia da Área de Estudo Local

Tanto a Área de Estudo Local do Meio Físico (AELMF) quanto a ADA do projeto apresentam as mesmas classes de solos descritas anteriormente. Na ADA, os Neossolos Litólicos concentram-se nas áreas de maior altitude, enquanto os Cambissolos distribuem-se nas médias vertentes. No entanto, por se tratar de uma área severamente alterada pela mineração, grande parte dos solos já não apresenta suas características naturais.

As áreas mais alteradas estão localizadas entre as barragens B7A e B6, desde os seus respectivos maciços até a porção norte da ADA. Nas demais estruturas, as áreas antropizadas concentram-se no entorno imediato das barragens, e o forte gradiente do terreno pode ter contribuído para a preservação da superfície natural nas imediações.

A **Mapa 6-7** ilustra a distribuição das classes de solos na AEL e ADA do projeto.



Mapa 6-7 - Agrupamentos de Solos na Área de Estudo Local (AEL) e da Área Diretamente Afetada (ADA).

6.1.6.4. Síntese Conclusiva

O mapa de Solos do Brasil (IBGE, 2021) indica a ocorrência de duas unidades de mapeamento nas áreas de estudos e na ADA da atividade: Cambissolo Háplico Alumínico, associado às médias vertentes, e Neossolo Litólico Distrófico, distribuído nas altas vertentes. O contexto geral de ocorrência desses solos, especialmente pela influência da topografia, indica a baixa aptidão agrícola da ADA, considerando-se a baixa capacidade de retenção de água, a deficiência química, a alta suscetibilidade à erosão e as limitações físicas que dificultam práticas agrícolas.

6.1.7. Fragilidade ambiental e suscetibilidade à erosão

O conceito de fragilidade ambiental refere-se à vulnerabilidade de um ambiente às alterações nos diferentes componentes da natureza, ou seja, este conceito busca quantificar a capacidade do ambiente de resistir a impactos negativos sem sofrer danos irreversíveis. Nesse aspecto, o mapa de fragilidade ambiental constitui uma importante ferramenta ao estudo de impactos ambientais e ao planejamento de uso de uma região.

Para o presente caso, a fragilidade foi determinada com base nas informações geológicas, pedológicas e de declividade dentro da Área de Estudo Local (AEL) do meio físico, e se baseou nos modelos empíricos propostos por Ross (1994). Tal abordagem determina que cada um dos parâmetros mencionados seja dividido em cinco classes relacionadas a fragilidade, as quais serão posteriormente combinadas para a obtenção de um mapa de fragilidade ambiental.

Para a categorização dos valores de declividade foi utilizada a classificação presente no próprio trabalho de Ross (1994), a qual é a presentada no **Quadro 6-6**.

Quadro 6-6 - Categorização da declividade em relação a fragilidade.

Declividade (%)	d ≤ 6	6 < d ≤ 12	12 < d ≤ 20	20 < d ≤ 30	30 < d
Fragilidade	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta

Em relação aos solos, embora o trabalho supracitado apresente uma classificação de fragilidade alta para cambissolos, não havia uma classificação para a classe neossolos litólicos, também mapeada na região estudada. Dessa forma, a categorização deste solo foi baseada em trabalhos que comparavam o fator erodibilidade (K) de neossolos com solos cuja classificação de fragilidade já era determinada, tais quais cambissolos e latossolos. Entre os trabalhos considerados é possível citar Mannigel *et al.* (2002), Macedo *et al*. (2010), Couto e

Gomes (2020), Nascimento (2020) e Nunes *et al*. (2023). O **Quadro 6-7** apresenta as classes de fragilidade atribuídas aos diferentes tipos de solo.

Quadro 6-7 - Categorização da pedologia em relação a fragilidade.

Classificação pedológica	Fragilidade
Neossolo litólico	Muito alta
Cambissolo háplico	Alta

Por fim, foi categorizada a fragilidade de cada unidade geológica mapeada. Tais classificações foram atribuídas com base na descrição da unidade presente na literatura técnica e nos documentos fornecidos. O **Quadro 6-8** apresenta a classificação supracitada.

Quadro 6-8 - Categorização da geologia em relação à fragilidade.

Descrição	Unidade	Fragilidade
Crosta laterítica ferruginosa concrecionária a colunar	Coberturas Eluvionares detrito-lateríticas	Baixa
Solo laterítico residual com concreções ferruginosas e fragmentos de quartzo	Unidade Crosta laterítica	Baixa
Intercalação de itabiritos, filitos, corpos de hematita e camadas de rocha vulcânicas máficas	Formação Cauê	Média
Filito serecítico, carbonoso, localmente pode apresentar clorita e sedimentos carbonáticos	Formação Batatal	Muito Alta
Quartzito cinza claro, fino a médio, filito síltico cinzento a verde-acinzentado com lentes de conglomerado	Formação Moeda	Baixa
Metarritimitos com predomínio de metassedimentos arenosos com camadas de metapelitos e matavulcanoclásticas subordinadas. Metagrauvacas, metasiltitos, metapelitos	Membro Ribeirão Comprido	Média
Metarritimitos com predomínio de metapelitos. Interpretados como metaturbiditos, são filitos de difetentes composições	Membro Ribeirão do Gaia	Alta
Intercalações de rochas metavulcanoclásticas de natureza pelítica, psamítica e psefítica, com termos piroclásticos predominando sobre epiclásticos. Constituem xistos ricos em clorita e sericita e formação ferrífera bandada	Formação Mestre Caetano	Alta
Intercalações de xistos (metabasalto, metandesito, metatufo), serpentinita, metachert, formações ferríferas bandadas, filito e vulcânica félsica	Formação Morro Vermelho	Muito Alta

Uma vez definidas as classificações de cada parâmetro, foi atribuído um valor de 1 a 5 para cada categoria, conforme exposto no **Quadro 6-9**. Esses valores foram combinados em um sistema de informação geográfica utilizando o software QGIS e, a partir da **Equação 6-1**, foram calculados valores numéricos de fragilidade ambiental variando de 1 (Muito baixo) a 5 (Muito alto) para toda a área de estudo.

Quadro 6-9 - Valores atribuídos a cada categoria.

Fragilidade	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Valor	1	2	3	4	5

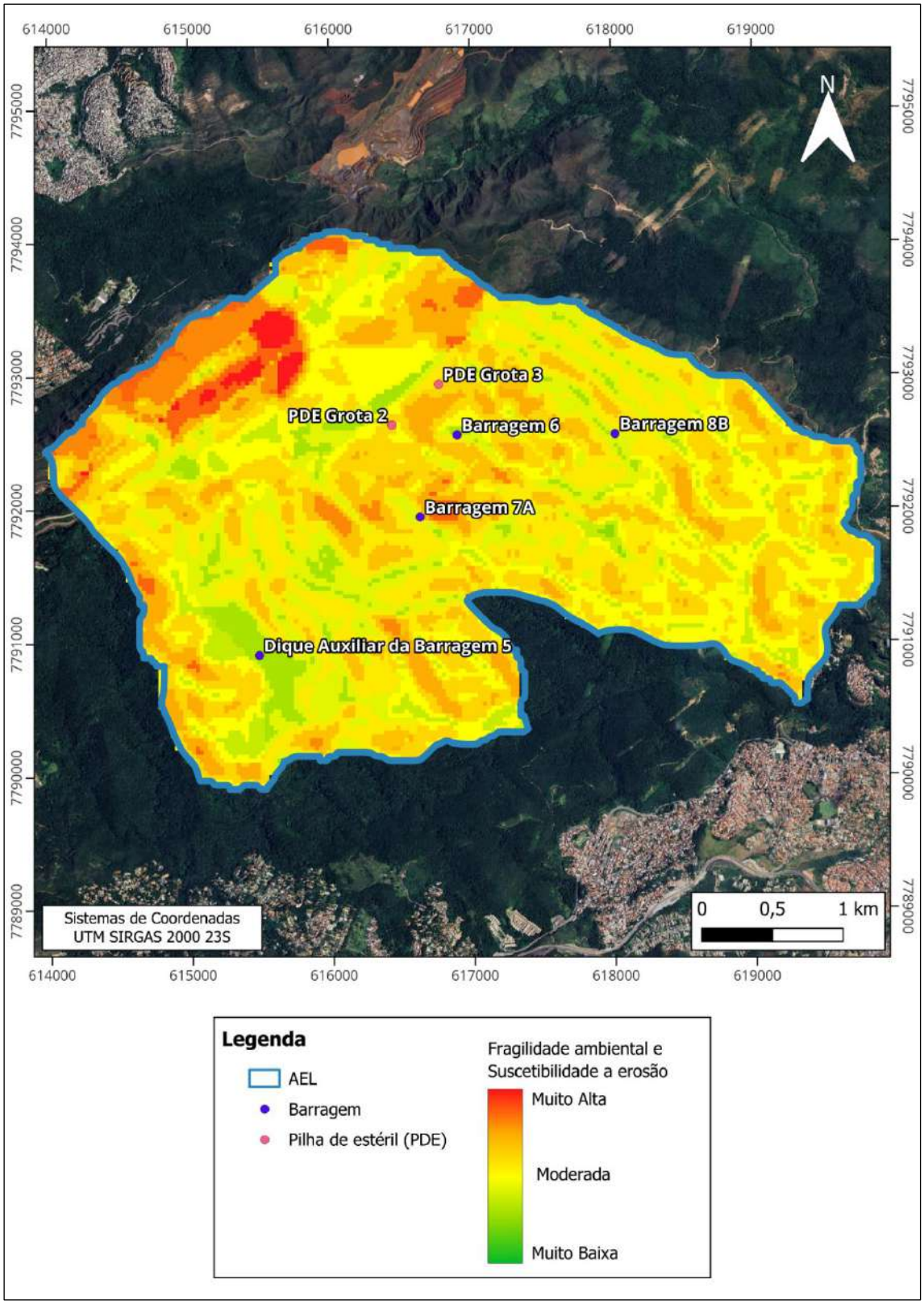
$$\frac{\big((Declividade) \times 2\big) + Pedologia + Geologia}{4}$$

Equação 6-1 – Expressão utilizada para determinação da fragilidade ambiental.

Destaca-se que o peso atribuído à declividade foi igual à soma dos pesos atribuídos a geologia e pedologia. Tal abordagem se justifica em considerar igualmente os materiais que compõem o terreno e sua geomorfologia.

No que tange a susceptibilidade à erosão, é possível afirmar que a fragilidade ambiental determinada a partir da metodologia utilizada no presente tópico é diretamente correlacionável a este parâmetro. Dessa forma a **Mapa 6-8** apresenta o mapa de susceptibilidade à erosão e fragilidade ambiental obtido através da metodologia descrita acima, destacando-se a localização das estruturas em estudo (Dique Auxiliar da Barragem 5, Barragens 6, 7A e 8B, além das PDE's Grota 2 e 3).

Conforme apresentado, destaca-se que as PDE's Grota 2 e 3 se localizam em uma área de fragilidade ambiental e susceptibilidade à erosão variando, predominantemente, de moderada a alta, enquanto o Dique Auxiliar da Barragem 5 e as Barragens 6, 7A e 8B estão enquadradas em área de fragilidade de moderada a baixa. O presente mapa busca apresentar uma caracterização mais regionalizada da AEL.



Mapa 6-8 - Mapa de susceptibilidade à erosão e fragilidade ambiental, levando em consideração geologia, pedologia e declividade.

6.1.8. Espeleologia

Conforme exigido pelo ANEXO I da Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, para os empreendimentos inseridos em área de grau de potencialidade cárstica "Muito Alto" ou "Alto", conforme o mapa do CECAV, devem ser desenvolvidos estudo de prospecção espeleológica.

O estudo referente à Mina de Águas Claras foi elaborado pela equipe de espeleologia da Vale, sendo apresentado a seguir, acompanhado da respectiva ART e CTF do especialista responsável.

ESPELEOLOGIA

Em Minas Gerais a Deliberação Normativa COPAM Nº. 217/2017 estabelece os critérios locacionais para o enquadramento de empreendimentos passíveis de licenciamento ambiental. Um dos critérios se refere à localização do empreendimento com relação à potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas:

- "Localização prevista em área de alto ou muito alto grau de potencialidade de ocorrência de cavidades, conforme dados oficiais do CECAV- ICMBio."
- Aqueles empreendimentos inseridos em área de grau de potencialidade "Médio", "Baixo", e com "Ocorrência Improvável" deverão seguir os procedimentos previstos na Instrução de Serviço da SEMAD No. 08/2017 – Revisão 1.

A ADA deste projeto suporta as seguintes estruturas:

i) Indivíduos arbóreos no dique Auxiliar da Barragem B5, contempla a supressão vegetal de 19 indivíduos arbóreos;

ii) Reforço e descaracterização da Barragem B6;

iii) Descaracterização da Barragem 7A e

iv) Descaracterização da Barragem 8B;

v) Descaracterização do Dique Auxiliar B5;

vi) Atividades preliminares da descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem B5: Contenção provisória.

Todas estas estruturas estão inseridas dentro da mina de Águas Claras, do município de Nova Lima, estado de Minas Gerais (Figura 1).

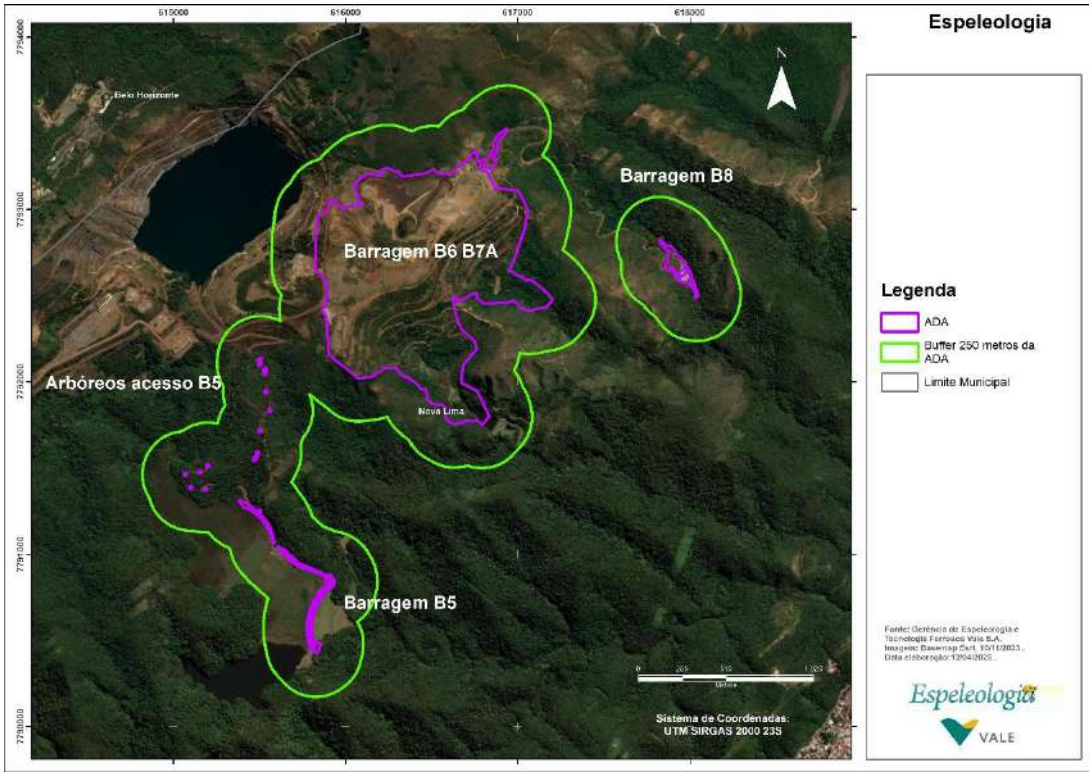


Figura 1 – Localização das estruturas dentro ADA em relação à mina de Águas Claras.

A localização das estruturas que formam parte da ADA, de acordo com a distribuição geográfica das unidades no Brasil está inserida na **Província Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero** e, como Escala Local, a **Unidade Geomorfológica Quadrilátero Oeste,** representada pela **Serra do Curral** (Figura 2).

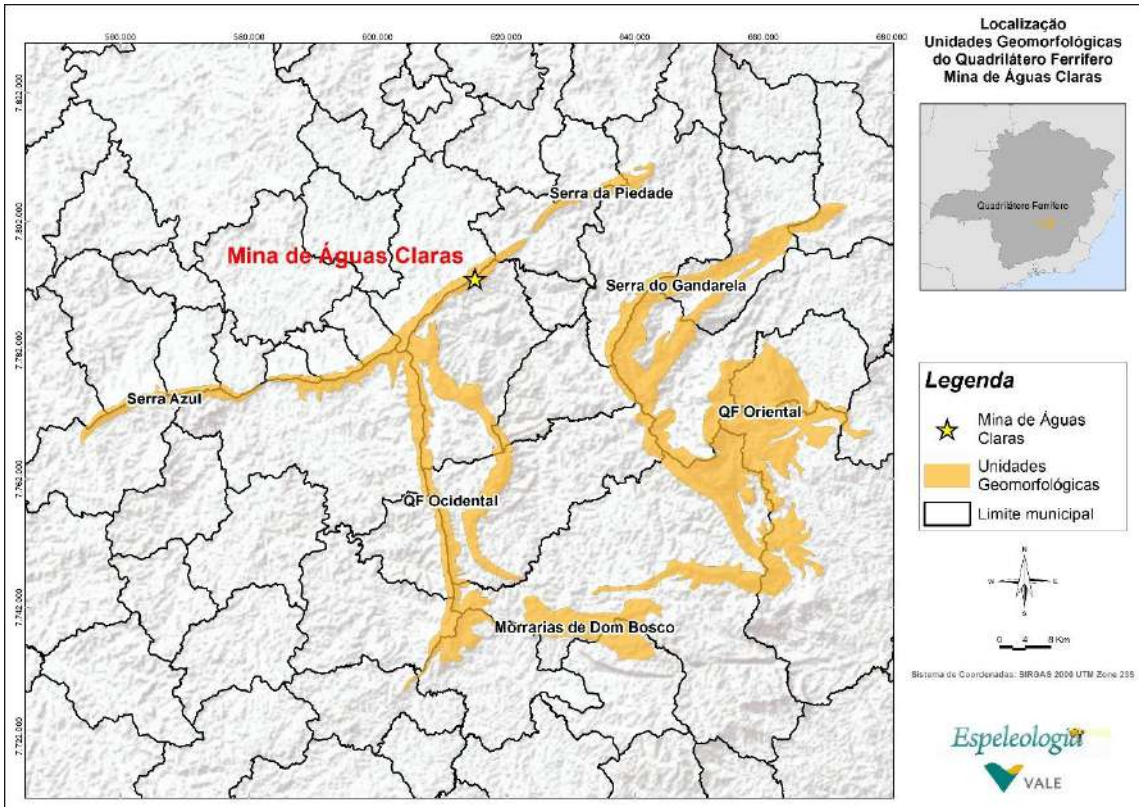


Figura 2 – Localização da ADA no contexto das unidades geomorfológicas em Minas Gerais (Quadrilátero Oeste), inserida na Serra do Curral.

Metodologia

A apresentação dos dados a seguir segue conforme a deliberação COPAM descrita a seguir**:**

- *"A Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017 estabelece, em sua Tabela 4, os critérios locacionais para o enquadramento de empreendimentos passíveis de licenciamento ambiental".*

O critério abaixo relacionado se refere à localização do empreendimento com relação à potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas:

Critério Locacional de Enquadramento previsto pela DN COPAM 217/2017	Peso
Localização prevista em área de alto ou muito alto grau de potencialidade de ocorrência de cavidades, conforme dados oficiais do CECAV-ICMBio.	1

Para a avaliação do critério locacional em questão, deverá ser consultado o mapa de potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas elaborado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV/ICMBio. O mapa encontra-se disponível na IDE-SISEMA (http://www.idesisema.meioambiente.mg.gov.br/) e no seguinte link:

http://www.icmbio.gov.br/cecav/projetos-e-atividades/potencialidade-de-ocorrencia-de-cavernas.html.

Segundo os dados oficiais do CECAV, o grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, de acordo com a litologia, é apresentado no quadro 1 a seguir:

Litotipo	Grau de Potencialidade
Calcário, Dolomito, Evaporito, Metacalcário, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	Muito Alto
Calcrete, Carbonatito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calci-silicática, Siltito e Xisto.	Médio
Anortosito, Arcóseo, Augengnaisse, Basalto, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbito, Gabro, Gnaisse, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Olivina gabro, Ortoanfibolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros litotipos.	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Turfa e outros sedimentos.	Ocorrência Improvável

Quadro 1 – Potencialidade espeleológica de acordo com os litotipos segundo (Jansen, 2012).

A área de interesse das obras de descomissionamento das estruturas, de acordo com o mapa de potencialidade do Brasil, elaborado pelo CECAV (Jansen, 2012), disponibilizado pela Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA), no local das obras, correspondem a uma abrangência de potencial **"Médio"** e no buffer uma pequena parte na região norte é limítrofe entre áreas de **"Médio"** e **"Muito Alto"** potencial (Figura 3). Uma grande área antrópica é destacada na região, de modo que o potencial nesta região é nulo ou inexistente.

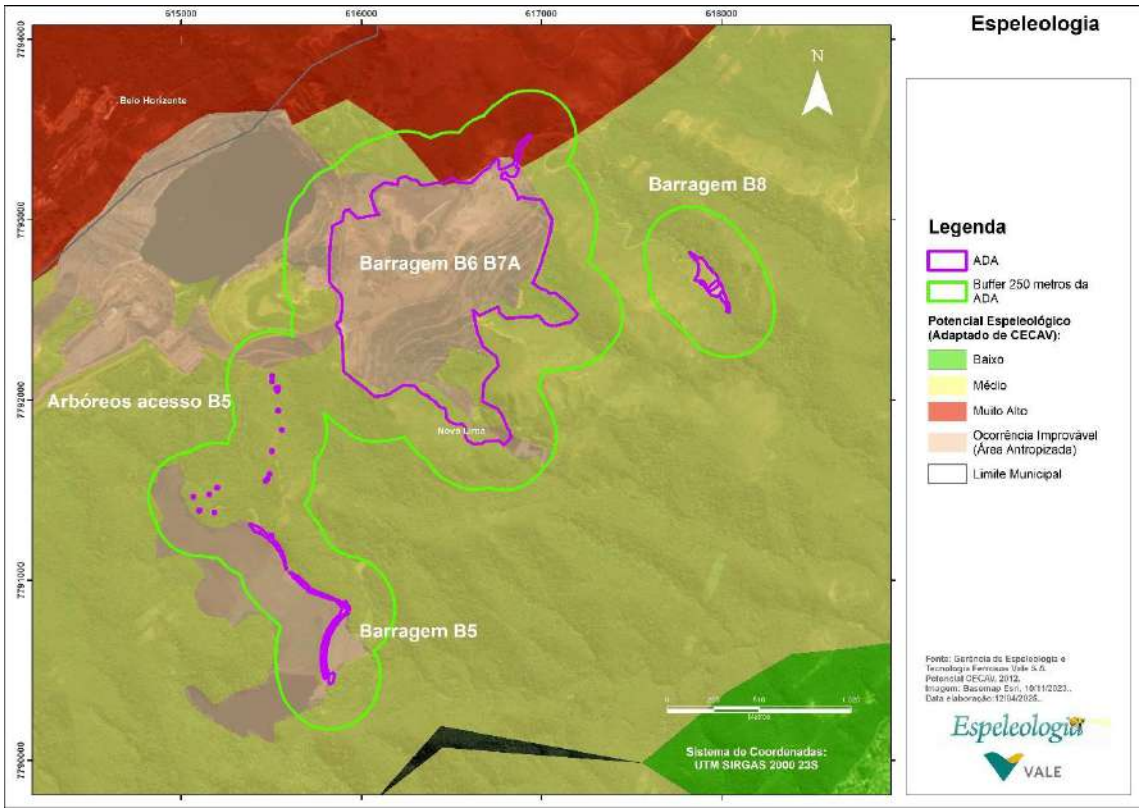


Figura 3 – Localização da ADA das obras em relação à potencialidade de ocorrência de cavidades, adaptado de CECAV (Jansen, 2012).

Localmente para todas as estruturas dentro da ADA, o contexto litológico é caracterizado pela ocorrência de filitos terrígenos, quartzo clorita xistos, quartzitos, metaconglomerados, metavulcânicas, metamáficas, entre outras rochas correlatas à formação indivisa do Grupo Nova Lima (UFOP, 2019) e em meio a solo laterítico e argilo-siltoso de alteração das rochas citadas (Figura 3 e figura 4).

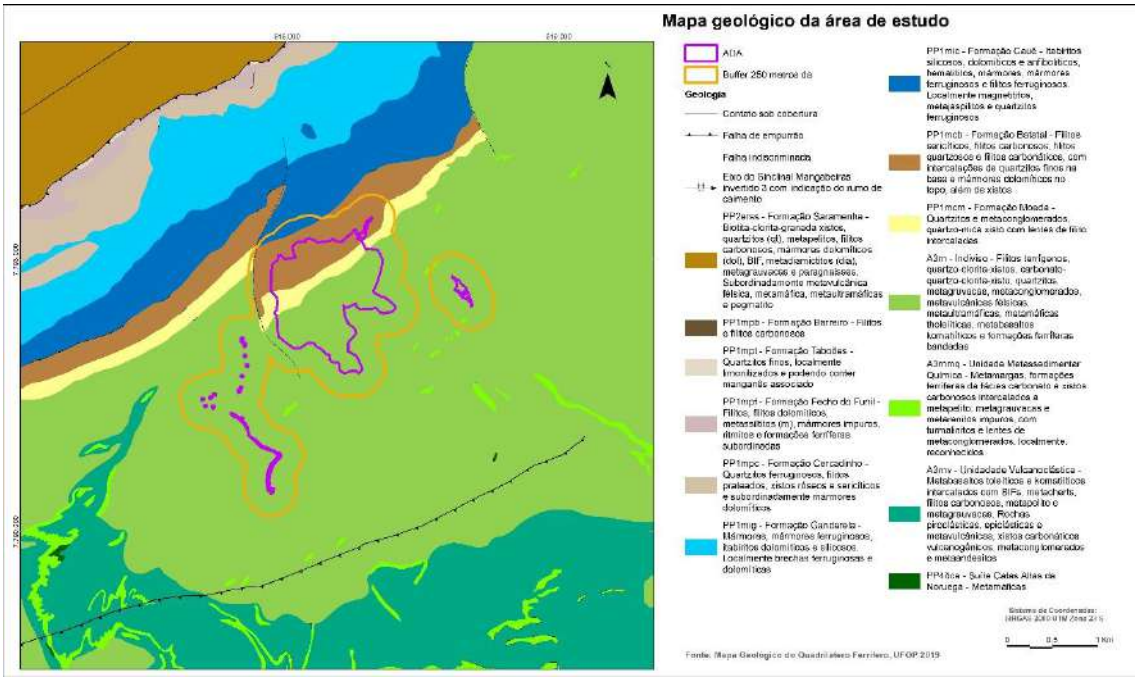


Figura 4 – Aspectos geológicos na região de estudo, exibindo os litotipos predominantes, direcionados ao potencial inexistente (UFOP 2019).

Estudos Espeleológicos

Segundo as orientações gerais sobre os estudos a serem apresentados, conforme a *Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017,* empreendimentos inseridos em área de grau de potencialidade "Muito Alto" ou "Alto", conforme o mapa do CECAV, deverão apresentar os seguintes estudos espeleológicos:

i) *Prospecção espeleológica sobre a ADA do empreendimento e sobre seu entorno em um raio de 250 metros, conforme o ANEXO I (Diretrizes para elaboração de relatório de Prospecção Espeleológica) do Termo de Referência para Critério Locacional (TRCL);*

ii) *Caracterização das cavidades, que deverá seguir os critérios básicos do CECAV, conforme o ANEXO III do TRCL;*

iii) *Avaliação dos impactos da atividade ou do empreendimento sobre o patrimônio espeleológico, que deverá considerar todos os impactos reais e potenciais sobre todas as cavidades identificadas na ADA e no seu entorno de 250m, bem como sobre suas respectivas áreas de influência, visando identificar se os impactos negativos são reversíveis ou irreversíveis, conforme o ANEXO III do TRCL;*

iv) *Caso haja impactos irreversíveis na área de influência das cavidades naturais subterrâneas sem que seja afetada a integridade física e ecológica da cavidade, será solicitado o estudo de área de influência, conforme ANEXO II do TRCL;*

v) Caso haja impactos negativos irreversíveis nas cavidades naturais subterrâneas ou na área de influência final das cavidades de forma a afetar a integridade física e ecológica da cavidade, o empreendedor deverá apresentar estudo de definição de grau de relevância, conforme metodologia proposta pela Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiental Nº 02/2017, bem como a proposta de compensação espeleológica, conforme critérios estabelecidos pela Instrução de Serviço da SEMAD Nº 08/2017.

i) Prospecção espeleológica sobre a ADA do empreendimento e sobre seu entorno em um raio de 250 metros;

Para as estruturas inseridas na ADA, dentro da Mina de Águas Claras (MAC) como um todo, destacam-se estudos espeleológicos iniciais efetuados em 2005-2006, pela MBR como cumprimento de uma das condicionantes da época para o licenciamento ambiental em Capão Xavier, solicitando a elaboração de inventário de cavidades em minério de ferro, relacionado ao processo de licenciamento desta mina. Neste inventário, desenvolvido pela empresa PRCZ (Auler e Piló, 2006), não identificaram cavidades na ADA do empreendimento nem na sua área de entorno de 250m.

Posteriormente, estudos realizados pela CARSTE (2010) vinculados à Reserva Particular do Patrimônio Natural da Mata do Jambreiro (RPPN da Mata do Jambreiro), localizada no município de Nova Lima, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais (Figura 5), percorreram 159 quilómetros totalizando 881 hectares e não identificaram nenhuma cavidade vinculada à ADA deste projeto.

A Figura 5, apresenta o compilado dos trabalhos de prospecção realizados na área. Como destacado anteriormente, as prospecções ocorridas visaram fazer os caminhamentos de acordo com o grau de potencial observado no local (médio à baixo), em regiões não antropizadas. As prospecções iniciaram-se já com as estruturas deposicionais de contenção de sedimentos existentes e foram feitas pela empresa PRCZ (2006). Posteriormente foram complementadas prospecções na Mata do Jambreiro, executada pela empresa CARSTE (2010). Ambos dos estudos consideram a ADA incluído seu entorno de 250m e não identificaram cavernas (Figura 6).

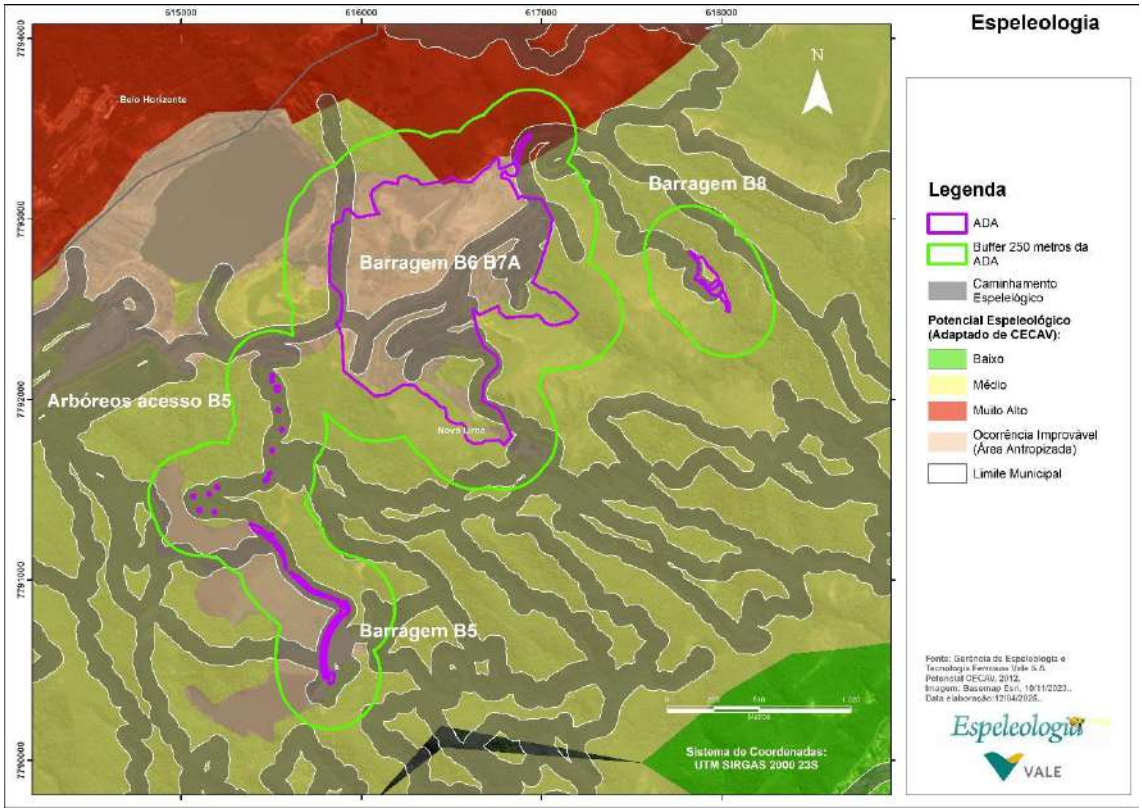


Figura 5 – Prospecção espeleológica na ADA do projeto em relação ao Potencial CECAV.

Salienta-se, grande parte da região da ADA é de alta declividade (> 45 %) limitando as prospecções, devido a impedimentos de segurança (Figura 6). Das áreas, com litologia de xistos e filitos, tem-se grande parte já antropizada, onde não tem probabilidade de encontrar feições espeleológicas, devido a área ter sido terraplanada ou taludada.

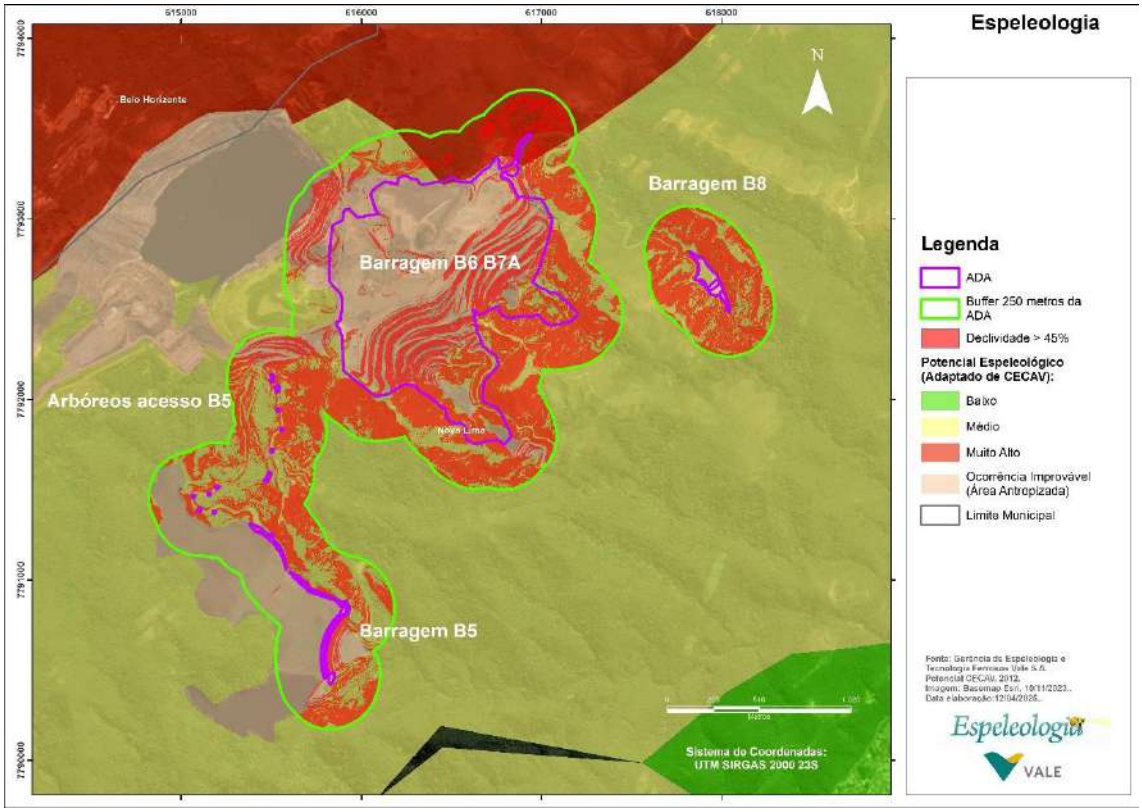


Figura 6 – Mapa de declividade da ADA e o buffer de 250m sinalizando a dificuldade da prospecção.

ii) Caracterização das cavidades, que deverá seguir os critérios básicos do CECAV, conforme o ANEXO III do TRCL;

Por não terem sido encontradas cavidades dentro da área de interesse do projeto para fins de licenciamento no que tange o patrimônio espeleológico, este item não é aplicável.

iii) ***Avaliação dos impactos da atividade ou do empreendimento sobre o patrimônio espeleológico, que deverá considerar todos os impactos reais e potenciais sobre todas as cavidades identificadas na ADA e no seu entorno de 250m, bem como sobre suas respectivas áreas de influência, visando identificar se os impactos negativos são reversíveis ou irreversíveis, conforme o ANEXO III do TRCL;***

Por não terem sido encontradas cavidades dentro da área de interesse do projeto para fins de licenciamento no que tange o patrimônio espeleológico, este item não é aplicável.

iv) ***Caso haja impactos irreversíveis na área de influência das cavidades naturais subterrâneas sem que seja afetada a integridade física e ecológica da cavidade, será solicitado o estudo de área de influência, conforme ANEXO II do TRCL;***

Por não terem sido encontradas cavidades dentro da área de interesse do projeto para fins de licenciamento no que tange o patrimônio espeleológico, este item não é aplicável.

v) ***Caso haja impactos negativos irreversíveis nas cavidades naturais subterrâneas ou na área de influência final das cavidades de forma a afetar a integridade física e ecológica da cavidade, o empreendedor deverá apresentar estudo de definição de grau de relevância, conforme metodologia proposta pela Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiental Nº 02/2017, bem como a proposta de compensação espeleológica, conforme critérios estabelecidos pela Instrução de Serviço da SEMAD Nº 08/2017****;*

Por não terem sido encontradas cavidades dentro da área de interesse do projeto para fins de licenciamento no que tange o patrimônio espeleológico, este item não é aplicável.

Considerações Finais

Não ocorrem cavidades na ADA deste projeto nem no entorno de 250m. As rochas encaixantes são quartzo xistos impuros e filitos intemperizados ou xistos alterados, onde de acordo com o quadro 1, indica a potencialidade espeleológica de baixo a médio potencial.

Diante do exposto, no que diz respeito ao patrimônio espeleológico, não existem cavidades naturais subterrâneas vinculadas nesta ADA nem no seu entorno imediato (250 metros).

Portanto, não há necessidade de estudos espeleológicos complementares tendo em vista a ausência de elementos específicos ou a não favorabilidade de ocorrência de cavidades nas litologias predominantes do local.

Bibliografia

AULER & PILÓ (2006). Inventário de cavernas em canga e minério de ferro nas áreas de concessão mineral da MBR e nas unidades de conservação adjacentes à mina Capão Xavier. RELATÓRIO II – FINAL DA PROSPECÇÃO. Por Dr. Luís B. Piló & Augusto S. Auler, PhD. Protocolado no órgão ambiental. Outubro de 2006. PRCZ Consultores Associados. Belo Horizonte.

CARSTE (2010). RPPN da Mata do Jambreiro, Relatório de prospecção espeleológica. Relatório Interno VALE, 18 pp.

FGS (2022). RELATÓRIO TÉCNICO – EMERGENCIALIDADE MINA DE ÁGUAS CLARAS SUPRESSÃO VEGETAL NAS BARRAGENS 6 e 7A - GER. GEOTECNIA MINAS PARALISADAS VALE. Relatório interno de avaliação das condições técnicas das barragens.

JANSEN, D.C. 2012. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000, Revista Brasileira de Espeleologia, V2 N1.

OLIVEIRA, O.A.B. de; OLIVITO, J.P.R.; RODRIGUES-SILVA, D. 2011. Caracterização da Unidade Espeleológica e das Unidades Geomorfológicas da Região do Quadrilátero Ferrífero – MG. Espeleo-Tema. v.22, n.1. 2011. p. 61-80. SBE – Campinas, SP.

PRCZ (2005). Estudos espeleológicos na área da Mina de Minério de Ferro Capão Xavier - MBR, Nova Lima, MG. Por Dr. Luís B. Piló & Augusto S. Auler, PhD e MSc Alenice Baeta e Henrique Piló. Protocolado no órgão ambiental. Outubro de 2006. PRCZ Consultores Associados. Belo Horizonte.

UFOP (2019). Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero Versão 2019, escale 1:150000, revisado e atualizado. Disponível em: https://qfe2050.ufop.br/mapa-geologico-do-quadrilatero-ferrifero-2019.

6.1.9. Recursos Hídricos

6.1.9.1. Metodologia

Para a caracterização dos recursos hídricos superficiais, iniciou-se com um levantamento e consulta a dados geoespaciais disponibilizadas pelo Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM), na Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA), e pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Localmente, utilizou-se a base de dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) para representar a rede de drenagem da Área de Estudo Local do Meio Físico (AELMF) e da Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto, além de consultas a relatórios técnicos fornecidos pelo empreendedor.

6.1.9.2. Contextualização Regional

A Divisão Hidrográfica Nacional, instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabelece as 12 Regiões Hidrográficas (RH) brasileiras. Essa divisão parte da premissa de considerar como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou subbacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, visando orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos (ANA, 2015).

A área do projeto está inserida na RH da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, que possui caráter interfederativo. De acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), essa bacia representa cerca de 8% do território brasileiro. Com aproximadamente 2.863 km de extensão e área de drenagem superior a 639.219 km², o rio nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e segue até desaguar no Oceano Atlântico, na divisa entre Alagoas e Sergipe. A bacia abrange partes das regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, englobando 505 municípios distribuídos por seis estados — Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe — além do Distrito Federal. Para fins de organização e planejamento, o território da bacia é segmentado em quatro regiões fisiográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco (**Figura 6-15**).

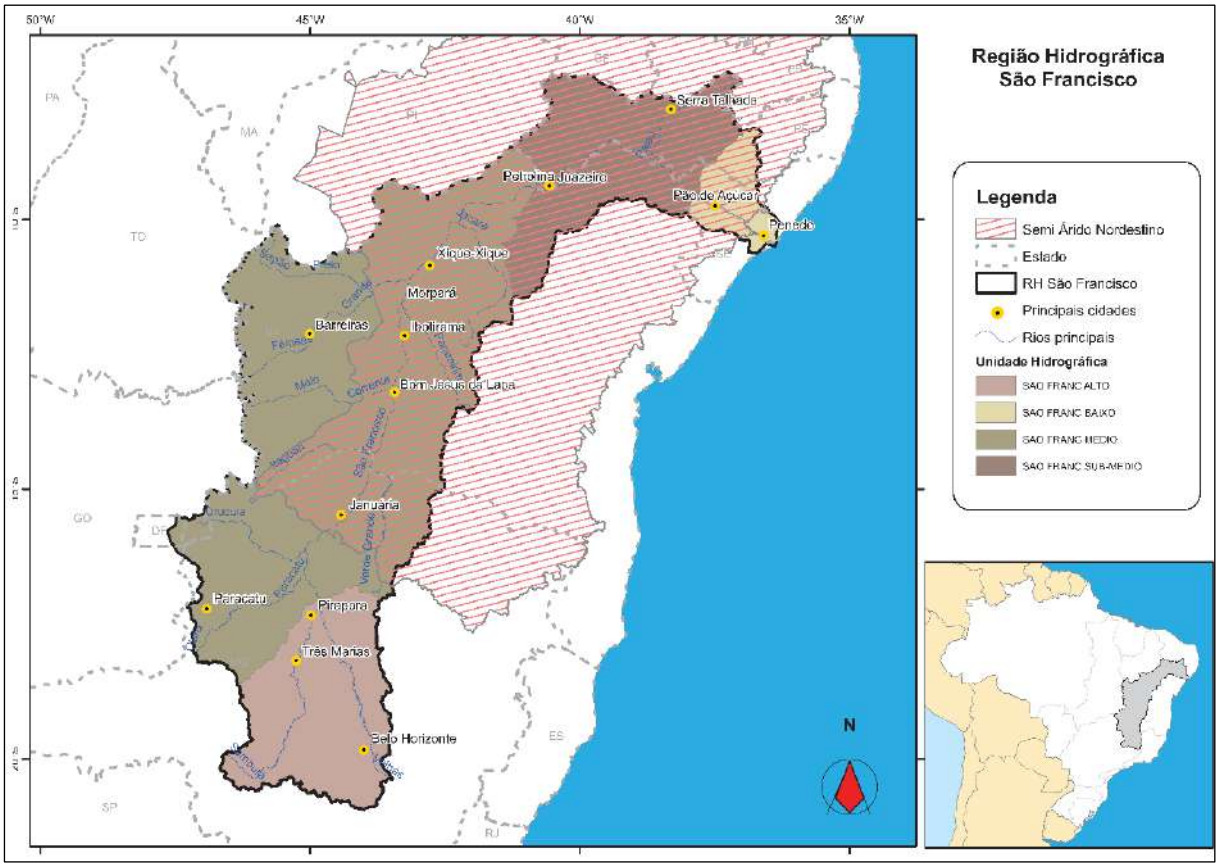
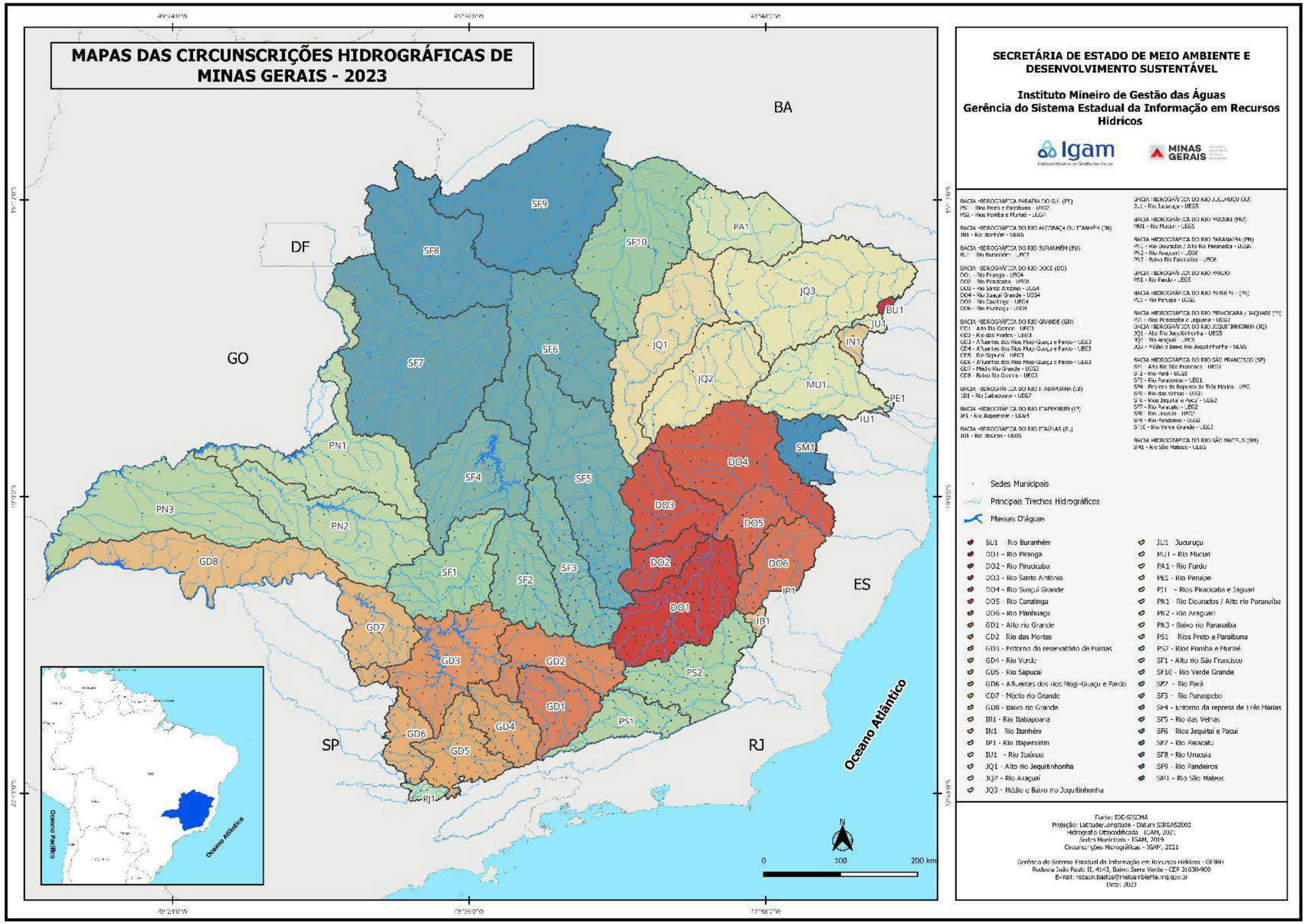


Figura 6-15 - Unidades Hidrográficas da RH São Francisco e principais cidades.

Fonte: ANA, 2015.

No Estado de Minas Gerais, foram estabelecidas as Unidades Estratégicas de Gestão (UEG) pela Deliberação Normativa CERH-MG n° 66/2020 – Anexo II. A UEG 1 - Afluentes do Alto Rio São Francisco, na qual o projeto está inserido, é composta pelas Circunscrições Hidrográficas (CH): SF1 (Afluentes do Alto São Francisco), SF2 (Rio Pará), SF3 (Rio Paraopeba), SF4 (Entorno da Represa de Três Marias) e SF5 (Rio das Velhas) (**Mapa 6-9**).

Na **Figura 6-16** é apresentada a CH SF5 (Rio das Velhas), na qual se insere a área do projeto.



Mapa 6-9 - Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais. -

Fonte: IGAM (2025). .



Figura 6-16 - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Piranga (DO1).

Fonte: CBH Velhas (2021).

6.1.9.3. Contextualização Local

Na Área de Estudo Local (AEL), está presente uma rede de drenagem com direção NE-SE, com padrão dentrítico, encaixada em pequenos vales condicionados pela litologia local, todos enquadrados como Classe 1 segundo a **Resolução CONAMA nº 357/2005**. Essa

classificação indica que as águas podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.

De maneira geral, a rede de drenagem pode ser descrita da seguinte forma: o Dique Auxiliar da barragem B5 está inserido em uma microbacia (córrego sem nome) na margem esquerda do córrego dos Carrapatos; as barragens B6, B7 e B8 estão localizadas em drenagens de 1ª ordem, individualizadas, que vertem para o córrego do Jambeiro.

Conforme previamente mencionado, as águas do Dique Auxiliar da barragem B5 escoam para o córrego dos Carrapatos. Aproximadamente 2,4 km a jusante, ocorre a confluência com outras drenagens pertencentes à Área Diretamente Afetada (ADA) da atividade, oriundas da microbacia do córrego Jambeiro, que também deságua no córrego dos Carrapatos. A partir desse ponto de junção, o curso d'água passa a ser denominado Córrego do Cardoso, conforme ilustrado na **Mapa 6-10**.

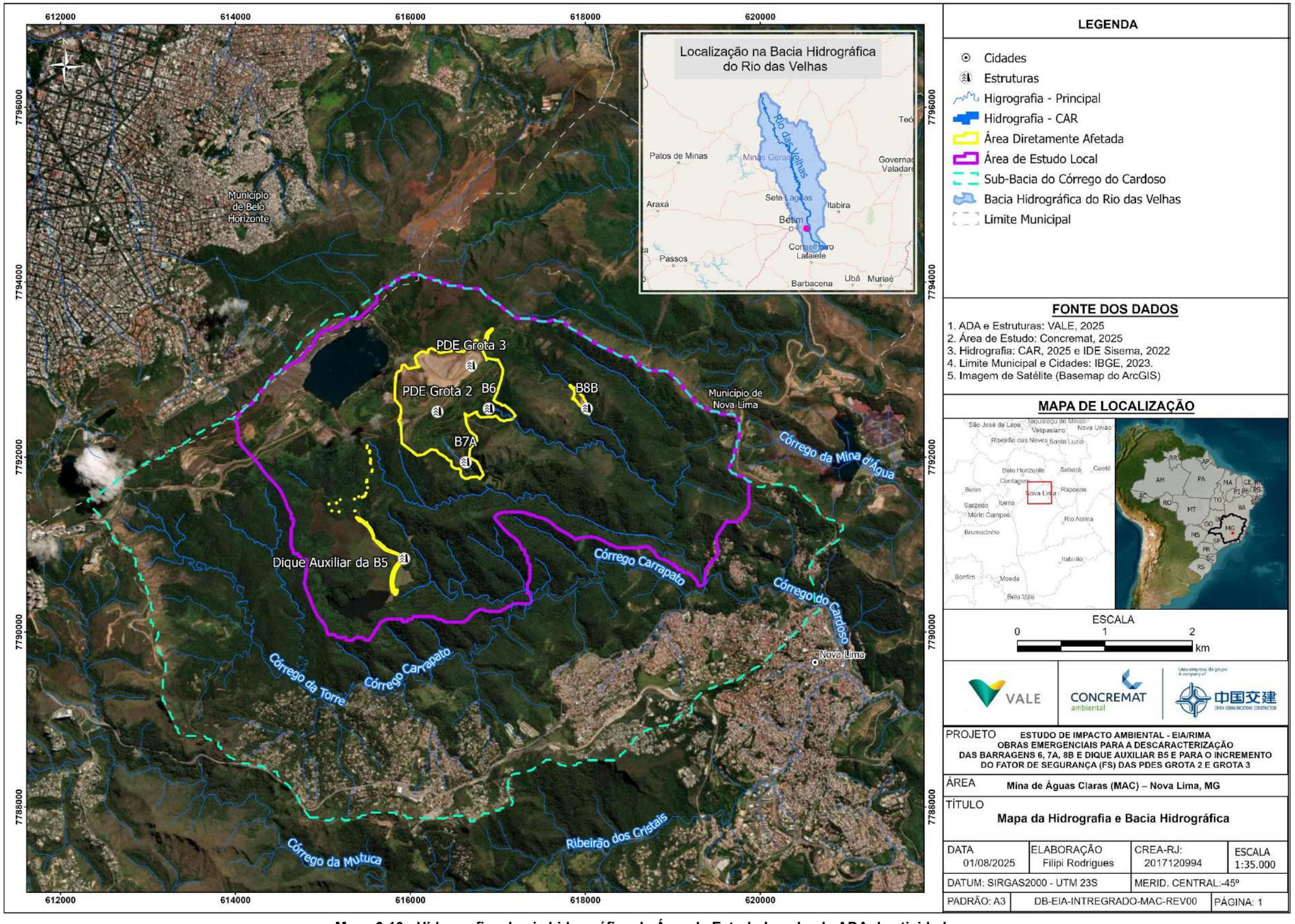
É importante ressaltar que a rede de drenagem da ADA não recebe contribuição de efluentes provenientes de áreas urbanas, tampouco possui uso voltado para fins recreativos. Contudo, essas drenagens sofreram modificações antrópicas, resultantes das atividades minerárias, o que alterou suas características naturais.

Quanto ao uso dos recursos hídricos na AELMF e ADA, foi realizado um levantamento de usuários com autorização para utilização de águas superficiais e subterrâneas. Essa pesquisa abrangeu tanto outorgas (federais ou estaduais) quanto autorizações de uso insignificante. A pesquisa baseou-se nos dados disponibilizados pela plataforma IDE-SISEMA, oriundos de levantamentos do IGAM e da ANA, onde estão registradas todas as portarias relacionadas ao uso da água. O **Quadro 6-10** apresenta as outorgas existentes na AELMF e ADA.

Quadro 6-10 - Outorgas existentes na AELMF e ADA.

Estrutura	Portaria	Modo de uso	Latitude º	Longitude º
Barragem 5	13.01.0021710.2025	Barramento sem captação	-19,975833	-43,892778
Barragem 6	2300073/2025	Barramento sem captação	-19,960028	-43,883028
Barragem 7A	13.01.0023876.2025	Barramento sem captação	-19,965556	-43,885278
Barragem 7B	2300780/2025	Barramento sem captação	-19,967222	-43,882778

Estrutura	Portaria	Modo de uso	Latitude º	Longitude º
Poço 17	2070/2017	Captação em poço	-19,958333	-43,897222
Poço 18	1431/2017	Captação em poço	-19,958611	-43,898056
Cava MAC	1975/2017	Captação em surgência	-19,958056	-43,898889
Descaracterização - Barragem 8B	1808068/2022	Canalização	-19,957339	-43,874167



Mapa 6-10 - Hidrografia e bacia hidrográfica da Área de Estudo Local e da ADA da atividade.

6.1.9.4. Síntese Conclusiva

A ADA do projeto está situada diretamente sobre os talvegues de drenagem. Essas redes não recebem contribuição de efluentes urbanos nem possuem uso voltado para fins recreativos. Contudo, essas drenagens foram alvo de modificações de origem antrópica, causadas por atividades minerárias que alteraram suas características naturais.

Essa condição locacional das estruturas geotécnicas objeto do estudo, exige a implantação de medidas de controle ambiental eficazes para a manutenção das condições pré-existentes das redes de drenagem.

6.1.10. Qualidade das Águas Superficiais

A análise da qualidade das águas superficiais possibilita identificar a influência combinada dos fatores naturais das bacias hidrográficas e como estes se articulam com as ações antrópicas no espaço geográfico. Essa dinâmica pode impactar diretamente as características físicas, químicas e biológicas da água, afetando a funcionalidade e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

6.1.10.1. Metodologia

Para avaliar a qualidade das águas superficiais do projeto, foram utilizados dados de cinco pontos de monitoramento operados pela Vale S.A. Esses pontos estão localizados na Área de Estudo Local do Meio Físico (AELMF), a jusante das estruturas avaliadas e são eles: MAC-COR-02, AGUA-MAC-04, MAC-COR-09, MAC-COR-11 e MACB7BMT020.

Nestes pontos, foram analisadas as informações obtidas nas campanhas mensais realizadas entre janeiro de 2023 e abril de 2025. Totalizando uma média de 26 campanhas de monitoramento, abrangendo 25 parâmetros. A análise seguiu os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que define diretrizes para o enquadramento dos corpos d'água em diferentes classes, e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, a qual classifica os corpos de água doce do estado de Minas Gerais em cinco classes de qualidade, conforme seus usos preponderantes e condições ambientais, e é aplicável a corpos hídricos enquadrados como Classe 1.

A verificação do enquadramento dos cursos d'água na AELMF foi realizada por meio da consulta à base de dados vetoriais da Circunscrição Hidrográfica do Rio das Velhas (SF5), disponibilizada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) na Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA).

Todos os pontos de monitoramento analisados estão inseridos em cursos hídricos enquadrados como Classe 1.

6.1.10.1.1. Rede de Amostragem

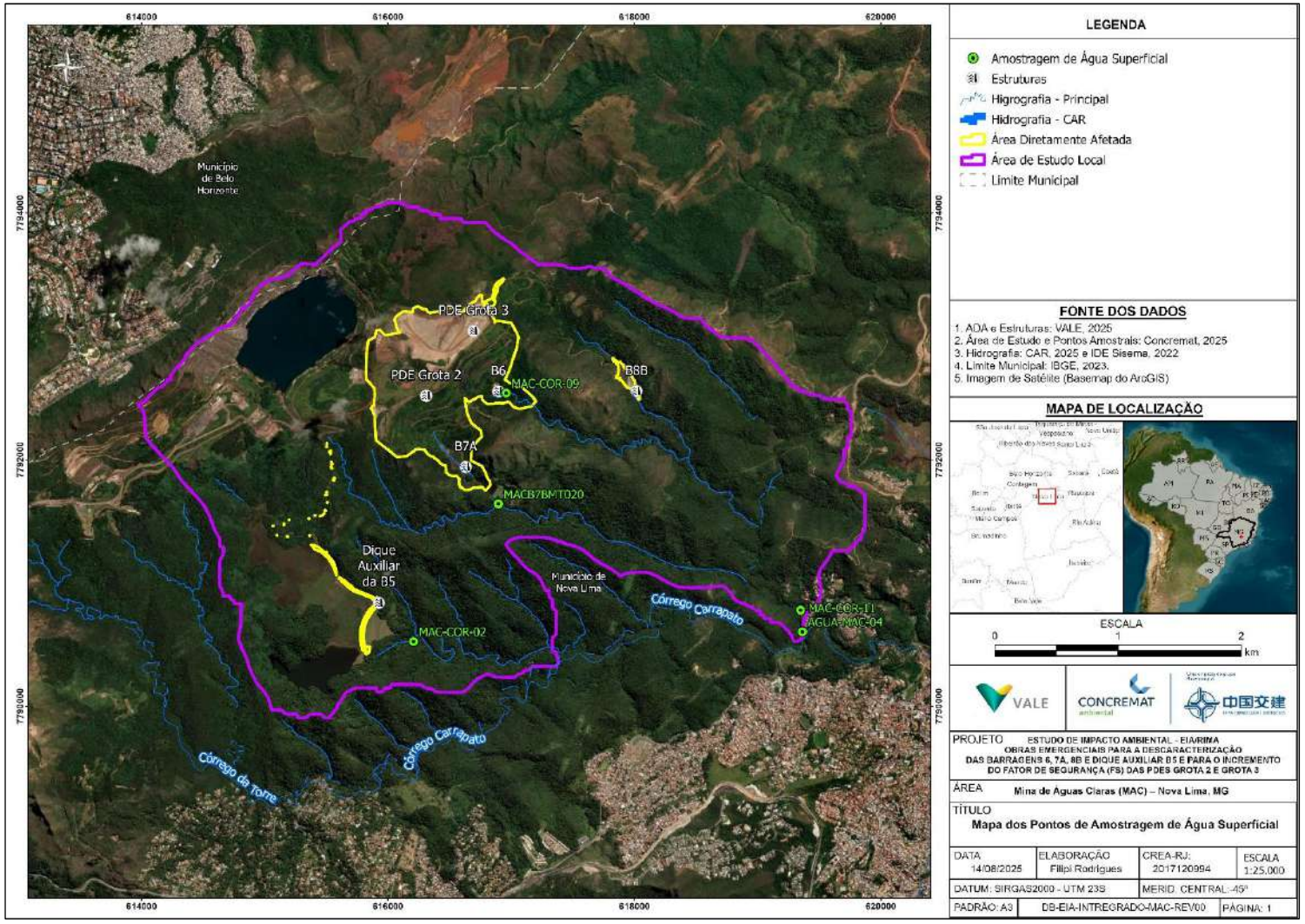
As obras do projeto interceptam cinco cursos d'água. Todos esses cursos drenam diretamente para o córrego do Cardoso, que é um afluente do Ribeirão Água Suja e pertence à bacia do rio das Velhas.

A definição dos pontos de monitoramento foi realizada considerando a representatividade da rede hidrográfica local, priorizando aqueles que, de alguma forma, possam sofrer interferências nos padrões de qualidade da água em decorrência da implantação do projeto.

As informações referentes aos pontos de monitoramento de qualidade das águas superficiais considerados neste diagnóstico estão apresentadas no **Quadro 6-11** e a localização espacial dos pontos consta na **Mapa 6-11**.

Quadro 6-11: Informações dos pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais analisados.

Pontos	Nome do curso hídrico	Descrição	Enquadramento	Coordenadas UTM / SIRGAS 2000	
				E	N
AGUA-MAC-04	Córrego do Cardoso	Localizado nas proximidades da área urbana, a jusante das estruturas geotécnicas	Classe 1	619364	7790604
MAC-COR-02	Sem nome	Ponto localizado a jusante barragem B5, na rede de drenagem da margem esquerda do Córrego Carrapato	Classe 1	616207	7790525
MACB7BMT020	Sem nome	Ponto no afluente da margem esquerda do córrego Jambeiro, localizado a jusante da barragem B7A	Classe 1	616897	7791641
MAC-COR-09	Sem nome	Ponto na microbacia de contribuição da margem esquerda do córrego Jambeiro, localizado a jusante da barragem B6	Classe 1	616960	7792540
MAC-COR-11	Sem nome	Ponto localizado nas imediações da área urbana de Nova Lima, a jusante das barragens B7A, B6 e B8	Classe 1	619350	7790779



Mapa 6-11 - Localização dos pontos de amostragem das águas superficiais.

6.1.10.2. Resultados

Com o intuito de facilitar a análise dos dados ao longo do período monitorado, serão apresentados, por meio de gráficos, apenas alguns parâmetros listados na Deliberação Normativa COPAM n° 08/2022. No Anexo 1 estão apresentados os quadros, incluindo os demais resultados dos monitoramentos da qualidade das águas superficiais realizados pela Vale S.A.

Os parâmetros que apresentaram desvios, mesmo que em uma única amostragem ao longo de todo o período avaliado, incluem: Alumínio Dissolvido, Arsênio Total, Chumbo Total, Cobre Dissolvido, Cor Verdadeira, DBO, Escherichia coli, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel, OD (in situ), pH, Turbidez e Zinco Total.

O **Quadro 6-12** apresenta a lista dos parâmetros que registraram desvios, acompanhada do número de ocorrências por ponto de monitoramento. O cabeçalho do quadro informa o total de amostras realizadas por ponto, o que permite uma interpretação mais clara e objetiva dos resultados.

Quadro 6-12 - Relação dos parâmetros que apresentaram desvios com o número de recorrência por ponto monitorado.

Parâmetros com Não Conformidade (Limite Excedido)	MAC-COR-02 (28 amostras analisadas)	AGUA-MAC-04 (21 amostras analisadas)	MAC-COR-09 (27 amostras analisadas)"	MAC-COR-11 (26 amostras analisadas)	MACB7BMT020 (28 amostras analisadas)
Alumínio Dissolvido	2	2	-	1	-
Arsênio total	-	-	1	-	-
Chumbo Total	-	1	-	-	-
Cobre Dissolvido	-	-	-	3	1
Cor verdadeira	-	2	-	-	
DBO	-	-	1	-	1
Escherichia coli	2	18	1	8	1
Ferro Dissolvido	-	-	17	-	-
Fósforo total	2	12	2	6	-
Manganês total	24	7	26	4	1
Níquel	-	-	1	1	
OD (in situ)	8	3	12	4	1
pH	3	-	-	-	-
Turbidez	-	4	4	2	-
Zinco Total	-	-	1	-	-

No caso de Escherichia coli, as ocorrências mais significativas foram nos pontos AGUA-MAC-04 (com 18 desvios entre 21 amostras analisadas) e MAC-COR-11 (com 8 desvios entre 26 amostras). Nos demais pontos, os desvios foram pontuais. É importante notar que esses dois pontos estão localizados em áreas próximas aos limites urbanos do município de Nova Lima, o que pode indicar influência da urbanização. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, embora os coliformes termotolerantes possam existir em ambientais não contaminadas, a E. coli é um indicador específico de contaminação fecal, pois seu habitat exclusivo é o intestino de humanos e animais homeotérmicos.

Quanto aos desvios de Manganês Total, aproximadamente 90% das amostras apresentaram inconformidades nos pontos MAC-COR-02 e MAC-COR-09, localizados a jusante das barragens B5 e B6, respectivamente. Desvios pontuais também foram identificados em AGUA-MAC-04, MAC-COR-11 e MACB7BMT020, sendo considerados isolados diante das características geoambientais da região. A presença de Manganês Total acima dos padrões pode estar associada à geologia do Quadrilátero Ferrífero, região rica em minerais metálicos, que afeta os corpos hídricos por processos naturais de intemperismo e drenagem, ou por ações intensificada por atividades minerárias.

Os pontos MAC-COR-02 e MAC-COR-09 também registraram as maiores ocorrências de desvios para OD *in situ*. Apesar dos valores estarem próximos ao limite mínimo estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022, os registros com desvio ainda superaram o valor de 5 mg/L. Nos demais pontos de monitoramento, os desvios desse parâmetro foram pontuais.

Em geral, os desvios observados na qualidade da água, conforme apresentado no **Quadro 6-12**, ocorreram de forma esporádica e com baixa frequência para a maioria dos parâmetros. Essa intermitência dificulta a determinação de uma causa direta, mas a presença desses elementos está intimamente ligada à complexa interação entre a geologia do Quadrilátero Ferrífero e as atividades minerárias pretéritas. O processo de intemperismo, natural na região, continua a desagregar rochas e minerais, mesmo 20 anos após a desativação da MAC, liberando elementos para os solos, sedimentos e, consequentemente, para os corpos d'água superficiais.

Os gráficos que apresentam os parâmetros com valores acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente estão distribuídos conforme os seguintes pontos de amostragem: MAC-COR-02 (**Figura 6-17** a **Figura 6-22**), AGUA-MAC-04 (**Figura 6-23** a **Figura 6-30**), MAC-COR-09 (**Figura 6-31** a **Figura 6-40**), MAC-COR-11 **Figura 6-41** a **Figura 6-48**) e MACB7BMT020 (**Figura 6-49** a **Figura 6-53**).

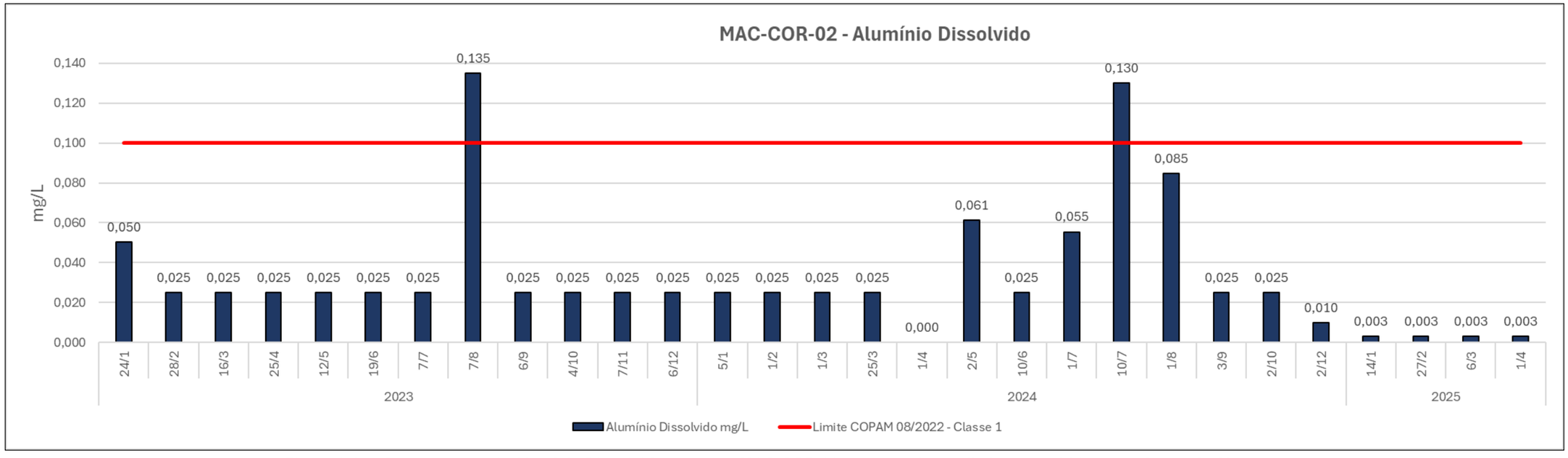


Figura 6-17 - Concentração de Alumínio Dissolvido no ponto MAC-COR-02, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

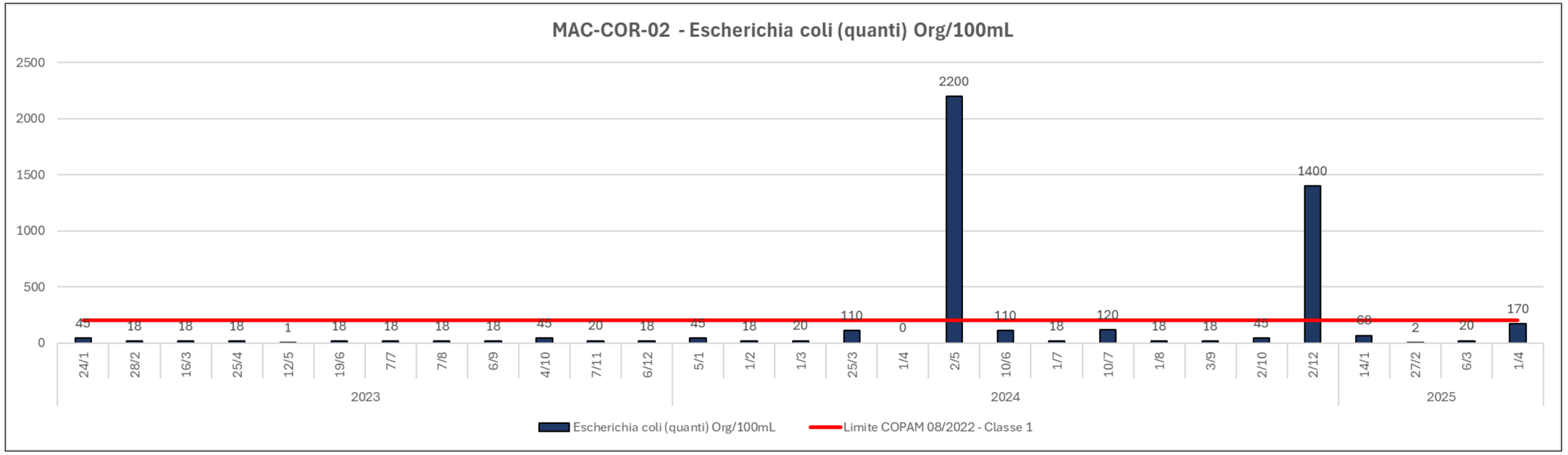


Figura 6-18 - Concentração de Escherichia coli (quanti) no ponto MAC-COR-02, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

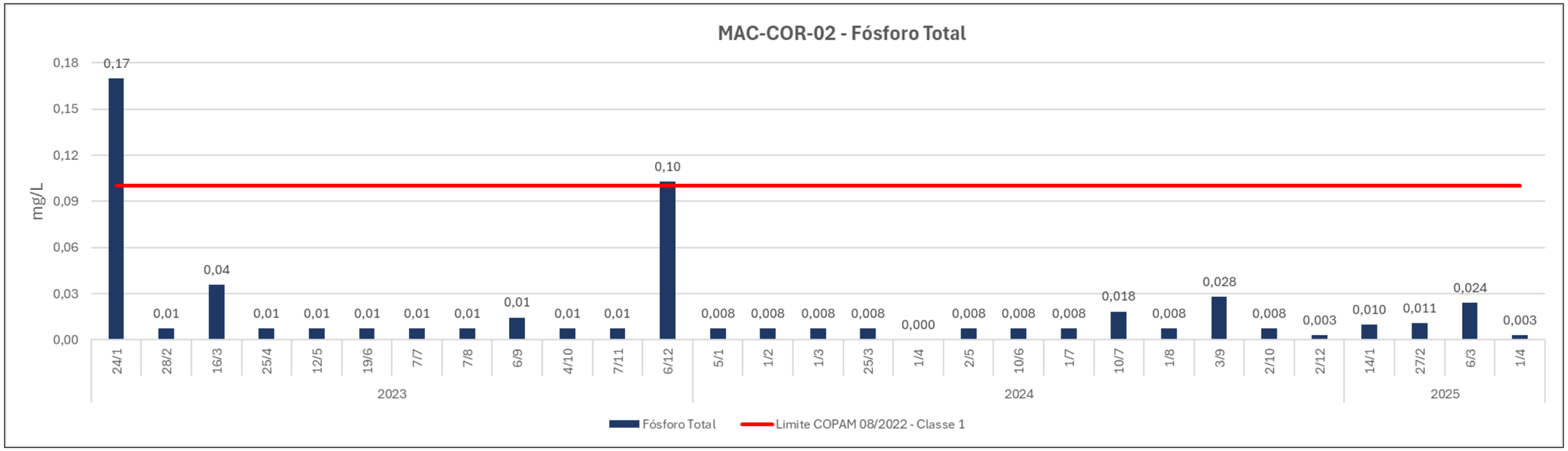


Figura 6-19 - Concentração de Fósforo Total no ponto MAC-COR-02, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

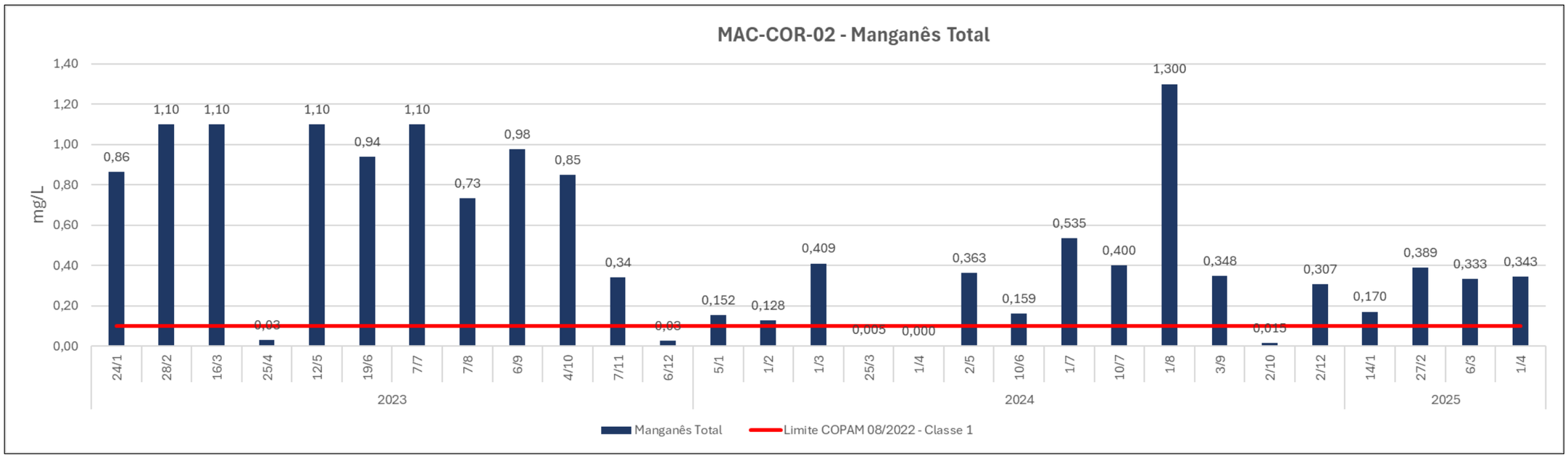


Figura 6-20 - Concentração de Manganês Total no ponto MAC-COR-02, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

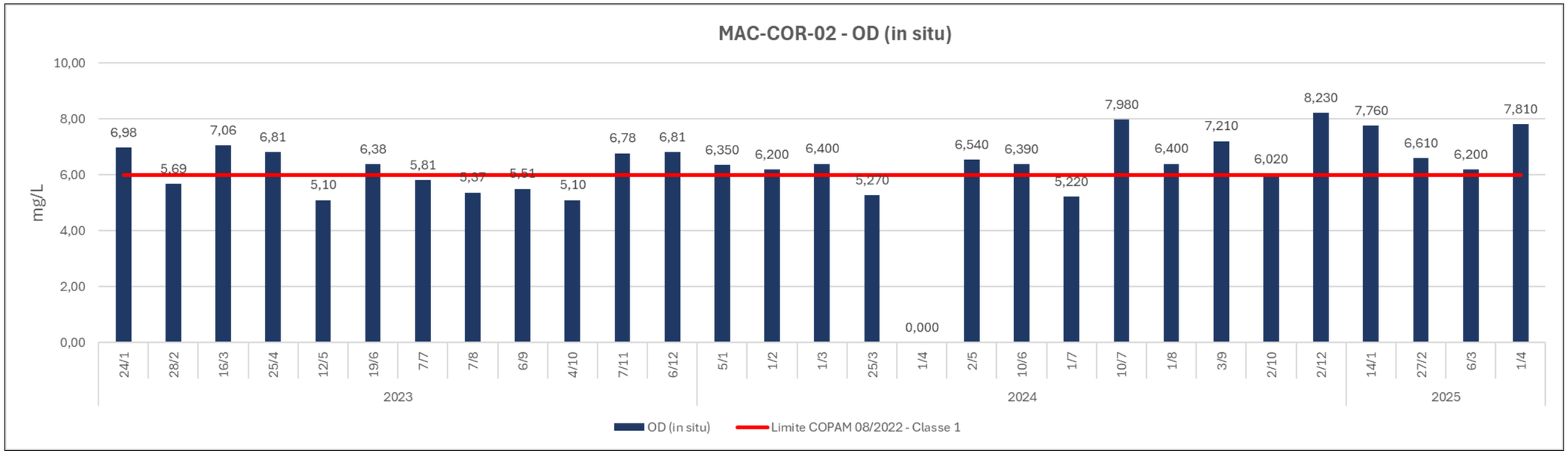


Figura 6-21 - Concentração de OD (in situ) no ponto MAC-COR-02, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

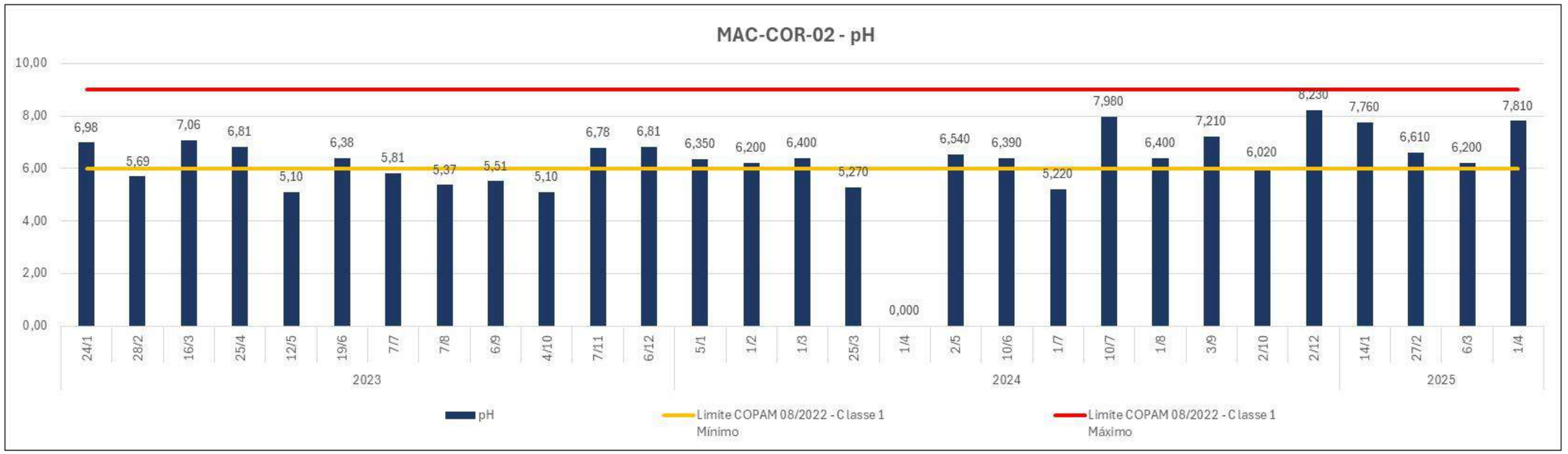


Figura 6-22 - Concentração de pH no ponto MAC-COR-02, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

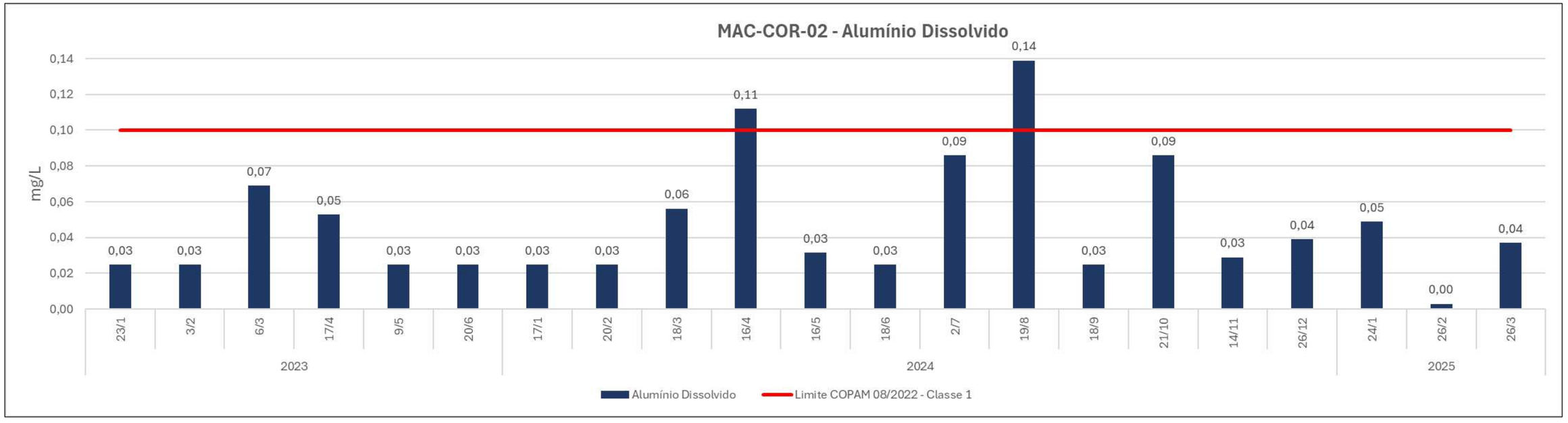


Figura 6-23 - Concentração de Alumínio Dissolvido no ponto AGUA-MAC-04, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

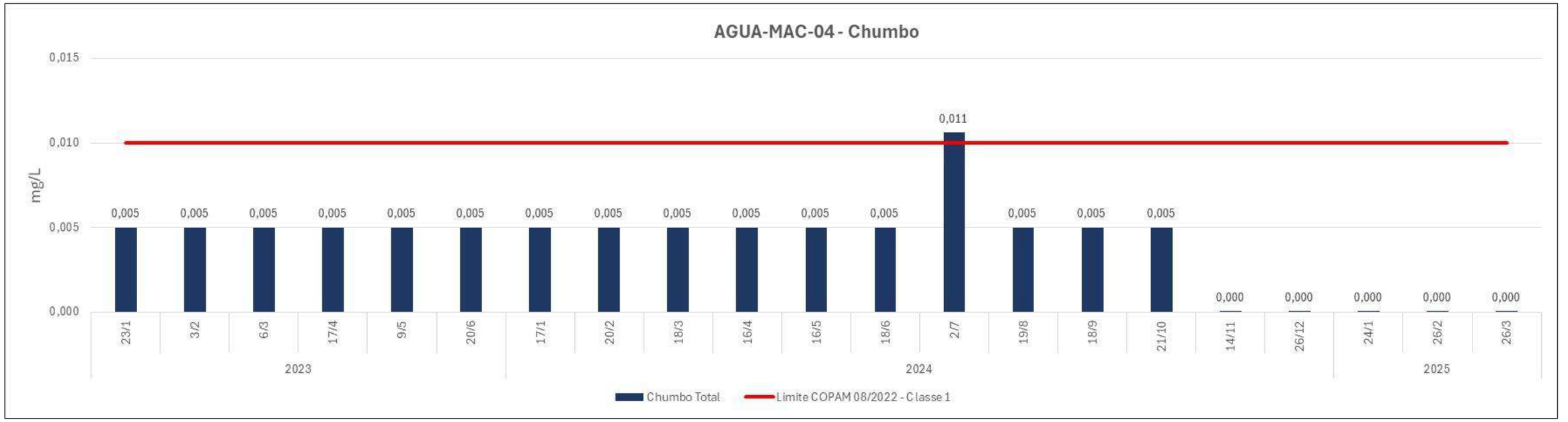


Figura 6-24 - Concentração de Chumbo no ponto AGUA-MAC-04, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

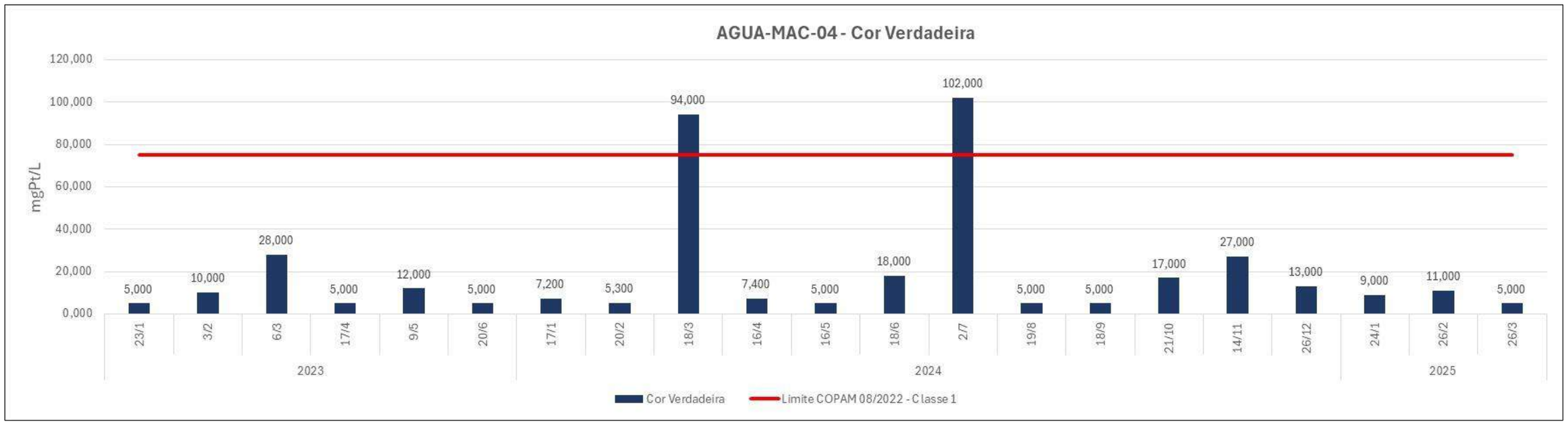


Figura 6-25 - Concentração de Cor Verdadeira no ponto AGUA-MAC-04, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

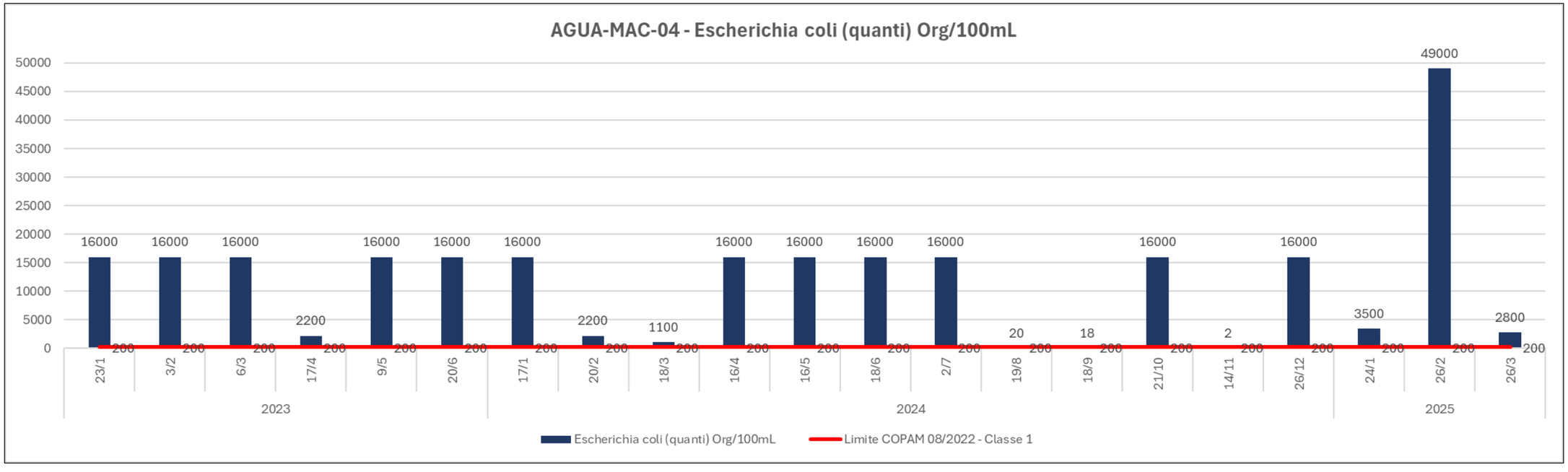


Figura 6-26 - Concentração de Escherichia coli (quanti) no ponto AGUA-MAC-04, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

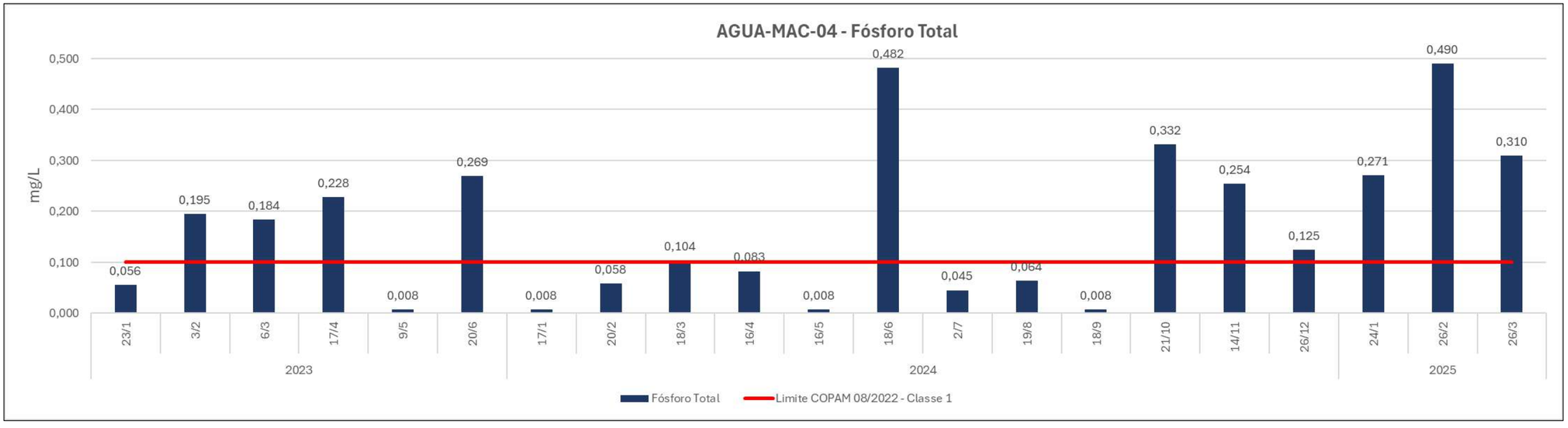


Figura 6-27 - Concentração de Fósforo Total no ponto AGUA-MAC-04, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

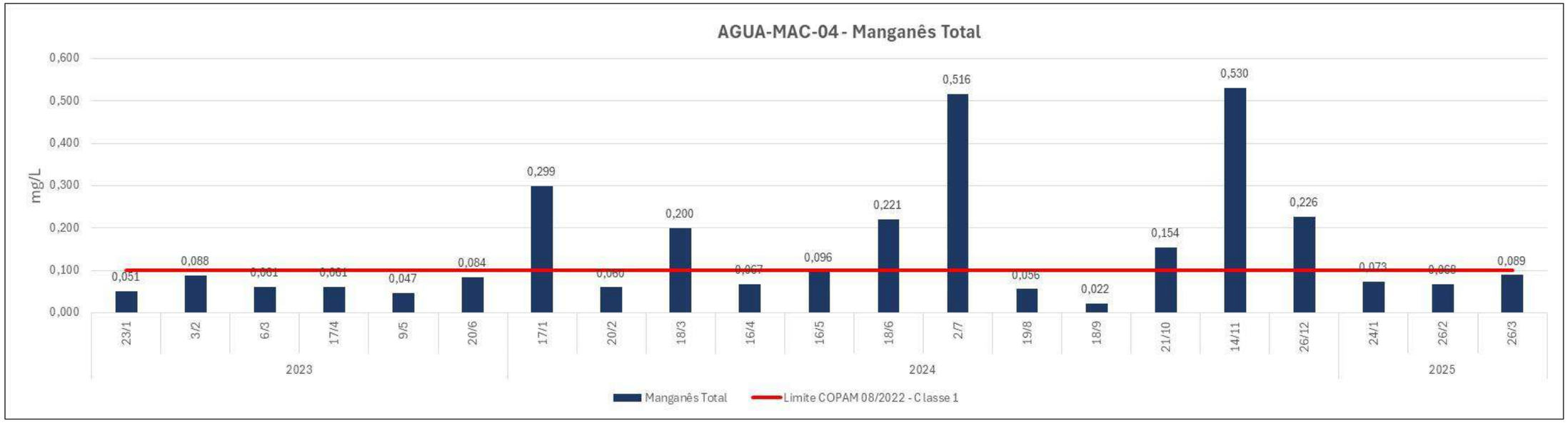


Figura 6-28 - Concentração de Manganês Total no ponto AGUA-MAC-04, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

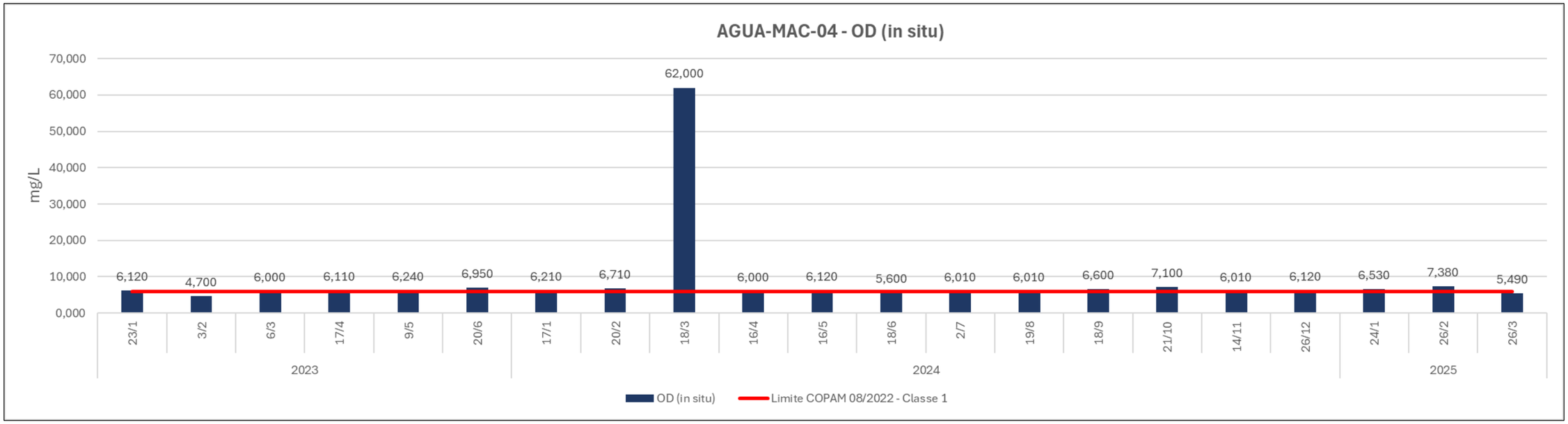


Figura 6-29 - Concentração de OD (in situ) no ponto AGUA-MAC-04, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

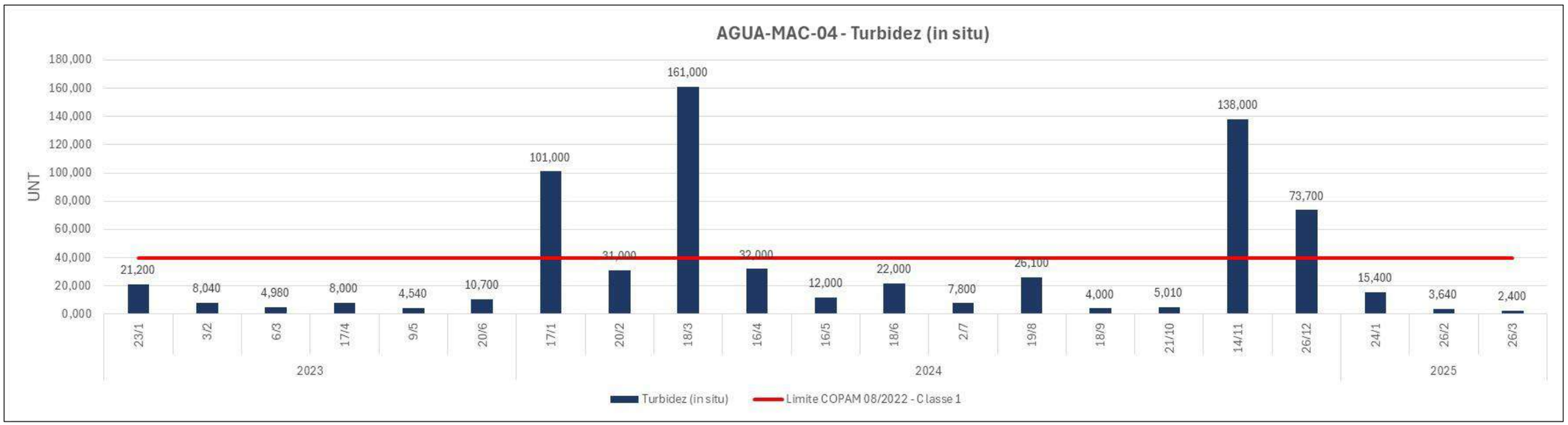


Figura 6-30 - Concentração de Turbidez (in situ) no ponto AGUA-MAC-04, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

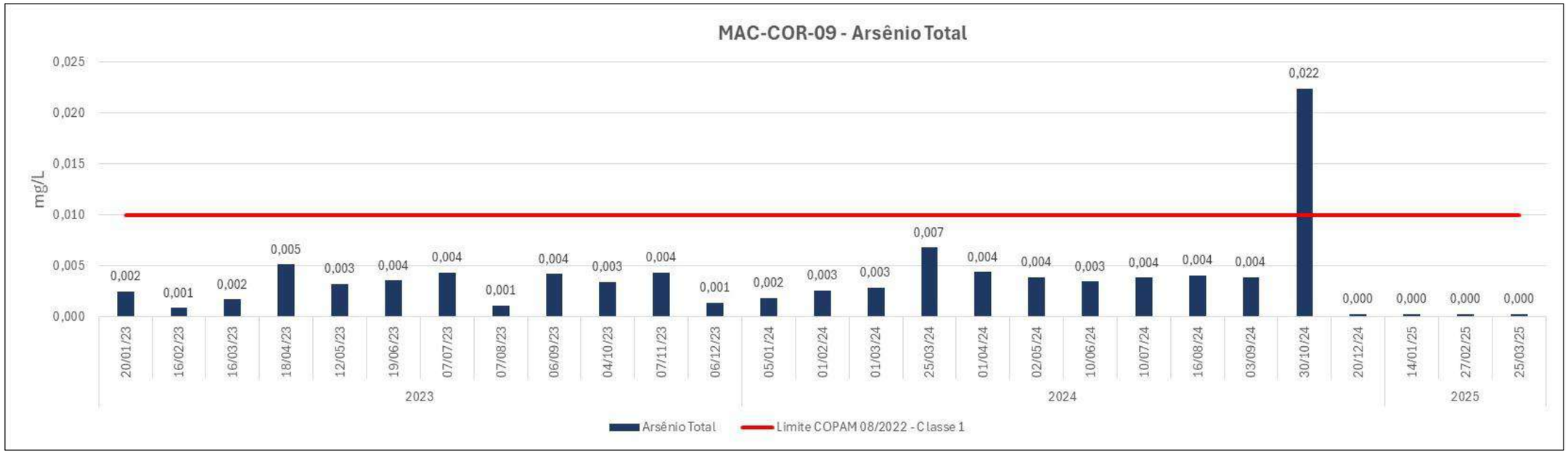


Figura 6-31 - Concentração de Arsênio no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

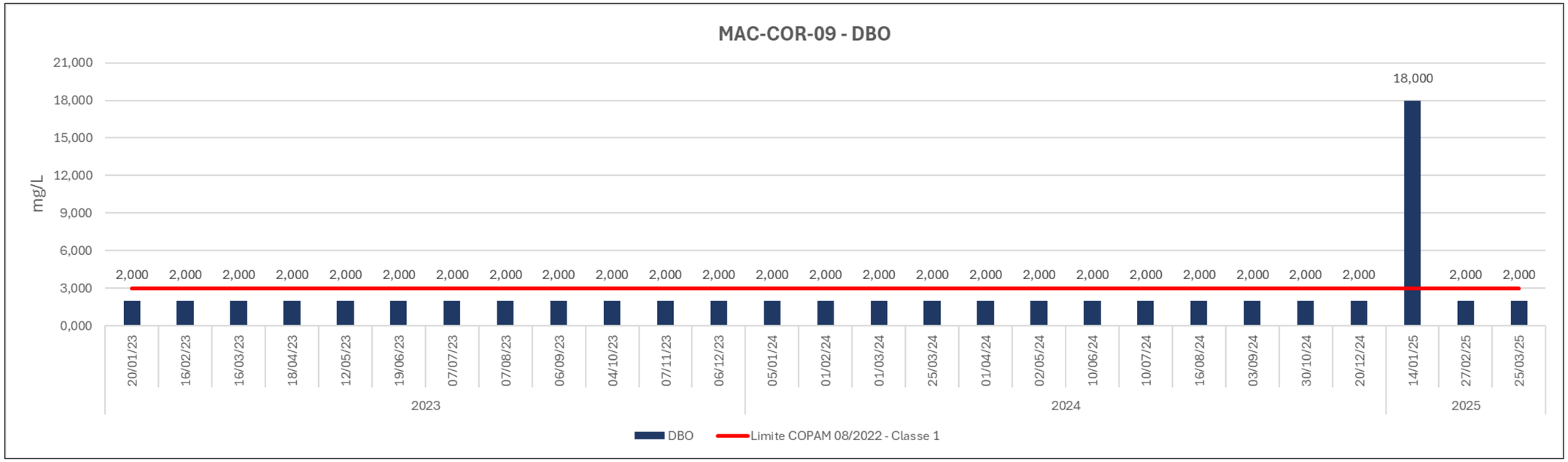
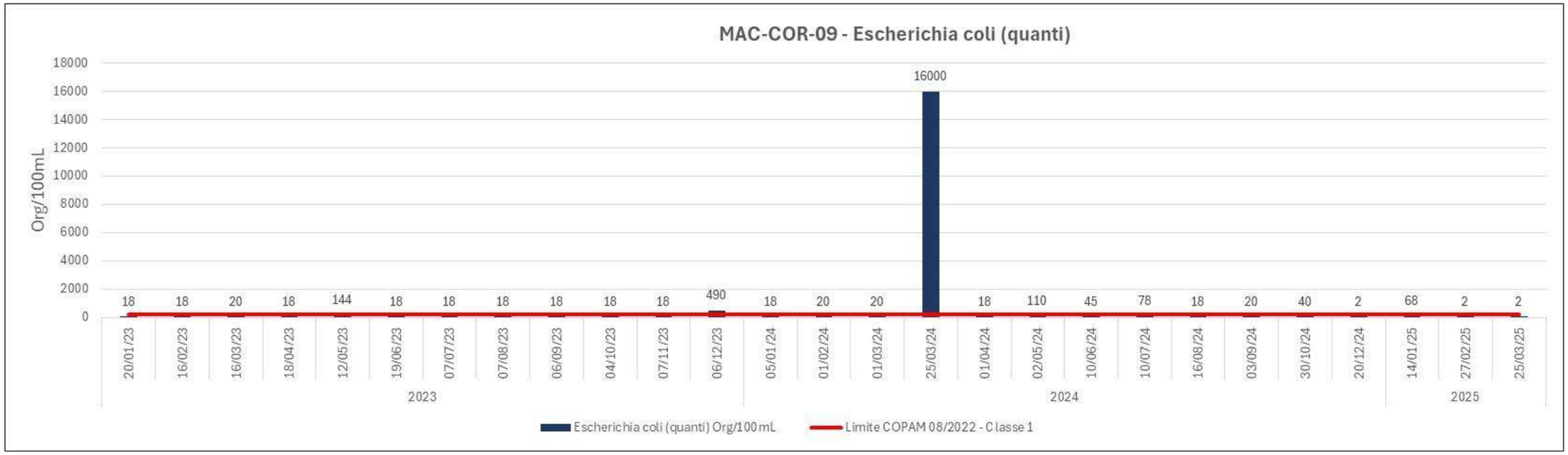


Figura 6-32 - Concentração de DBO no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.



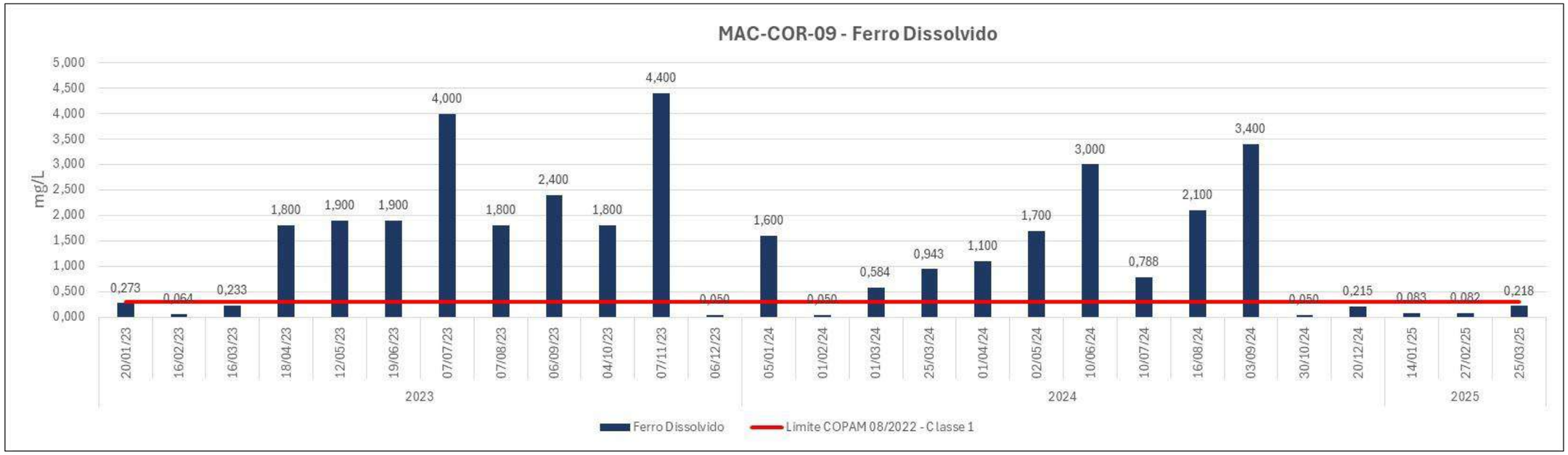


Figura 6-33 - Concentração de Escherichia coli (quanti) no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

Figura 6-34 - Concentração de Ferro Dissolvido no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

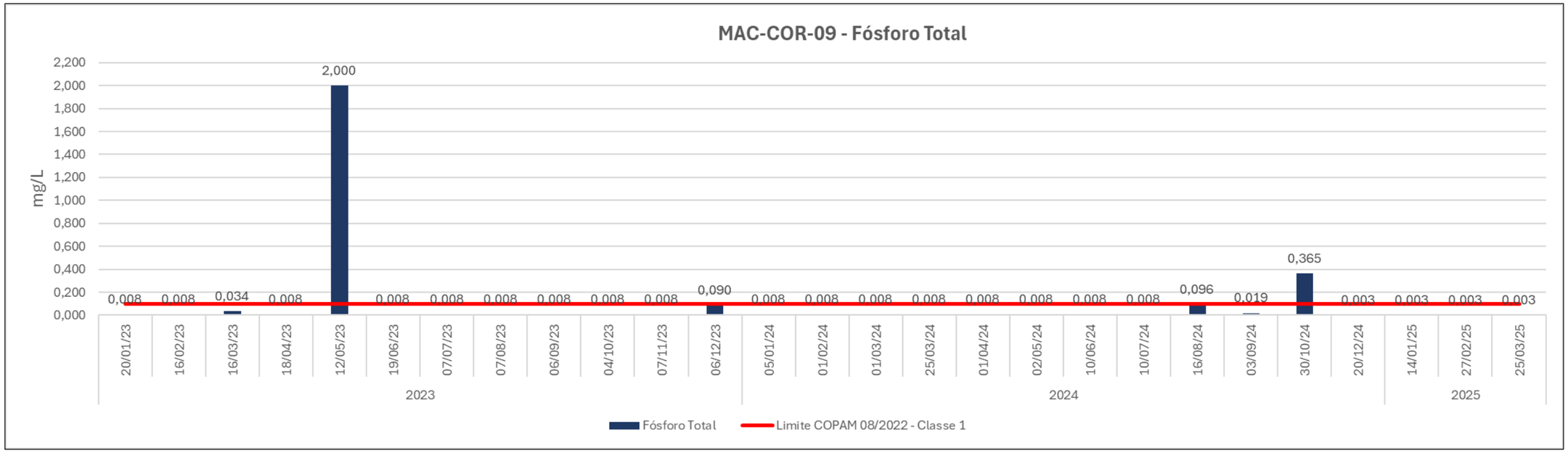


Figura 6-35 - Concentração de Fósforo Total no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

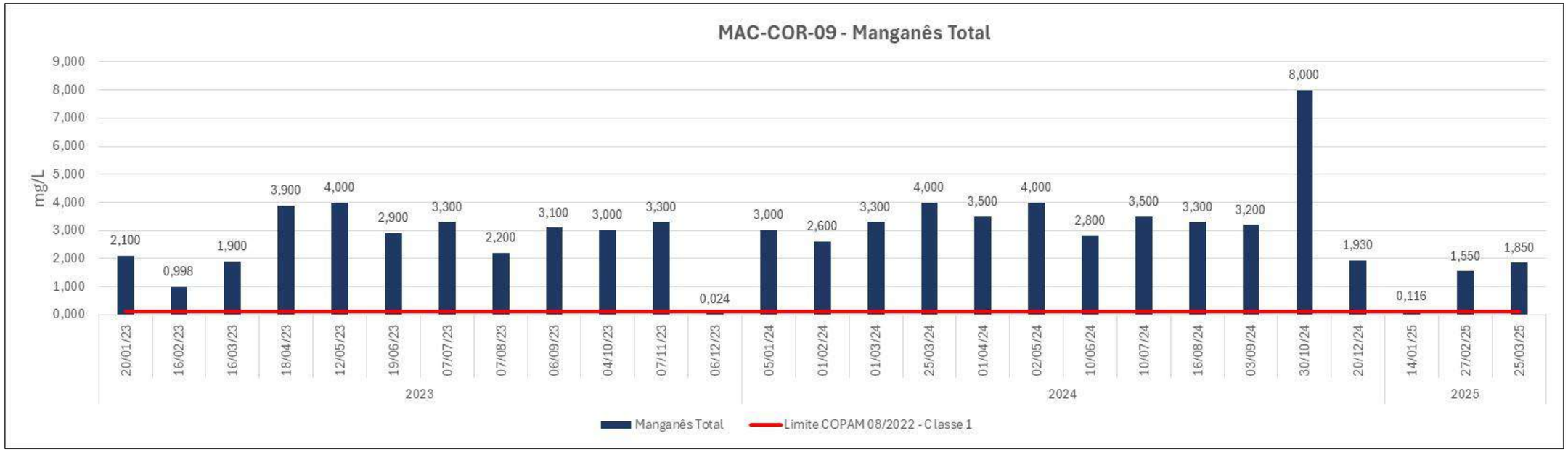


Figura 6-36 - Concentração de Manganês Dissolvido no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

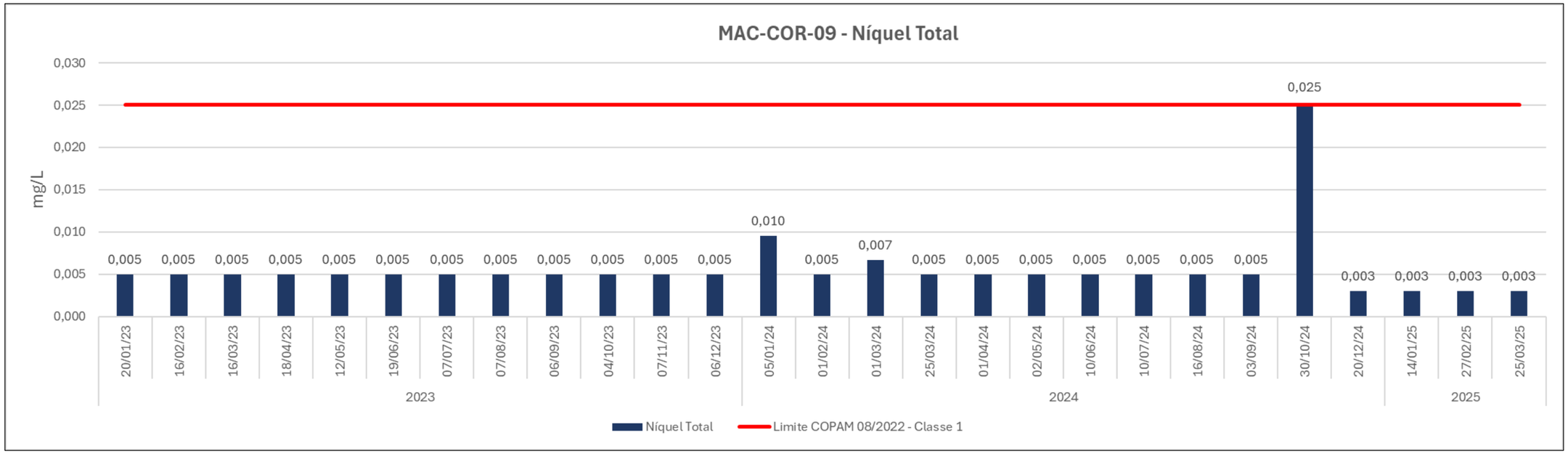


Figura 6-37 - Concentração de Níquel Dissolvido no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

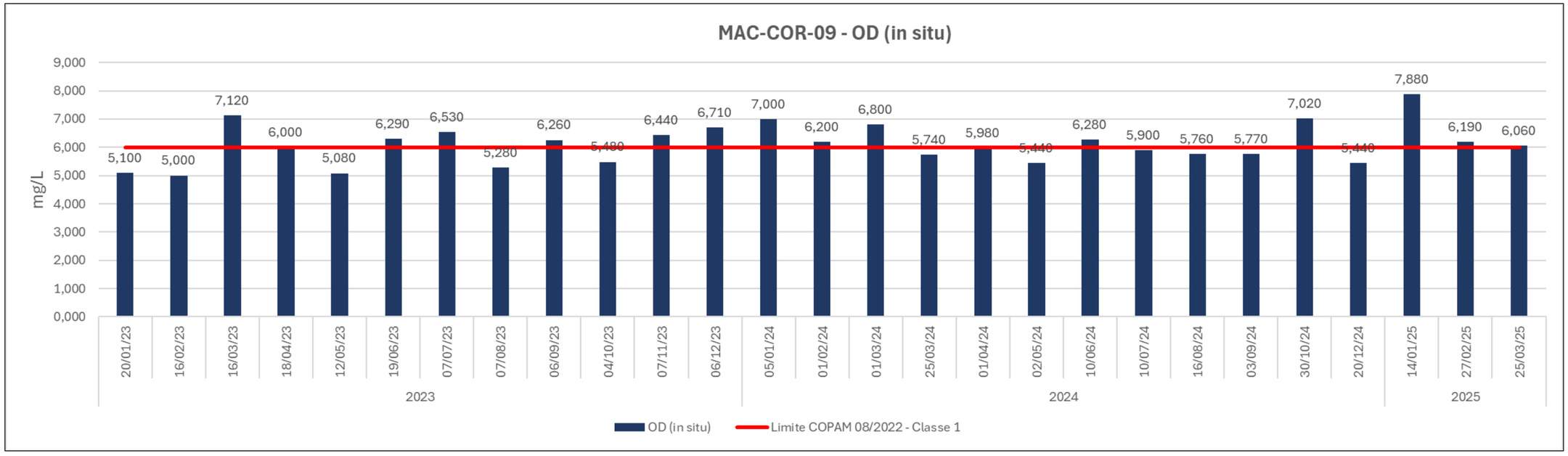
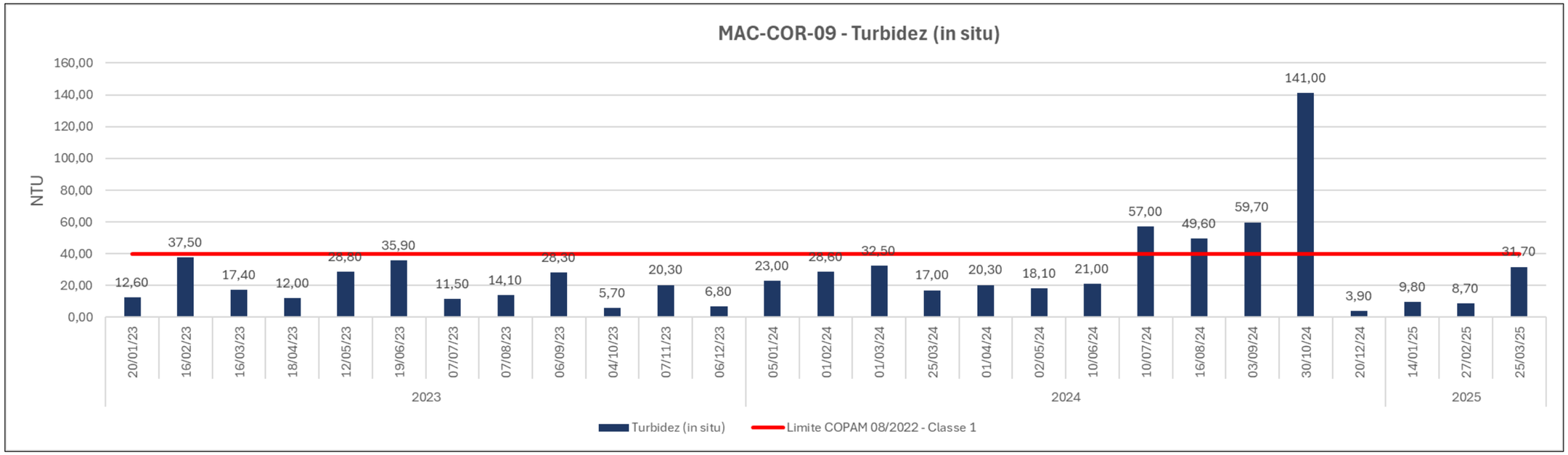


Figura 6-38 - Concentração de OD (in situ) no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.



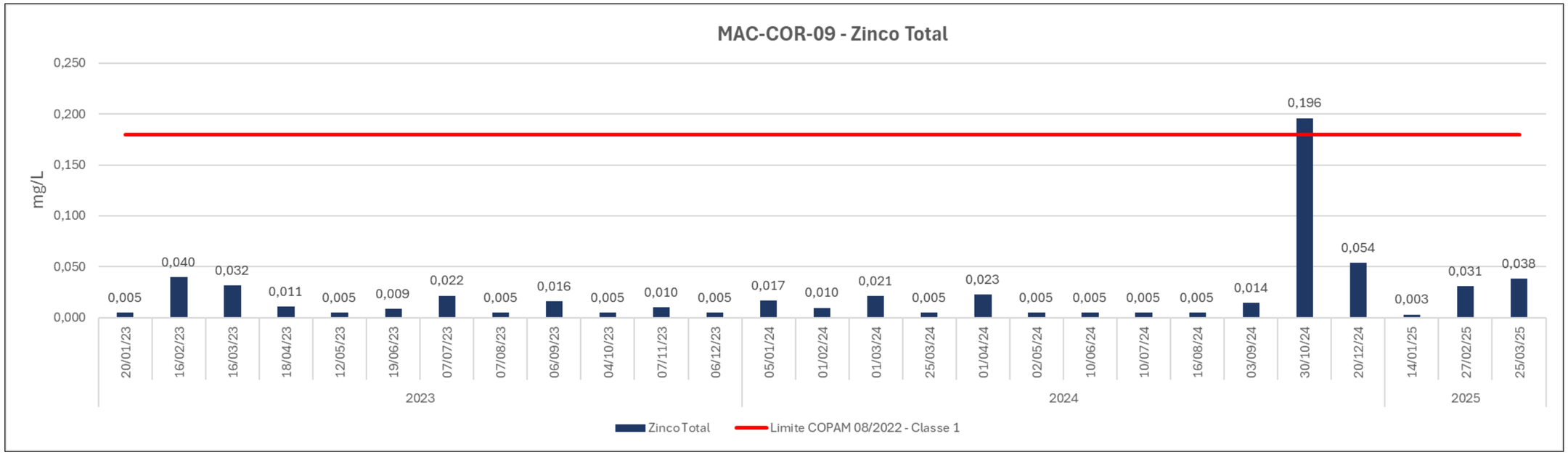


Figura 6-39 - Concentração de Turbidez (in situ) no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

Figura 6-40 - Concentração de Zinco Total no ponto MAC-COR-09, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

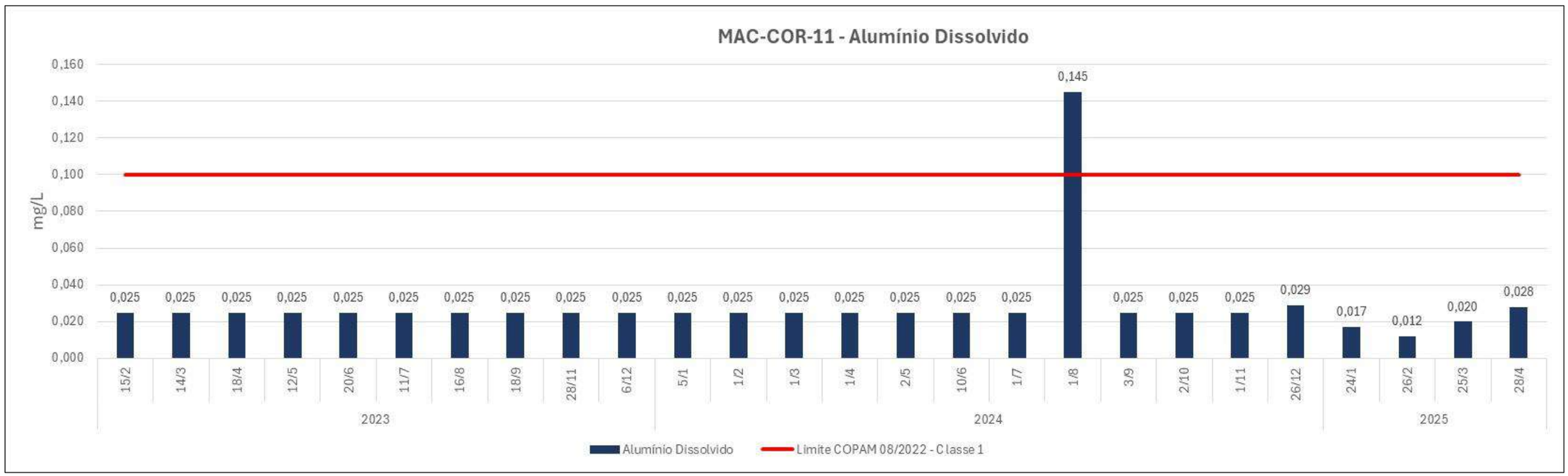


Figura 6-41 - Concentração de Alumínio Dissolvido no ponto MAC-COR-11, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

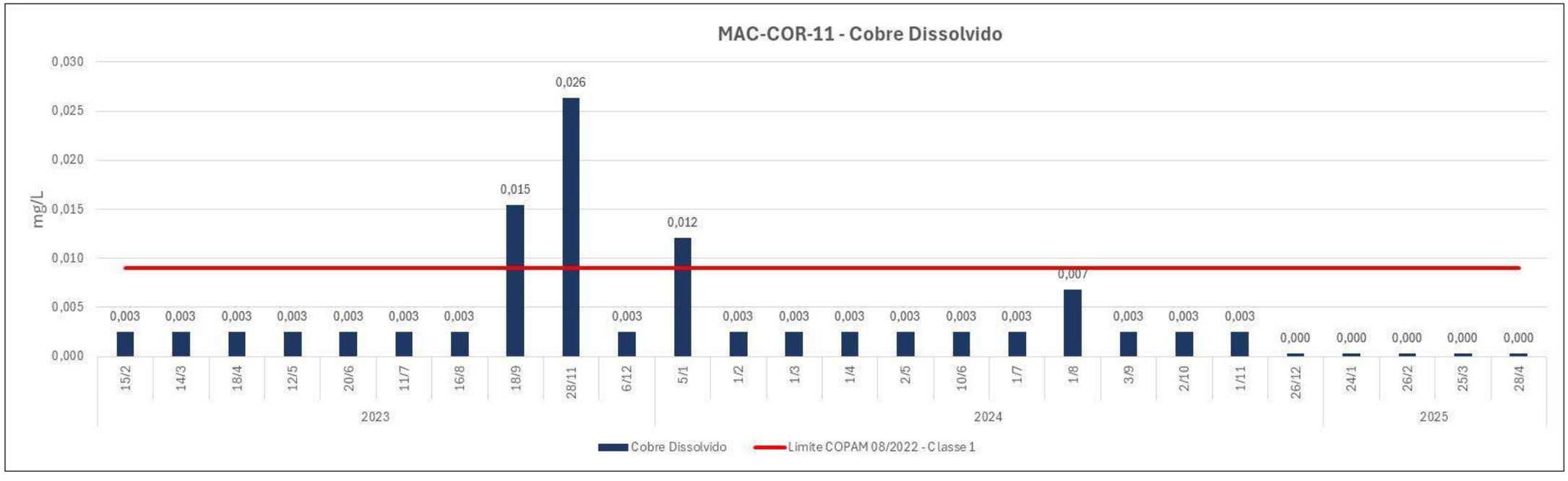


Figura 6-42 - Concentração de Cobre Dissolvido no ponto MAC-COR-11, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

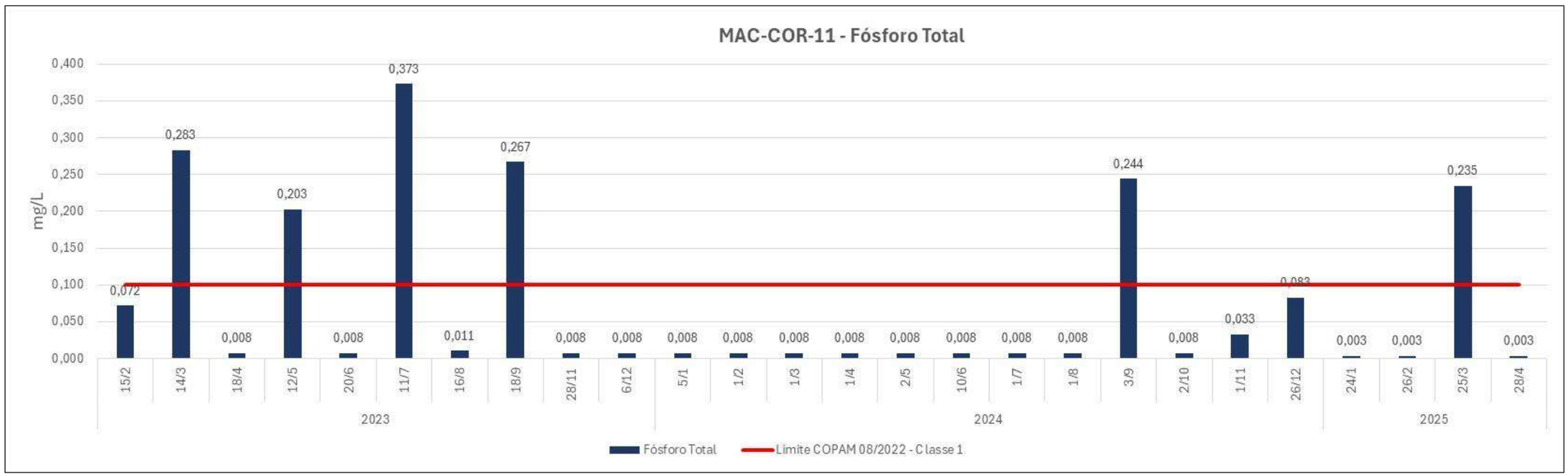


Figura 6-43 - Concentração de Escherichia coli (quanti) no ponto MAC-COR-11, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

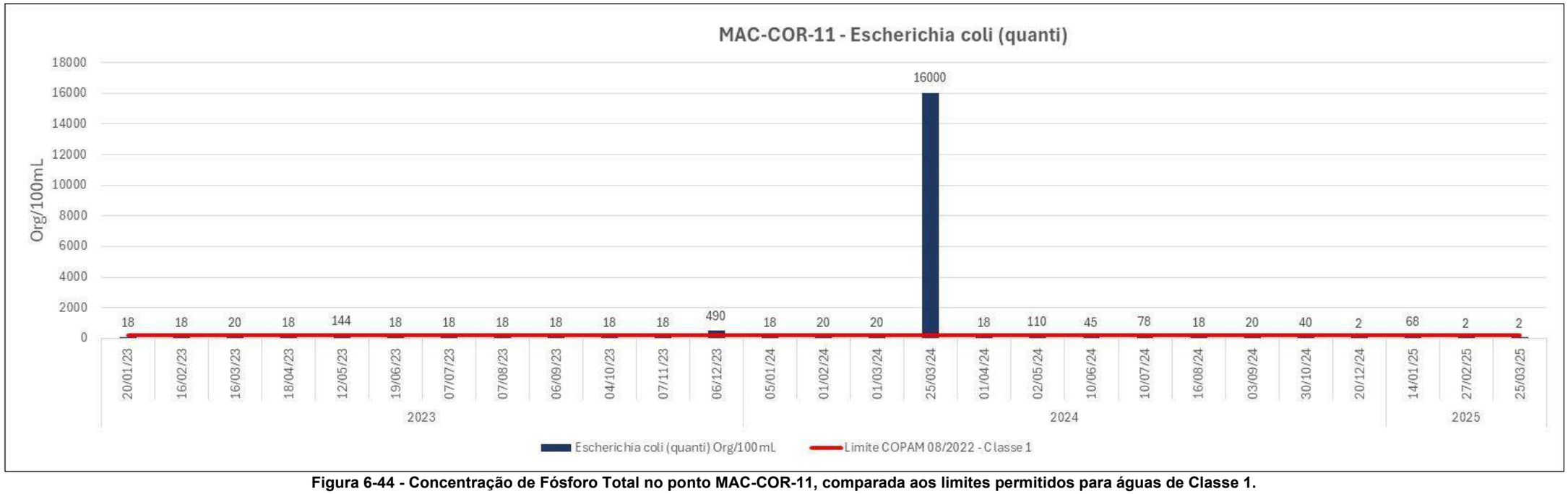


Figura 6-44 - Concentração de Fósforo Total no ponto MAC-COR-11, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

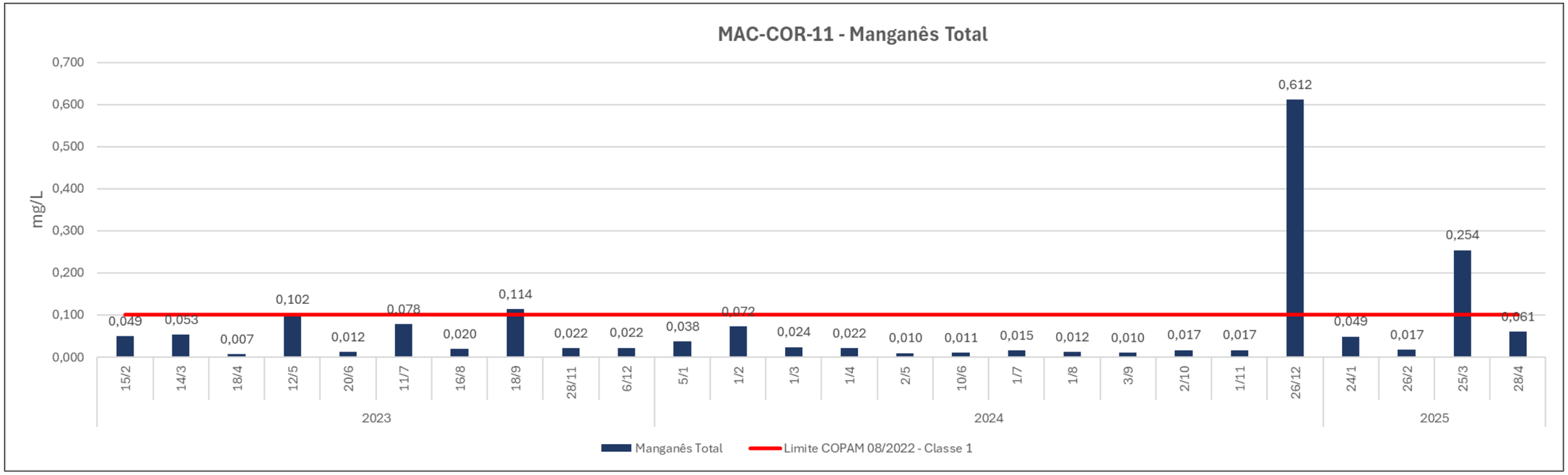


Figura 6-45 - Concentração de Manganês Total no ponto MAC-COR-11, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

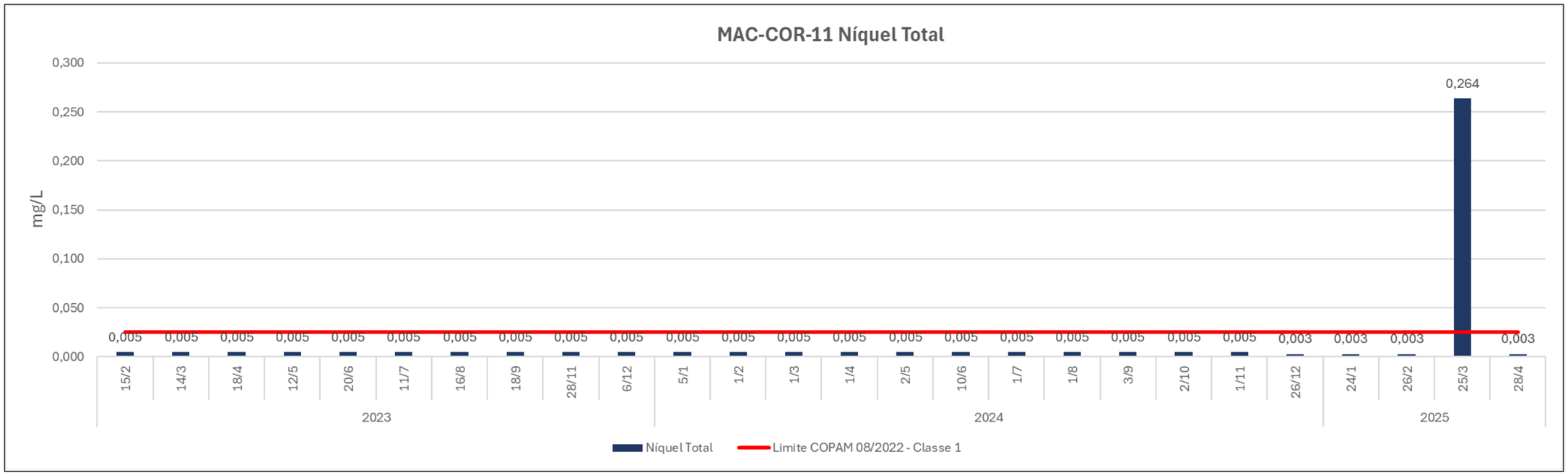


Figura 6-46 - Concentração de Níquel Total no ponto MAC-COR-11, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

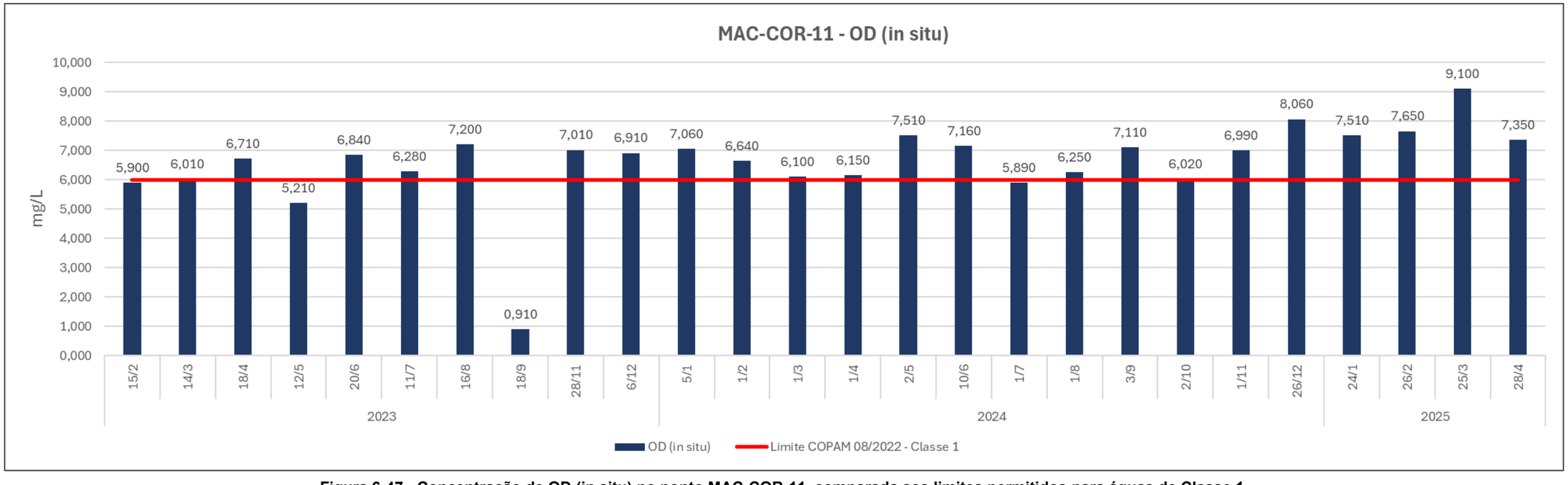


Figura 6-47 - Concentração de OD (in situ) no ponto MAC-COR-11, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

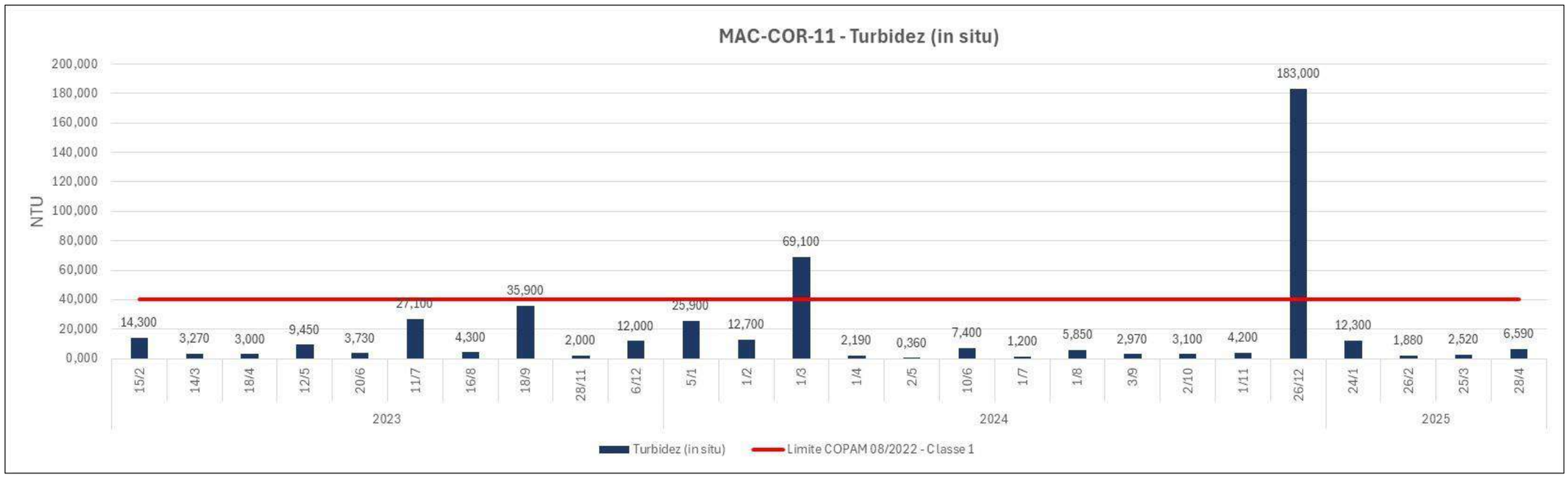


Figura 6-48 - Concentração de Turbidez (in situ) no ponto MAC-COR-11, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.



Figura 6-49 - Concentração de Cobre Dissolvido no ponto MACB7BMT020, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

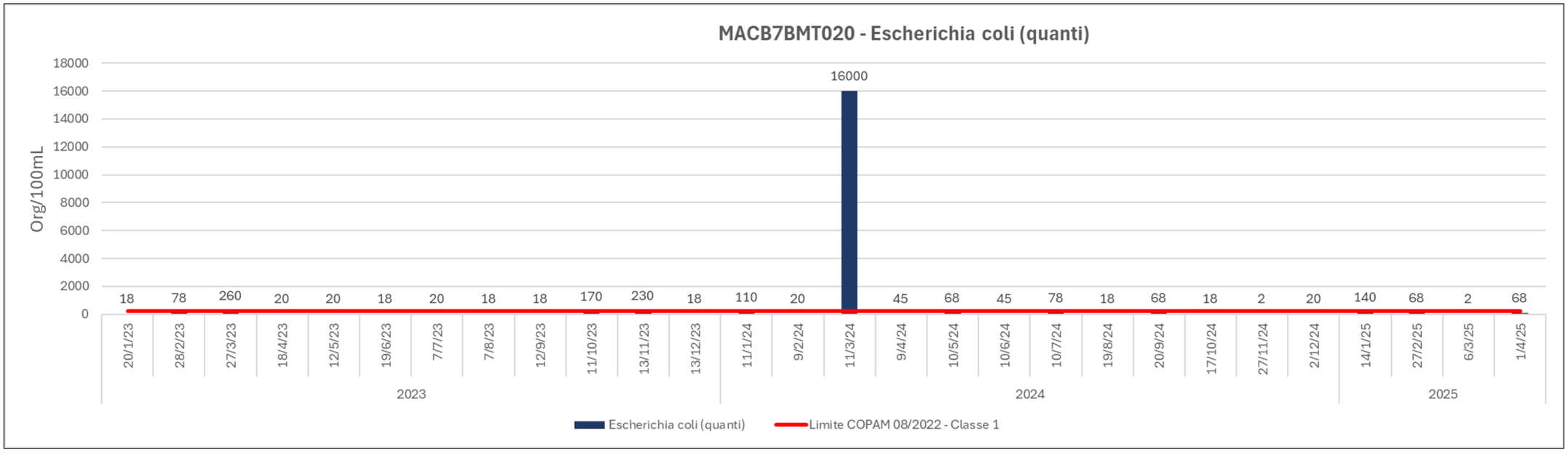


Figura 6-50 - Concentração de DBO no ponto MACB7BMT020, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

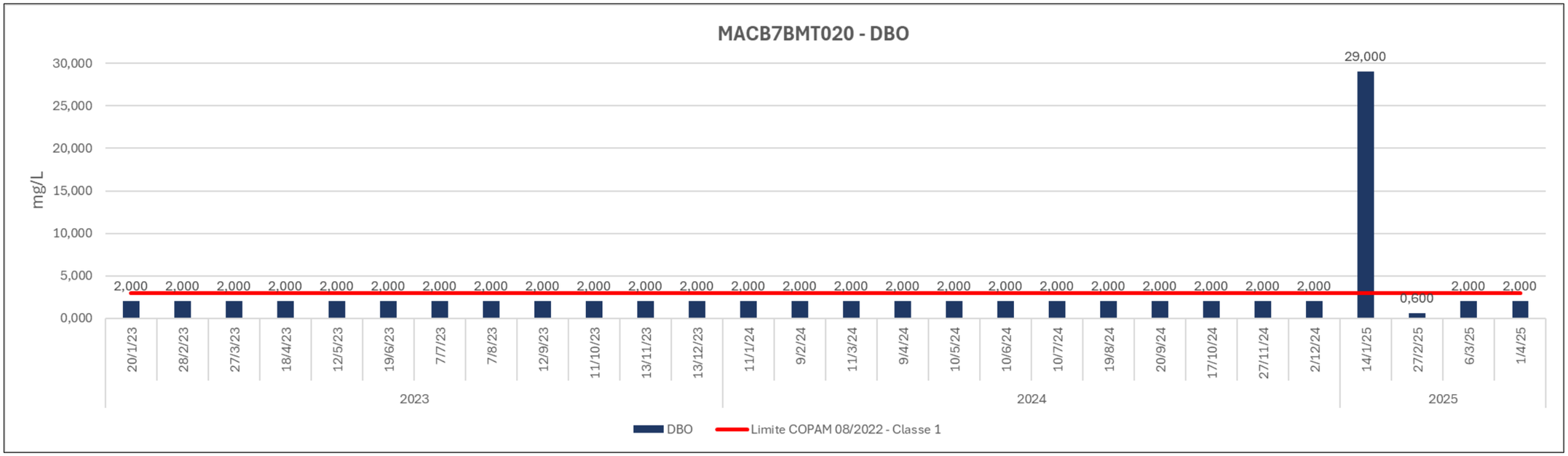


Figura 6-51 - Concentração de Escherichia coli (quanti) no ponto MACB7BMT020, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

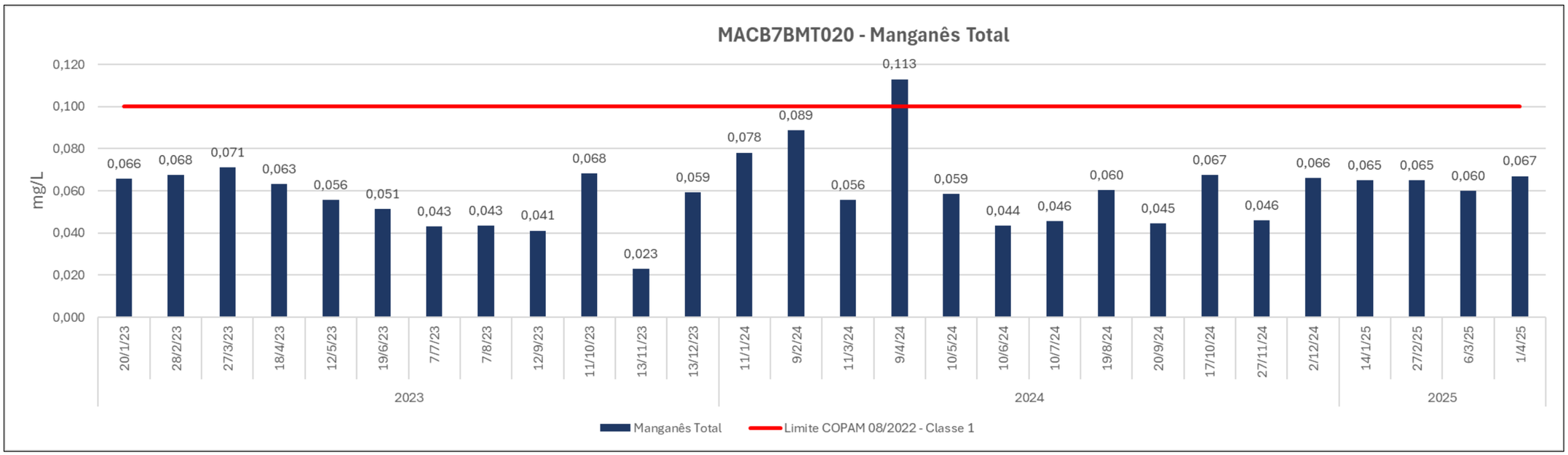


Figura 6-52 - Concentração de Manganês Total no ponto MACB7BMT020, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.



Figura 6-53 - Concentração de OD (in situ) no ponto MACB7BMT020, comparada aos limites permitidos para águas de Classe 1.

.

6.1.10.3. Síntese Conclusiva

Foram analisados dados de uma média de 26 campanhas de monitoramento da qualidade das águas superficiais, abrangendo 25 parâmetros conforme os critérios da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, aplicáveis a corpos hídricos enquadrados como Classe 1. Do total de parâmetros analisados, 15 apresentaram desvios. Os principais destaque foram *Escherichia coli*, Manganês Total e Oxigênio Dissolvido (OD in situ), que registraram desvios em todos os pontos monitorados, com frequências variadas, como demonstrado no **Quadro 6-12**.

No caso de Escherichia coli, os desvios mais significativos foram nos pontos AGUA-MAC-04 e MAC-COR-11. Esses pontos estão próximos aos limites da área urbana do município de Nova Lima, o que sugere uma possível influência dessa urbanização.

O diagnóstico da qualidade da água revelou uma complexa interação entre a geologia local e as atividades minerárias pretéritas. Foram identificados desvios pontuais e outros recorrentes, com destaque para a concentração de manganês total nos pontos MAC-COR-02 e MAC-COR-09. Esses pontos, localizados a jusante das barragens, também registraram os menores níveis de oxigênio dissolvido, embora ainda acima do mínimo de 6 mg/L estabelecido pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022. A presença de manganês e ferro é inerente à geologia do Quadrilátero Ferrífero, cujas formações ferríferas bandadas são ricas em minerais como a hematita (Fe_2O_3) e a magnetita (Fe_3O_4), e minerais de manganês que frequentemente coexistem (CPRM & Codemge, 2018).

De forma mais isolada, outros parâmetros como Alumínio Dissolvido, Arsênio Total, Chumbo Total, Cobre Dissolvido, Cor Verdadeira, DBO, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Níquel, pH, Turbidez e Zinco Total também apresentaram desvios. A presença desses elementos é um reflexo direto da complexa paragênese mineral da região. Por exemplo, a ocorrência de arsênio, níquel, zinco, chumbo e cobre é explicada pela oxidação e lixiviação de sulfetos como a arsenopirita (FeAsS) e a pirita (FeS_2), que são comuns nas paragêneses minerais do quadrilátero (Varejão, 2007).

Além disso, o arsênio, por exemplo, pode ser adsorvido por oxi-hidróxidos de ferro e alumínio, como a goethita (FeO(OH)) e a hematita (Fe_2O_3), que são minerais comuns na região. A goethita, por exemplo, pode conter até 8% de As, e misturas de óxidos e hidróxidos de ferro podem apresentar arsênio em concentrações elevadas (Borba,2002).

A presença de alumínio e fósforo também se justifica pela paragênese local, com o alumínio derivado de minerais de argila e silicatos, e o fósforo encontrado em minerais fosfatados ou adsorvido em minerais de ferro (CPRM & Codemge, 2018).

A intemperização dessas rochas resulta na liberação dos elementos para solos, sedimentos e águas superficiais.

Os demais parâmetros analisados apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 para Classe 1, conforme evidenciado no **ANEXO 6.1-1**.

É relevante informar que, mesmo com a mineração desativada há 20 anos, os processos de intemperismo continuam a desagregar as rochas e minerais, liberando os elementos para o ambiente.

6.1.11. Recursos Hídricos e Qualidade das Águas Subterrâneas

6.1.11.1. Metodologia

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos considerou os relatórios técnicos disponibilizados pelo empreendedor. Também foram analisados dados vetoriais do Mapa Hidrogeológico do Brasil, disponível no Repositório Institucional de Geociências (RIGeo); o Volume 8 – Hidrogeologia do Projeto APA Sul RMBH e o mapa hidrogeológico em escala 1:50.000 (BEATO *et al*., 2005).

Os resultados do diagnóstico hidrogeológico do Projeto APA Sul RMBH (BEATO *et al*.2005) elaborado segundo diretrizes metodológicas do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), trabalhos de campo, análise de ortofotos, inventário de pontos de água, testes de bombeamento e classificação dos sistemas aquíferos e unidades de baixa permeabilidade (aquitardos, aquicludes e aquífugos) do Quadrilátero Ferrífero, foram utilizados para a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos da Área de Estudo Local do Meio Físico (AELMF)

Conforme descrito na Caracterização do Empreendimento (CE), as intervenções planejadas para a Mina de Águas Claras (MAC), no contexto do projeto, têm como objetivos assegurar a estabilidade geotécnica, garantir a segurança operacional e atender às exigências normativas relacionadas às estruturas.

As ações propostas não implicam interferência direta sobre a disponibilidade ou qualidade dos aquíferos, não representando, portanto, risco ao abastecimento público ou a poços tubulares particulares da região. Dada a ausência de impacto significativo sobre o meio hídrico

subterrâneo, não se justifica, neste estudo, a realização de avaliação quali-quantitativa das águas subterrâneas.

De modo geral, os projetos envolvem o rebaixamento do nível freático e a filtragem da água no interior das estruturas, assegurando o controle hídrico nas áreas de escavação e contribuindo para a estabilidade geotécnica dos maciços.

6.1.11.2. Contextualização Regional

A Área Diretamente Afetada (ADA) da atividade localiza-se na porção norte do Quadrilátero Ferrífero (QF). De acordo com Beato *et al*. (2005), a região apresenta elevado potencial hidrogeológico subterrâneo, com relevância histórica e ambiental no abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Esse potencial está relacionado à complexidade geológica do QF, a qual confere características hidrogeológicas peculiares, com aquíferos de produtividade variada e distribuição descontínua.

Diante desse contexto, BEATO *et al*. (2005) identificaram e caracterizaram oito (08) unidades hidrogeológicas regionais, englobando sistemas aquíferos e aquitardos.Conforme RAMOS *et al*. (2020), os principais sistemas aquíferos estão associados às formações ferríferas (Formação Cauê), quartzíticas (Moeda, Cercadinho, Taboões, Itacolomi), carbonáticas (Gandarela) e sedimentos inconsolidados (alúvios, colúvios e elúvios). Também se destacam aquíferos de interesse local relacionados a mantos de alteração de rochas granito-gnáissicas (Complexos Bação, Caeté, Belo Horizonte) e xistosas (Formações Nova Lima, Maquiné, Sabará).

As cangas não foram classificadas como unidades hidrogeológicas autônomas, sendo interpretadas como zonas de percolação preferencial em períodos chuvosos, sem capacidade significativa de retenção para regularização hídrica ou uso econômico.

A análise regional considera ainda a interação entre os sistemas aquíferos e as unidades morfotectônicas, como os sinclinais de Moeda, Gandarela, Alegria, Dom Bosco, Ouro Fino e Itabira, e a estrutura homoclinal da Serra do Curral. Essa interação, aliada à alta pluviosidade da região, influencia o fluxo subterrâneo e as descargas nas bacias dos rios das Velhas, Paraopeba e Doce.

No contexto da AERMF, as unidades do Supergrupo Minas apresentam disposição estratigráfica invertida (da base para o topo: Formações Gandarela, Cauê, Batatal e Moeda). Das quais, destaca-se a Formação Cauê, cujos principais pontos de descarga se localizam predominantemente no flanco sul da Serra do Curral, com nascentes adicionais identificadas no setor noroeste, nas proximidades da Serra dos Três Irmãos (RAMOS *et al*., 2020).

Adicionalmente, destaca-se a presença da cava exaurida da Mina de Águas Claras, cuja recuperação piezométrica ocorre de forma ativa, com recarga proveniente da precipitação direta e do restabelecimento do fluxo subterrâneo dos aquíferos itabiríticos (BEATO *et al*., 2005).

6.1.11.3. Contextualização Local

De acordo com o diagnóstico hidrogeológico do Projeto APA Sul RMBH (BEATO *et al*.2005), na Área de Estudo Local do Meio Físico (AELMF) foram identificadas cinco (05) unidades hidrogeológicas:

- Sistema Aquífero Xistoso;
- Sistema Aquífero Quartzítico;
- Aquitardos;
- Sistema Aquífero Granular;
- Sistema Aquífero Itabirítico.

Dessas, três (03) estão presentes na Área Diretamente Afetada (ADA): o Sistema Aquífero Xistoso, o Sistema Aquífero Quartzítico e os Aquitardos. O Sistema Xistoso é o mais representativo em área, abrangendo todas as estruturas geotécnicas objeto do estudo.

As unidades hidrogeológicas supracitadas serão apresentadas a seguir conforme a caracterização de BEATO *et al*. (2005).

6.1.11.3.1. Sistema Aquífero Xistoso

Este sistema é amplamente distribuído nas bacias dos rios das Velhas e Conceição, abrangendo o sopé da Serra da Moeda e o flanco norte do trecho Serra do Curral–Três Irmãos. As altitudes variam de 800 a 1.300 metros, sendo mais elevadas nas cabeceiras do rio Conceição.

Formado em rochas metassedimentares e metavulcanossedimentares do tipo greenstone belt, o aquífero é descontínuo e do tipo fissural, com circulação de água em fraturas, diáclases, juntas e falhas. Pode apresentar condições livres a confinadas, controladas por níveis de metapelitos e xistos com baixa permeabilidade, o que resulta em forte anisotropia e heterogeneidade. A porosidade e a permeabilidade são secundárias, atribuídas a esforços tectônicos.

A recarga principal ocorre pela infiltração de águas pluviais em horizontes silto-arenosos intemperizados e conectados às fraturas quartzosas. Pode haver também infiltração de águas

superficiais onde os quartzitos são interceptados pela drenagem. Localmente, o sistema pode receber aportes dos sistemas aquíferos Quartzítico e Itabirítico.

6.1.11.3.2. Sistema Aquífero Quartzítico

Este sistema ocupa uma estreita faixa ao norte da ADA. Seus aquíferos são descontínuos, do tipo fraturado (ou fissural), com circulação em fraturas, diáclases, juntas e falhas. Assim como o sistema anterior, pode apresentar comportamento livre ou confinado, dependendo da presença de metapelitos e xistos com baixa permeabilidade.

De acordo com BEATO *et al*. (2005), os níveis piezométricos neste sistema são mais profundos que os de outros aquíferos da região, devido à resistência das rochas ao intemperismo, que forma relevos elevados com escarpas abruptas e piezometria geralmente próxima à base dessas encostas. A recarga ocorre principalmente pela infiltração da água da chuva nos horizontes silto-arenosos originados da meteorização e conectados às fraturas das rochas sãs.

A circulação ocorre preferencialmente nas direções de fraturamento dominante e ao longo de camadas confinadas por estratos menos permeáveis. O fluxo converge para os pontos mais baixos da topografia, onde se concentram os cursos d’água perenes.

6.1.11.3.3. Aquitardos

Devido à composição heterogênea das sequências metassedimentares — com intercalações frequentes de materiais pelíticos e psamíticos — e às estruturas resultantes de múltiplas fases de deformação tectônica, as formações com predominância de pelitos foram classificadas como aquitardos. Essas unidades apresentam filtração vertical ou drenança localizada, mas também podem atuar como aquicludes, promovendo compartimentação ou confinamento de aquíferos adjacentes.

As principais formações são Batatal e Barreiro, integrantes do Supergrupo Minas. A Formação Batatal, em especial, atua como barreira hidráulica entre os sistemas aquíferos Moeda (Quartzítico) e Cauê (Itabirítico), influenciando diretamente o regime hídrico regional ao controlar zonas de recarga situadas em cotas elevadas.

Está presente como faixas estreitas na Homoclinal da Serra do Curral e nas Sinclinais Moeda, Gandarela e Ouro Fino. Os contatos com a Formação Cauê (aquíferos Itabiríticos), no topo, e com os quartzitos da Formação Moeda, na base, são gradacionais relacionados à mudanças no relevo das áreas fontes e ambiente de deposição.

Semelhantemente ao Sistema Quartzítico os Aquitardos também ocupam uma pequena faixa no limite norte da ADA. A espessura da Formação nas proximidades da Mina de Águas Claras, na serra do Curral, é de 160 metros (Grandchamp, 2003 apud Beato *et al*., 2005).

6.1.11.3.4. Sistema Aquífero Granular

Este sistema ocupa uma estreita faixa ao norte da AELMF, fora dos limites da ADA. Caracteriza-se por armazenar água nos interstícios dos grãos de sedimentos inconsolidados e de rochas intemperizadas. Os aquíferos formados são livres, descontínuos, fortemente heterogêneos e anisotrópicos. A porosidade e a permeabilidade variam amplamente, influenciadas por fatores físico-químicos, pelos processos de formação dos sedimentos e pelo grau de meteorização das rochas.

Em áreas com coberturas lateríticas, a infiltração da água precipitada é praticamente total, favorecendo boas condições hidrogeológicas. Por outro lado, em solos residuais argilosos, com alta proporção de partículas finas, a permeabilidade torna-se reduzida, limitando a infiltração e o armazenamento (BEATO *et al*., 2005).

6.1.11.3.5. Sistema Aquífero Itabirítico

Classificado por BEATO *et al*. (2005) como o principal sistema aquífero da APA Sul RMBH e do Quadrilátero Ferrífero, este sistema oferece uma fonte segura de abastecimento, como comprovam os diversos mananciais e poços tubulares que há décadas atendem comunidades da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Trata-se de aquíferos do tipo fraturado e/ou granular, marcadamente heterogêneos e anisotrópicos, cuja porosidade e permeabilidade são secundárias, condicionadas ao fraturamento e à dissolução química de carbonatos e quartzo. Esse processo resulta em níveis variáveis de armazenamento e transmissividade.

O sistema está presente desde a Serra do Curral até a Serra dos Três Irmãos, abrangendo os Sinclinais Gandarela, Moeda e Ouro Fino. O arcabouço litológico compõe parte significativa do relevo elevado da área, com destaque para as cotas mais altas da Serra do Curral, devido à resistência dos itabiritos silicosos compactos ao intemperismo e à presença de espessas camadas de canga que contribuem para a formação de escarpas abruptas.

6.1.11.4. Síntese Conclusiva

Na AELMF foram identificados os sistemas aquíferos Xistosos, Quartzíticos, Itabiríticos, Granulares e Aquitardos. O Sistema Xistoso é o mais extenso na ADA e engloba todas as

estruturas objeto do estudo. Entretanto, o Sistema Itabirítico, locado na porção norte-nordeste da ADA, destaca-se pelos maiores coeficientes de recarga e capacidade de armazenamento.

Conforme a CE, as intervenções propostas não implicam impactos diretos sobre a disponibilidade ou qualidade dos aquíferos, não oferecendo risco ao abastecimento público ou aos poços privados da região.

O rebaixamento do nível d'água, aliado à condução adequada das águas por sistemas integrados às estruturas, assegura o controle hidrodinâmico nas áreas das obras e reforça a estabilidade geotécnica da região.

6.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE MEIO BIÓTICO

6.2.1. Flora

6.2.1.1. Área de Estudo Regional

A delimitação da Área de Estudo Regional (AER) foi definida com base em critérios ecológicos, hidrológicos e territoriais, de forma a abranger os sistemas ambientais que mantêm conexões funcionais com a área de inserção do empreendimento. Consideraram-se, sobretudo, os limites das unidades de paisagem e as bacias hidrográficas de maior relevância, bem como a inserção em relação às Áreas Prioritárias para Conservação, Unidades de Conservação legalmente instituídas, Terras Indígenas, territórios quilombolas, e demais áreas protegidas ou de interesse socioambiental. Além disso, foram observados os padrões regionais de uso e ocupação do solo, as principais rotas de dispersão da fauna e os processos ecológicos essenciais em escala regional, o que possibilitou avaliar de forma integrada os impactos cumulativos, indiretos e sinérgicos decorrentes da implantação e operação do empreendimento.

6.2.1.2. Área de Estudo Local

A definição da Área de Estudo Local (AEL) levou em consideração a abrangência espacial dos impactos ambientais diretos e imediatos provocados pelas atividades previstas no empreendimento, com ênfase nas alterações da cobertura vegetal, do relevo, do solo, da hidrologia local e da dinâmica ecológica de fragmentos florestais remanescentes. Foram utilizados como parâmetros técnicos a Área Diretamente Afetada (ADA), o raio de influência direta das obras e estruturas associadas, além de dados de campo obtidos em campanhas in loco. A definição da AEL busca garantir a caracterização precisa do meio biótico, permitindo a proposição de medidas de controle ambiental mais eficazes e territorialmente compatíveis com a realidade do entorno do empreendimento.

6.2.1.3. Objetivos Gerais

Este documento tem por objetivo apresentar a caracterização ecológica da vegetação nativa presentes nas Áreas de Estudo.

6.2.1.4. Objetivos Específicos

- Apresentar as espécies botânicas com potencial ocorrência ao longo da Área de Estudo Regional dando ênfase para as espécies ameaçadas de extinção, raras, endêmicas;

- Caracterizar o uso e cobertura do solo presente ao longo da Área de Estudo Regional sendo mais detalhadamente sobre a ADA;
- Apresentar caracterização da Área de Estudo Local com especificação de singularidades da flora local ocorrente (florística, descrição de estrutura e princípios de ecologia);
- Caracterizar Área Diretamente Afetada (ADA) com aumento de definição de propriedades e com legibilidade voltada para interpretação ambiental (tendências, vocações, pressões atuais, vetorizações incidentes, interesse ambiental, particularidades).

6.2.1.5. Metodologia

Uso e Ocupação do Solo

O mapeamento de uso do solo foi realizado por meio do processo técnico de análise e interpretação específica de imagens de satélite, no qual foram utilizadas imagens de satélite disponibilizadas no *World Imagery Basemap* do *ArcGIS* (ESRI, 2022). As classes mapeadas foram identificadas conforme os padrões de textura, cor, forma, localização e contextos dos alvos mapeados.

Para a denominação das tipologias existentes na área de estudo, utilizou-se os conceitos e definições específicas do Manual Técnico de Uso da Terra, disponibilizado pelo IBGE (2013), As tipologias de uso foram definidas com base nas bibliografias existentes e confirmadas durante as atividades de campo. Após a confirmação em campo dos padrões presentes, procedeu-se a quantificação das classes de uso e cobertura, e a produção dos mapas finais, através do software *ArcGIS* (ESRI, 2022).

6.2.1.5.1. Levantamento de Dados Secundários

A lista florística foi elaborada por meio da compilação dos dados referentes aos bancos de dados de espécies vegetais disponibilizadas no *Specieslink*, sistema de distribuição de informação que integra dados primários de coleções científicas.

Os nomes científicos das espécies das listas de referência foram atualizados de acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (FLORA DO BRASIL, 2020) e agrupados conforme os sistemas de classificação The *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016) e *The Pteridophyte Phylogeny Group* (PPG I, 2016).

A classificação de espécies ameaçadas foi realizada de acordo com as referências, Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2022), Lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais

conforme determina a Deliberação COPAM nº. 424, de 17 de junho de 2009, e a Portaria do Ministério do Meio Ambiente Portaria MMA nº 148, de 07 de junho de 2022, que atualiza a Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014). Foram utilizadas as referências de Jacobi et al., (2012) para a classificação de espécies Quadrilátero Ferrífero.

Para se avaliar a interferência do empreendimento sobre Unidades de Conservação, os limites das UCs foram verificados através dos dados do IDE-SISEMA (2022) e em complemento, foram buscados seus Planos de Manejo na procura de definição das referidas zonas de amortecimento. Para as Áreas de Proteção Integral, no caso de ausência do documento ou da definição de zona de amortecimento, adotou-se o disposto no Decreto Estadual nº 47.941 de 7 de maio de 2020, que estabelece um raio de 3000 metros a partir do limite da UC.

Para avaliação de inserção da área de estudo em áreas prioritárias para conservação, foi consultado o Atlas produzido pela Fundação Biodiversitas (DRUMMOND *et al*., 2005). Também foi realizada a análise de proximidade da área de estudo à Unidades de Conservação. A partir da produção de tais mapas temáticos e em posse das anotações de campo, foi realizada a descrição do status das matas de ocorrência na área de estudo.

Segundo MMA (2022b), Áreas e Ações Prioritárias foram instituídas formalmente pelo Decreto nº 5092 de 21/05/2004 e a definição de níveis de integridade ou prioridade foi verificado dados presentes no IDE-SISEMA (2022).

De acordo com as definições do Programa *Man and Biosphere* (MaB) da UNESCO, as Reservas da Biosfera são áreas especialmente designadas para aliar a conservação ambiental e o desenvolvimento humano sustentável (UNESCO, 2019) e devem apresentar um zoneamento de modo a otimizar os esforços e ações necessárias para a gestão ambiental da região, estabelecendo zonas de priorização e conscientização ambiental, sendo: núcleo, zonas de transição e zonas de amortecimento, caracterizadas a seguir:

- Zonas Núcleo - sua função é a proteção da paisagem natural e biodiversidade. Correspondem às unidades de conservação de proteção integral como os parques e as estações ecológicas.

- Zonas de Amortecimento - estabelecidas no entorno das zonas núcleo, ou entre elas, tem por objetivos minimizar os impactos negativos sobre estes núcleos e promover a qualidade de vida das populações da área, especialmente as comunidades tradicionais.

- Zonas de Transição - sem limites rigidamente definidos, envolvem as zonas de amortecimento e núcleo. Destinam-se prioritariamente ao monitoramento, à educação

ambiental e à integração da reserva com o seu entorno, onde predominam áreas urbanas, agrícolas, extrativistas e industriais.

6.2.1.5.2. Levantamento de Dados Primários

6.2.1.5.2.1. Planejamento e Pesquisa de Dados

Para o levantamento de dados primários, adotou-se a estratégia de sistematização de informações já levantadas em estudos técnicos previamente elaborados na região da Mina de Águas Claras. Foram considerados, neste processo, o Projeto de Intervenção Ambiental (PIA) e o Plano de Utilização Pretendida (PUP) relativos ao Estudo de Impacto Ambiental das Obras Emergenciais para a Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem B5, além dos Diagnósticos Ambientais realizados no âmbito dos estudos das barragens B6, B7A, 2, 3 e 8B. A integração dos dados coletados nesses cinco estudos permitiu a compilação e análise crítica dos dados florísticos e ecológicos anteriormente obtidos, servindo de base para a consolidação das informações técnicas apresentadas neste documento. Essa abordagem visa otimizar recursos, garantir coerência metodológica entre os projetos correlatos e assegurar a representatividade espacial e temporal dos dados utilizados.

6.2.1.5.2.2. Classificação das Fitofisionomias Encontradas e Definição dos Estágios Sucessionais

A descrição e caracterização das tipologias vegetais presentes partiram, preliminarmente, da consulta a fontes secundárias de dados e, posteriormente, foi realizada campanha de campo para confirmar ou refinar as referências obtidas. Nesta, foi empregado esforço de amostragem por meio de caminhamento e instalação de unidades amostrais (parcelas) para representação das tipologias de vegetação ocorrentes nas áreas.

Para a classificação das fitofisionomias florestais encontradas na área foi adotado o conceito de classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal, segundo IBGE (Manual Técnico da Vegetação Brasileira - IBGE 2012, VELOSO et al., 1991).

Para a definição dos estágios sucessionais das fitofisionomias foram adotados os parâmetros descritos na Resolução CONAMA nº 392/2007 (formações florestais) e Resolução CONAMA nº 432/2010 (formações campestres na Mata Atlântica).

6.2.1.5.2.3. Levantamento da Flora e Processamento Taxonômico

As espécies encontradas foram identificadas em campo, fotografadas ou coletadas em amostras para posterior identificação por comparação com herbários e/ou por meio do auxílio de literatura especializada. Os indivíduos mensurados na área do projeto foram identificados

em nível de família, gênero e espécie, em sua maioria. As espécies caducas amostradas no inventário florestal, que estavam sem folhas no período de coleta, foram denominadas “sem material botânico” (SMB).

Os nomes científicos foram verificados para atualizações e eliminação de sinonímias. A listagem final de espécies foi agrupada, conforme os sistemas de classificação *The Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016) e *The Pteridophyte Phylogeny Group* (PPG I, 2016). A verificação do nome correto das espécies foi realizada de acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2022) e por meio do website *Tropicos.org*, do *Missouri Botanical Garden*.

A classificação de espécies ameaçadas foi realizada de acordo com a portaria do Ministério do Meio Ambiente Nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022), que estipula a lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e, acessoriamente, com a revisão da Lista vermelha do CNC flora e IUCN (2022) quando pertinente, e sem caráter vinculante com a compensação. Ainda, as espécies de interesse comum e imunes de corte foram consideradas segundo a Lei Nº 20.308, de 27 de julho de 2012, que declara como de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte no Estado de Minas Gerais o pequi (*Caryocar brasiliense*) e as espécies de ipê-amarelo e pau-d'arco (gêneros *Tabebuia* e *Handroanthus*).

6.2.1.5.2.4. Amostragem Quali-quantitativa da Vegetação

Foram utilizados dados de campo obtidos na área de intervenção, durante 7 campanhas distintas, de acordo com o descrito no (**Quadro 6.2-1**).

Para o estudo nas áreas de intervenção do Dique Auxiliar B5 e das barragens B6, B7A, bem como Grotas 2 e 3, e B8B foram compilados 6 (seis) estudos realizados na Mina de Águas Claras (**Quadro 6.2-1**). Após a análise dos estudos e com a atualização da área de intervenção, foi realizada uma nova abordagem no processamento dos dados pela Concremat Engenharia e Construção, em parceria com a Vale. Com isso, os dados brutos foram revisados e processados, compondo este documento unificado, considerando as Obras Emergenciais no Dique Auxiliar B5, das barragens B6, B7A, bem como Grotas 2 e 3, e B8B. Os dados brutos utilizados neste levantamento (planilha de campo) são apresentados no **Anexo 6.2.1-1** deste documento.

Quadro 6.2-1 - Estudos considerados para elaboração do EIA integrado para as obras na MAC

Estudo	Ano	Local	Metodologia
PLANO DE UTILIZAÇÃO PRETENDIDA (PUP) - PROJETO DE REGULARIZAÇÃO DAS OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DA BARRAGEM 8B	2019	B8B (MAC)	Censo Florestal
PLANO DE INTERVENÇÃO AMBIENTAL (PIA) - OBRAS EMERGENCIAIS PARA O REFORÇO DA BARRAGEM 6, DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6 E 7A E PARA INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDEs GROTA 2 E GROTA 3	2024	B6, B7A E GROTAS 2 E 3 (MAC)	Censo Florestal + Amostragem
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) - OBRAS EMERGENCIAIS PARA DESCARACTERIZAÇÃO DO DIQUE AUXILIAR DA BARRAGEM B5	2022	B5 / Dique Auxiliar (MAC)	Censo Florestal
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) - SUPRESSÃO DE INDIVÍDUOS ARBÓREOS EM RISCO DE QUEDA - ESTRADA DE ACESSO A BARRAGEM B5	2022	B5 / Dique Auxiliar (MAC)	Censo Florestal
PLANO DE UTILIZAÇÃO PRETENDIDA (PUP)- ATIVIDADES PRELIMINARES DA DESCARACTERIZAÇÃO DO DIQUE AUXILIAR DA BARRAGEM B5: CONTENÇÃO PROVISÓRIA	2021	B5/ Dique Auxiliar (MAC)	Amostragem
PLANO DE INTERVENÇÃO AMBIENTAL (PIA) - OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DO DIQUE AUXILIAR DA BARRAGEM B5 - MINA ÁGUAS CLARAS, NOVA LIMA.	2022	B5/ Dique Auxiliar (MAC)	Censo Florestal

6.2.1.5.2.4.1. Inventário Florestal – Parcelas Amostrais

O **Quadro 6.2-2** apresenta os diferentes estudos utilizados para compor o atual, assim como a metodologia utilizada, destacando a utilização da amostragem em fragmentos associados a barragem 6, 7 e Grotas 2 e 3, além de um pequeno fragmento próximo ao Dique Auxiliar da B5**.**

Foi apreciado no inventário florestal, 4 fitofisionomias onde utilizou-se a Amostragem Casual Estratificada (FES inicial, FES Médio, FES Avançado e Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa – FES-I).

A Amostragem Casual Estratificada é reconhecida como método eficaz para inventários em áreas com múltiplas fitofisionomias, pois permite reduzir a variabilidade interna e aumentar a precisão das estimativas (HUSCH et al., 2003). No presente estudo, adotou-se essa metodologia, estratificando cada fitofisionomia conforme suas particularidades volumétricas, conforme preconizado por (Scolforo et al., 2015) para ecossistemas heterogêneos. Essa

abordagem garantiu representatividade amostral e permitiu análises comparativas entre as formações vegetais.

Na etapa de amostragem dos estudos do estrato arbóreo, foram alocadas 65 (sessenta e cinco) parcelas de 20m x 10m (200m² cada) nas diferentes fitofisionomias presentes em cada uma das áreas de intervenção da obra. A distribuição das parcelas foi realizada em diferentes fragmentos florestais associados as áreas de Intervenção. No fragmento próximo ao Dique Auxiliar B5, foram alocadas 6 (seis) parcelas em Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração. Para o estudo dos fragmentos próximos as barragens B6, B7A, bem como Grotas 2 e 3, foram alocadas mais 59 parcelas nas diferentes fitofisionomias presentes: 6 parcelas em Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, 28 parcelas em Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração (FES Inicial), 4 parcelas em Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração (FES Médio) e 21 Floresta Estacional Semidecidual em estágio avançado de regeneração (FES Avançado). A localização das parcelas e apresentada no (**Quadro 6.2-2** e **Mapa 6.2-1**).

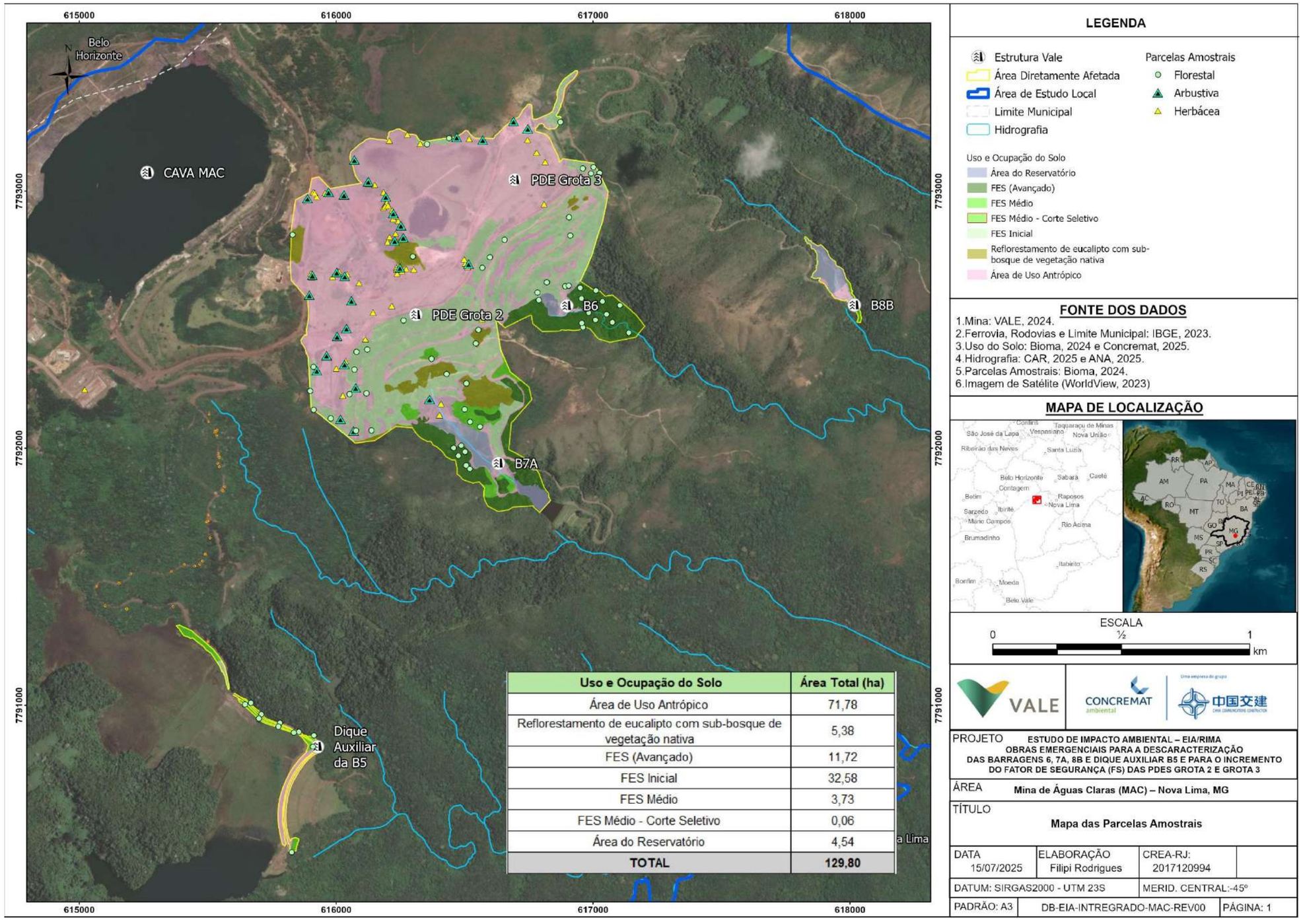
Quadro 6.2-2- Localização das parcelas para o estudo do estrato arbóreo nos fragmentos presentes na área de intervenção. Onde: PF1 até PF59- B6, B7 e Grotas 2 e 3 (MAC), enquanto as parcelas P01 até P11 - Dique auxiliar da B5.

Local	nº Parcela Florestal	Estrato	Zona	Longitude (mE)	Latitude (mS)
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF1	FES- Inicial	23K	616118.000	7792214.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF2	FES- Inicial	23K	616137.000	7792069.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF3	FES- Inicial	23K	615912.000	7792316.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF4	FES- Inicial	23K	615898.000	7792223.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF5	FES- Inicial	23K	616079.000	7792375.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF6	FES- Inicial	23K	616071.000	7792306.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF7	FES- Inicial	23K	616052.000	7792211.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF8	FES- Inicial	23K	616354.000	7793183.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF9	FES- Inicial	23K	616440.000	7793206.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF10	FES- Inicial	23K	615913.000	7792150.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF11	FES- Inicial	23K	615979.000	7792116.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF12	FES- Inicial	23K	616873.000	7793269.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF13	FES- Avançado	23K	616950.000	7792624.000

Local	nº Parcela Florestal	Estrato	Zona	Longitude (mE)	Latitude (mS)
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF14	FES- Inicial	23K	616077.000	7792068.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF15	FES- Inicial	23K	616121.000	7792384.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF16	FES- Avançado	23K	616475.000	7791971.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF17	FES- Avançado	23K	616955.000	7792582.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF18	FES- Avançado	23K	617011.000	7792614.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF19	FES- Avançado	23K	617036.000	7792571.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF20	FES- Avançado	23K	617104.000	7792556.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF21	FES- Avançado	23K	617075.000	7792490.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF22	FES- Avançado	23K	617139.000	7792449.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF23	FES- Avançado	23K	617009.000	7792499.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF24	FES- Avançado	23K	616961.000	7792471.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF25	FES- Avançado	23K	616457.000	7792001.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF26	FES- Inicial	23K	616891.000	7792630.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF28	FES- Inicial	23K	616820.000	7792645.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF30	FES- Inicial	23K	616262.000	7792497.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF27	FES- Inicial	23K	616905.000	7792632.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF29	FES- Inicial	23K	616783.000	7792606.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF31	FES- Inicial	23K	617025.000	7793071.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF32	FES- Inicial	23K	616911.000	7792827.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF33	FES- Inicial	23K	616569.000	7792702.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF39	FES- Inicial	23K	616992.000	7793069.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF34	FES- Inicial	23K	616906.000	7792898.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF35	FES- Inicial	23K	616598.000	7792743.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF36	FES- Inicial	23K	616655.000	7792811.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF37	FES- Inicial	23K	617002.000	7793093.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF38	FES- Inicial	23K	616960.000	7793088.000

Local	nº Parcela Florestal	Estrato	Zona	Longitude (mE)	Latitude (mS)
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF44	FES- Avançado	23K	616560.000	7792084.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF45	FES- Avançado	23K	616521.000	7792103.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF43	FES- Avançado	23K	616788.000	7792576.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF41	FES- Avançado	23K	616985.000	7792546.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF46	FES- Médio	23K	610506.000	7792119.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF42	FES- Médio	23K	616982.000	7792528.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF47	FES- Avançado	23K	616500.000	7792152.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF48	FES- Médio	23K	616487.000	7792010.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF40	FES- Avançado	23K	616956.000	7792487.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF49	FES- Avançado	23K	616502.000	7791986.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF50	FES- Avançado	23K	616506.000	7791933.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF52	FES- Avançado	23K	616371.000	7792348.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF51	FES- Médio	23K	616520.000	7791920.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF53	FES- Avançado	23K	617053.000	7792521.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF54	Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	23K	616299.000	7792746.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF55	Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	23K	616554.000	7792460.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF56	Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	23K	616507.000	7792252.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF57	Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	23K	616544.000	7792408.000

Local	nº Parcela Florestal	Estrato	Zona	Longitude (mE)	Latitude (mS)
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF58	Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	23K	616430.000	7792289.000
B6, B7A E GR. 2 E 3	PF59	Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	23K	615830.000	7792830.000
DIQUE AUXILIAR B5	P01	FES- Médio	23K	615827,000	7790428,000
DIQUE AUXILIAR B5	P07	FES- Médio	23K	615699,000	7790949,000
DIQUE AUXILIAR B5	P08	FES- Médio	23K	615775,000	7790917,000
DIQUE AUXILIAR B5	P09	FES- Médio	23K	615835,000	7790894,000
DIQUE AUXILIAR B5	P10	FES- Médio	23K	615914,000	7790883,000
DIQUE AUXILIAR B5	P11	FES- Médio	23K	615910,000	7790839,000



Mapa 6.2-1 - Localização das parcelas amostrais dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo.

Desta forma foi possível realizar a caracterização da vegetação em termos de composição florística, estrutura horizontal e vertical e para cada uma destas fitofisionomias presentes nas barragens onde foi realizado o Inventário Florestal Amostral por Parcelas.

As unidades amostrais do estrato arbóreo foram demarcadas com auxílio de uma trena de 20m esticada no eixo central da parcela (**Figura 6.2-1)** e uma trena de 10 m para auxiliar na delimitação da largura da parcela a partir do eixo central. Os quatro vértices das unidades amostrais foram sinalizados em campo com fita vermelha e zebrada (**Figura 6.2-2** e **Figura 6.2-4**), as coordenadas geográficas foram registradas com auxílio de GPS *Garmim* modelo *Etrex* 22x, permitindo sua localização em campo.

Em cada unidade amostral foram mensurados todos os indivíduos lenhosos (com troncos e raízes localizados dentro da parcela e árvores mortas em pé) que atenderam o diâmetro mínimo de inclusão de 5 cm – DAP (diâmetro na altura do peito), que equivale a 15,7 cm de circunferência medidos a 1,30 m do solo (**Figura 6.2-5** e **Figura 6.2-3**). Para os indivíduos que bifurcaram abaixo da altura de medição, foram mensurados todos os fustes que atenderam o DAP de inclusão estabelecido. Todos os indivíduos incluídos na amostragem foram identificados quanto a classificação botânica e tiveram a altura total estimada visualmente em comparação a uma vara graduada.



Figura 6.2-1 - Trena para auxílio da marcação de unidade amostral.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-2 - Fita para melhor visualização das parcelas alocadas na ADA.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-3 - Lacres fixados no interior de unidade amostral, na ADA.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-4 - Marcação de unidade amostral ao longo da ADA.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-5 - Registro da mensuração de indivíduo arbóreo na área de estudo do Dique Auxiliar da B5.
Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021.



Figura 6.2-6 - Aspecto geral do fragmento próximo ao Dique Auxiliar da B5.
Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021.

6.2.1.5.2.4.2. Censo Florestal ou Inventário Florestal 100%

O inventário florestal pelo método de Censo Florestal ou Inventário 100% (SOARES; NETO; SOUZA, 2011) foi realizado nas tipologias caracterizadas como áreas pequenas, fragmentadas e/ou com baixa densidade de indivíduos arbóreos, como recomendado na literatura (SHIVER; BORDERS, 1996).

Para o Inventário Florestal 100% foram adotados os procedimentos descritos na Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 3.102/2021, assim, foram mensurados todos os indivíduos lenhosos distribuídos nas áreas de intervenção onde foi realizado o Censo Florestal.

Esta metologia foi utilizada para as Áreas de Uso Antrópico e alguns fragmentos de Floresta Estacional que apresentaram alto grau de alteração impossibilitando a amostragem além do acesso ao Dique Auxiliar que foi objeto de um estudo específico para a remoção e poda de indivíduos arbóreos com risco de queda. Em resumo, foram mensurados indivíduos isolados ao logo de toda área de intervenção, incluindo as áreas de intervenção do Dique Auxiliar B5 e das barragens B5, B6, B7A, bem como Grotas 2 e 3 e B8B na MAC.

A decisão pelo levantamento censitário nessas áreas, teve como base a distribuição da vegetação arbórea. O critério de inclusão considerou o diâmetro mínimo de 5 cm – DAP (diâmetro na altura do peito), que equivale a aproximadamente 15,7 cm de circunferência medidos a 1,30 m do solo. Os procedimentos realizados em campo são apresentados nas (**Figura 6.2-7** a **Figura 6.2-10).**

Para os indivíduos que bifurcaram abaixo da altura de medição, foram mensurados todos os fustes que atenderam o DAP de inclusão estabelecido. Todos os indivíduos tiveram a altura total estimada visualmente em comparação a uma vara graduada. Além disso, em cada indivíduo foi afixado um lacre numérico sequencial (**Figura 6.2-9**) e teve sua coordenada geográfica registrada com auxílio de GPS *Garmim* modelo *Etrex* 22 x (**Figura 6.2-10**), permitindo sua localização em campo e a planilha com as coordenadas apresentada.



Figura 6.2-7 - Equipe realizando o levantamento de árvores isoladas no Censo da área antropizada, ao longo da ADA. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-8 - Equipe realizando a identificação botânica de árvores isoladas em área antropizada. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-9 - Fixação de lacre numérico em indivíduo isolado em área antropizada. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-10 - Registro da coordenada geográfica de indivíduo arbóreo isolado, na área antropizada. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-11 - Avaliação do indivíduo em risco de queda na estrada de acesso para a barragem B5.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021.



Figura 6.2-12 - Marcação do indivíduo em risco de queda na estrada de acesso para a barragem B5.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021



Figura 6.2-13: Fotos da visão geral do interior dos fragmentos florestais próximos ao Dique Auxiliar da B5.

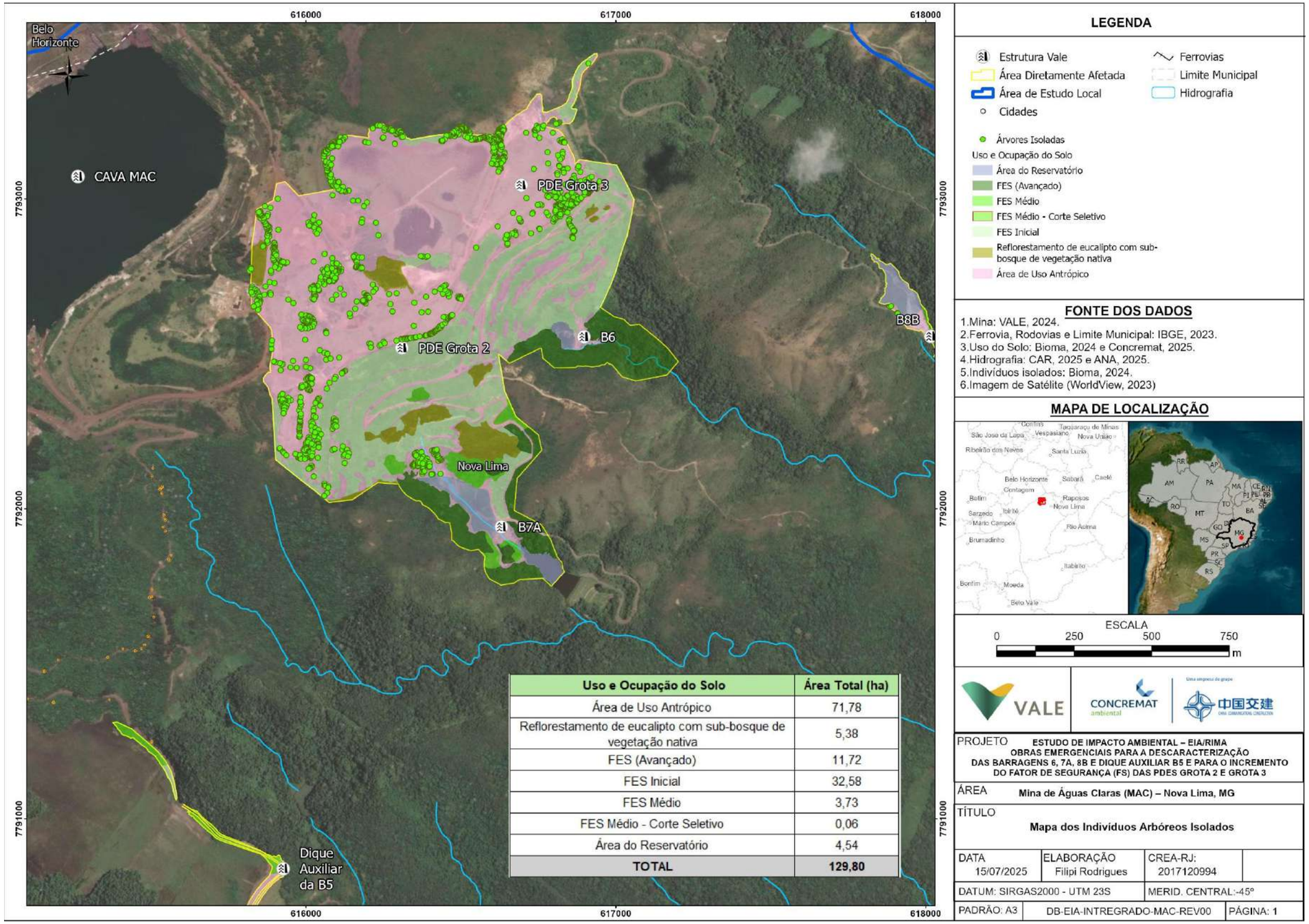
Fonte: Clam Meio Ambiente, 2022.



Figura 6.2-14: Foto da visão geral do exterior dos fragmentos florestais próximos ao Dique Auxiliar da B5.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2022.

A localização dos indivíduos arbóreos isolados presentes na área de intervenção pode ser verificada no **Mapa 6.2-2**.



Uso e Ocupação do Solo	Área Total (ha)
Área de Uso Antrópico	71,78
Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	5,38
FES (Avançado)	11,72
FES Inicial	32,58
FES Médio	3,73
FES Médio - Corte Seletivo	0,06
Área do Reservatório	4,54
TOTAL	**129,80**

Mapa 6.2-2 - Localização dos Indivíduos Isolados

6.2.1.5.2.4.3. Estrato Herbáceo

Para a caracterização do estrato herbáceo na área de intervenção, foram utilizadas as sub-parcelas instaladas para o estudo realizado para as barragens 6 e 7 e Gotas 2 e 3 (MAC). Os resultados encontrados estão de acordo com a descrição da vegetação herbácea registrada nos estudos para a áreas de intervenção do Dique Auxiliar B5 e das barragens B5 e B8, onde não houve levantamento qualiquantitativo, apenas a descrição florística dos ambientes. Por isso, os resultados apresentados aqui, representam a vegetação herbácea em toda a área de intervenção, tendo em visto a semelhança na composição em todos os estudos contemplados.

As unidades amostrais (sub-parcelas) utilizadas para a caracterização fitossociológica do estrato herbáceo, na área de intervenção das barragens, consistiram em 60 sub-parcelas de 1 m x 1 m (1 m², cada) (**Figura 6.2-15** e **Figura 6.2-16**), as quais foram posicionadas em campo aleatoriamente, contemplando variações naturais da vegetação herbácea das tipologias presentes na área de estudo.



Figura 6.2-15 - Levantamento do estrato herbáceo na área antropizada.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-16 - Levantamento de altura de indivíduos no estrato herbáceo na área antropizada.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.

As espécies presentes no interior das unidades amostrais, incluindo ervas e arbustos de pequeno porte com altura de até 1,5 m foram registradas e suas respectivas alturas e porcentagens de cobertura nas parcelas anotadas, sendo este último parâmetro estimado a partir de observação direta. Posteriormente, com auxílio do software *Microsoft Excel* (versão 2021 MSO foram calculadas para cada espécie amostrada: número de unidades amostrais em que a espécie foi registrada (UA), taxa de cobertura (TC), índice de cobertura (IC), taxa de cobertura no empreendimento (CE), cobertura absoluta (CA), cobertura relativa (CR), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR) e valor de importância (VI) (MÜLLER-DOMBOIS & ELLEMBERG, 1974).

As coordenadas geográficas das unidades amostrais alocadas para a amostragem do estrato herbáceo foram registradas a partir de aparelho GPS (*Global System Position*) e estão apresentadas no (**Quadro 6.2-3**).

Quadro 6.2-3 - Localização das parcelas (PH) alocadas para o estudo do estrato herbáceo na ADA integrada

nº Parcela Herbácea	Zona	Longitude (mE)	Latitude (mS)
PH1	23K	616143.157	7792529.472
PH2	23K	616216.056	7792554.668
PH3	23K	616113.688	7792425.185
PH4	23K	616036.728	7792339.695
PH5	23K	616025.798	7792205.954
PH6	23K	616000.022	7792311.935
PH7	23K	616088.868	7792644.053
PH8	23K	616125.220	7793029.755
PH9	23K	616206.916	7793197.892
PH10	23K	616276.462	7793221.892
PH11	23K	616326.880	7793186.362
PH12	23K	616517.160	7793204.691
PH13	23K	616813.471	7793115.064
PH14	23K	616780.000	7793151.000
PH15	23K	616744.656	7793201.078
PH16	23K	616302.000	7792697.000
PH17	23K	616034.000	7792668.000
PH18	23K	616272.000	7792699.000
PH19	23K	616042.000	7792678.000
PH20	23K	616235.000	7792704.000
PH21	23K	615021.000	7792229.000
PH22	23K	616208.000	7792823.000
PH23	23K	616512.000	7792707.000
PH24	23K	616231.000	7792836.000
PH25	23K	616503.000	7792720.000
PH26	23K	616200.000	7792804.000
PH27	23K	616498.000	7792736.000
PH28	23K	616190.000	7792950.000
PH29	23K	616197.000	7792957.000
PH30	23K	616936.000	7793052.000
PH31	23K	616184.000	7792997.000
PH32	23K	616909.000	7793050.000
PH33	23K	616567.000	7792528.000
PH34	23K	616150.000	7793026.000
PH35	23K	616568.000	7792503.000
PH36	23K	616184.000	7792937.000
PH37	23K	616563.000	7792510.000
PH38	23K	616218.000	7792926.000
PH39	23K	616408.000	7792174.000
PH40	23K	616241.000	7792886.000
PH41	23K	616402.000	7792130.000
PH42	23K	616190.000	7792942.000

nº Parcela Herbácea	Zona	Longitude (mE)	Latitude (mS)
PH43	23K	616202.000	7792946.000
PH44	23K	616222.000	7792893.000
PH45	23K	616232.000	7792905.000
PH46	23K	616005.000	7792690.000
PH47	23K	616011.000	7792689.000
PH48	23K	615986.000	7792668.000
PH49	23K	615925.000	7792980.000
PH50	23K	615957.000	7792994.000
PH51	23K	615911.000	7792997.000
PH52	23K	615916.000	7792994.000
PH53	23K	615901.000	7792681.000
PH54	23K	615905.000	7792667.000
PH55	23K	616256.000	7792690.000
PH56	23K	616237.000	7792681.000
PH57	23K	616235.000	7792696.000
PH58	23K	616809.000	7792951.000
PH59	23K	616362.000	7792189.000
PH60	23K	616362.000	7792189.000

6.2.1.5.2.4.4. Estrato Arbustivo

Para a caracterização do estrato arbustivo na área de intervenção, foram utilizadas as parcelas instaladas para o estudo realizado para as barragens 6 e 7 e Gotas 2 e 3 (MAC). Os resultados encontrados estão de acordo com a descrição da vegetação arbustiva registrada nos estudos para a áreas de intervenção do Dique Auxiliar B5 e das barragens B5 e B8. Por isso, os resultados apresentados, representam a vegetação arbustiva em toda a área de intervenção.

A disposição das unidades amostrais para caracterização fitossociológica do estrato arbustivo foi realizada de forma a abranger as variações naturais da comunidade vegetal da tipologia Área Antropizada, presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Foram empregadas 30 unidades amostrais de 5 m x 5 m, totalizando 25 m² cada **(Figura 6.2-17** e **Figura 6.2-18**), de acordo com metodologia descrita por FELFILI et al. (2005), em número satisfatório para atingir suficiência amostral em relação à diversidade de espécies (curva espécie-área).



Figura 6.2-17 - Coleta de dados com paquímetro para o estrato arbustivo na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-18 - Alocação de parcela em estrato arbustivo, com auxílio de trena, na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024

A caracterização fitossociológica do estrato arbustivo foi conduzida adotando-se como critério de inclusão de indivíduos com Diâmetro de Base a 30 cm de altura do solo (DB) ≥ 3 cm, sendo a coleta de dados em campo feita com paquímetro. O critério de inclusão adotado no presente trabalho foi mais abrangente que o tradicionalmente considerado para estudos em Cerrado no Brasil, nos quais o critério de inclusão para caracterização do estrato arbóreo é DB ≥ 5cm (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005).

As informações tomadas em campo abrangeram o nome científico das espécies, além da Circunferência de Base e altura total dos indivíduos. Posteriormente, com auxílio do software Microsoft Excel (versão 2021 MSO), foram calculadas para cada espécie amostrada: número de unidades amostrais em que a espécie foi registrada (UA), área basal (AB), número de indivíduos (N), densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR) e valor de importância (VI) (MÜLLER-DOMBOIS & ELLEMBERG, 1974). As coordenadas geográficas das unidades amostrais alocadas para a amostragem do estrato arbustivo foram registradas a partir de aparelho GPS (Global System Position) e segue no (**Quadro 6.2-4**).

Quadro 6.2-4 - Localização das parcelas (PA) alocadas para estudo do estrato arbustivo na ADA integrada.

nº Parcela Arbustiva	Zona	Longitude (mE)	Latitude (mS)
PA1	23K	616067.387	7792070.096
PA2	23K	616075.818	7792237.278
PA3	23K	616016.623	7792116.032
PA4	23K	616032.157	7792328.878
PA5	23K	616003.473	7792438.309
PA6	23K	616039.778	7792468.617

nº Parcela Arbustiva	Zona	Longitude (mE)	Latitude (mS)
PA7	23K	616059.224	7792576.623
PA8	23K	615962.373	7792363.318
PA9	23K	615924.522	7792304.797
PA10	23K	616124.556	7793040.053
PA11	23K	616070.589	7793124.416
PA12	23K	616468.755	7793212.317
PA13	23K	616570.099	7793202.237
PA14	23K	616689.992	7793274.711
PA15	23K	616745.267	7793245.678
PA16	23K	616033.000	7792672.000
PA17	23K	616515.000	7792720.000
PA18	23K	616030.000	7792988.000
PA19	23K	616222.000	7792916.000
PA20	23K	616002.000	7792687.000
PA21	23K	615970.000	7792999.000
PA22	23K	615888.000	7792974.000
PA23	23K	615895.000	7792598.000
PA24	23K	615907.000	7792676.000
PA25	23K	616248.000	7792705.000
PA26	23K	616363.000	7792193.000
PA27	23K	616261.000	7792822.000
PA28	23K	616227.000	7792810.000
PA29	23K	616193.000	7792981.000
PA30	23K	616252.000	7792869.000

6.2.1.5.2.4.5. Epífitas e Trepadeiras

O levantamento florístico na área de intervenção foi realizado através da adaptação da metodologia descrita por FILGUEIRAS et al. (1994) com caminhamentos expeditos. O método de caminhamento consiste em três etapas distintas: (i) reconhecimento dos tipos de vegetação observadas (fitofisionomias) na área amostrada; (ii) construção de uma lista de espécies encontradas; e (iii) avaliação dos resultados sobre as espécies não arbóreas.

6.2.1.5.2.5. Processamento de Dados

6.2.1.5.2.5.1. Análise Florística

O levantamento florístico registrou as espécies pertencentes as diferentes formas de vida vegetal encontradas na ADA (através da lista compilada dos estudos para o Dique Auxiliar B5, barragens B6, B7A, bem como as Grotas 2 e 3, e B8B). Foram incluídas no levantamento espécies arbóreas, arbustivas-subarbustivas, herbáceas, cipós e palmeiras.

A identificação botânica foi realizada *in loco* sempre que possível, e para as espécies não determinadas em campo foi realizada a coleta de material botânico, que foi tratado segundo métodos usuais de herborização, secagem em estufa e conservação para posterior

identificação taxonômica. A identificação das espécies coletadas foi feita por comparação com amostras pré-determinadas por especialistas botânicos, depositadas em herbários virtuais nacionais e internacionais (REFLORA, 2021; INCT, 2021), em consulta a literatura científica específica. A verificação da nomenclatura científica atual das espécies foi realizada através de consulta a Lista de espécies da Flora do Brasil (REFLORA, 2021), e seguiu o sistema de classificação botânica *Angiosperm Phylogeny Group* IV (APG IV, 2016). Quando o táxon não pôde ser identificado à nível de espécie, este foi individualizado em morfoespécie. Destaque das espécies pioneiras, secundárias, clímax, de valores ecológico significativo, econômico, medicinal, alimentício e ornamental (Lorenzi, 2008; Lorenzi, 2002, Lorenzi, 2009, Carvalho, 2003, Carvalho, 2006; Carvalho, 2008; Carvalho, 2010; Carvalho, 2014), endêmicas (Flora do Brasil, 2020), ameaçadas de extinção, raras (Giulieti et al 2009).

6.2.1.5.2.5.2. Espécies ameaçadas e protegidas por lei

As espécies registradas no levantamento florístico foram investigadas quanto a alguns atributos ecológicos como hábito, origem, estado de conservação, endemismo e distribuição geográfica. A verificação do estado de conservação das espécies registradas no presente estudo foi feita através de consulta aos seguintes instrumentos normativos e listas de espécies ameaçadas de extinção:

- Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 07 de junho de 2022, que Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção;

- Flora do Brasil 2020 em colaboração com o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora); Resolução CONABIO no 08/2021: Lista Nacional de espécies ameaçadas de extinção; Lista CITES, 2022 (*Convention on International trade in endangered species of wild fauna and flora*), Apêndices I, II e III;

- Lei nº 20.308, de 27 de julho de 2012 - Altera a Lei nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), e a Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988, que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo.

- Decreto Nº 46.602, de 19 de setembro de 2014 - Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune a espécie *Araucaria angustifolia*, conhecida como pinheiro-brasileiro, pinheiro-do-paraná, curi ou paraná-pine.

6.2.1.5.2.5.3. Classificação do Estágio de Sucessão Ecológica

Para o estágio sucessional, a caracterização baseou-se em critérios fisionômicos, ecológicos e florísticos das áreas visitadas. Foram observadas características gerais da vegetação, dentre as quais: predomínio das formas de vida e composição florística (ervas, arbustos, árvores, epífitas e lianas), estratificação, continuidade do dossel, presença ou ausência de epífitas e lianas, quantidade de serapilheira, além de informações de relevo, tipo de substrato e o grau de intervenção antrópica.

Além dessas características, a definição do estágio sucessional foi norteada pela Resolução CONAMA n° 392/2007, que estabelece os seguintes parâmetros para definição do estágio sucessional das formações de Floresta Estacional Semidecidual inseridas nos limites do bioma Mata Atlântica: estratificação da floresta, densidade de indivíduos jovens na população, altura média das árvores, distribuição diamétrica dos indivíduos, densidade de espécies pioneiras, dominância de espécies indicadoras, presença de epífitas, continuidade e espessura da serapilheira, características das lianas presentes (herbáceas ou lenhosas), e espécies indicadoras. Cada um destes parâmetros possui sua definição em relação aos estágios inicial, médio e avançado de regeneração.

Para a classificação das Área de Uso Antrópico, apesar da predominância de espécies exótica, foi analisada a Resolução CONAMA Nº 423, de 12 de abril de 2010 que dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica.

6.2.1.5.2.5.4. Análise da Estrutura e Diversidade da Vegetação

A análise fitossociológica avalia a representatividade de cada espécie vegetal na comunidade, em relação às outras espécies e a forma em que se encontra distribuída espacialmente na área. São calculados os valores absolutos e relativos de densidade, frequência e dominância e gerado Índice de Valor de Importância (IVI), para a amostragem por parcelas. A densidade, também chamada abundância, é o número de indivíduos por hectare de cada espécie na composição da floresta. Este parâmetro é estimado em termos de densidade absoluta e relativa, para cada espécie encontrada no levantamento.

A frequência de cada espécie é dada pela ocorrência de cada uma nas unidades amostrais, ou seja, a frequência absoluta é o número de parcelas que uma espécie ocorre em relação ao número total de parcelas. Já a frequência relativa está associada porcentagem da frequência absoluta da espécie em relação ao somatório das frequências absolutas. A

dominância é expressa em termos de área basal, ou seja, a projeção da área seccional do tronco da árvore, medida a 1,30 metros do solo. Assim, é definido como o somatório da área basal por hectare, de cada espécie, expressa através de valores absolutos e relativos.

Mais um parâmetro é o Índice de Valor de Cobertura (IVC), que é o somatório dos parâmetros relativos de densidade e dominância das espécies amostradas, informando a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal, baseando-se, contudo, apenas na densidade e na dominância. Por fim, a importância ecológica da espécie na comunidade vegetal é expressa por meio do valor de importância (VI). Este parâmetro fitossociológico é estimado, por espécie, pela soma dos valores relativos da densidade, da dominância e da frequência, sendo assim, sempre inferior à 300. O valor de importância também é apresentado em termos percentuais (VI%).

Para a estimativa dos parâmetros fitossociológicos relativos à estrutura horizontal da vegetação arbórea amostrada, foram utilizadas as equações descritas por **MUELLER-DOMBOIS, (1974),** conforme demostrado no **Quadro 6.2-5.**

Quadro 6.2-5 - Parâmetros fitossociológicos relativos à estrutura horizontal da vegetação arbórea amostrada

VARIÁVEL	EXPRESSÃO	DEFINIÇÃO	UNIDADE
Diâmetro à Altura do Peito (DAP)	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$	Diâmetro do fuste das árvores à altura de 1,30m acima do nível do solo. Obtido a partir do CAP, unidade básica para as estimativas de área basal, volume, índices de cobertura e de valor de importância.	CAP= circunferência à altura do peito (medido a 1,30m acima do nível do solo)
Área Basal (AB)	$AB = \frac{DAP^2 \times \pi}{4}$	Superfície da secção transversal da árvore à altura do peito (1,30m). A somatória da área basal dos indivíduos de uma espécie é um indicador da densidade dessa espécie na área de estudo	-
Diâmetro médio	$D_{4_j} = \frac{\sum D_\ell}{n}$	Diâmetro médio dos fustes ou indivíduos de um inventário florestal	D= Diâmetro (cm)
Intervalo de classe da estrutura diamétrica	$\Delta D = \frac{D_{max}}{k}$	Intervalo de classe ideal para o conjunto de dados diamétricos	D= Diâmetro (cm) k= Número de classes desejadas

VARIÁVEL	EXPRESSÃO	DEFINIÇÃO	UNIDADE
Amplitude de classe da estrutura diamétrica	**A= D_{max} - D_{min}**	Amplitude de classe para estruturação diamétrica de um inventário florestal	D= Diâmetro (cm)
Altura média	$H = \frac{\sum H_i}{n}$	Altura média dos fustes ou indivíduos de um inventário florestal	H= Altura total (m)
Intervalo de classe da estrutura altimétrica	$h = \frac{A}{k}$	Intervalo de classe ideal para o conjunto de dados altimétricos	h= Altura total (m) A= Amplitude k= Número de classes desejadas
Amplitude de classe da estrutura altimétrica	$A = H_{máx} - H_{min}$	Amplitude de classe para estruturação altimétrica de um inventário florestal	H= Altura total (m)
Densidade absoluta (DA)	$DAi = \frac{ni}{A}$	Número de indivíduos em relação à área.	Número de indivíduos em relação à área. A = Área total amostrada.
Densidade relativa (DR)	$DRi = \left[\frac{\left(\frac{ni}{A}\right)}{\left(\frac{N}{A}\right)}\right] \times 100$	Número de indivíduos de cada espécie em relação à área	DRi = Densidade Relativa da i-ésima espécie. N = Número total de indivíduos amostrados de todas as espécies
Frequência (FA):	$FAi = \frac{fi}{P}$	Probabilidade de se amostrar determinada espécie numa unidade de amostragem.	FAi = Frequência Absoluta da i-ésima espécie. fi = Número de parcelas com a espécie. P = Número total de parcelas
Frequência relativa (FR)	$Ri = \left[\frac{FAi}{\sum(FAi)}\right] \times 10$	Ocorrência de determinada espécie nas parcelas amostradas em relação ao total de espécies.	FRi = Frequência Relativa da i-ésima espécie

VARIÁVEL	EXPRESSÃO	DEFINIÇÃO	UNIDADE
Dominância (Do)	$DoAi = \sum \left(\frac{g}{A}\right)$	Indica a proporção de tamanho ou cobertura das árvores em relação à área amostrada	DoAi = Dominância Absoluta da i-ésima espécie. g = Somatória das áreas basais dos indivíduos da i-ésima espécie.
Dominância relativa (DoR)	$DoRi = \left[\frac{\left(\frac{g}{A}\right)}{\left(\frac{G}{A}\right)}\right] \text{x } 100$	Indica a proporção de tamanho ou cobertura de cada espécie em relação à área amostrada e às demais espécies.	DoRi = Dominância Relativa da i-ésima espécie. G = Área basal de todos os indivíduos de todas as espécies encontradas.
Índice de Valor de cobertura (IVC)	$IVCi = \frac{(DRi + DoRi)}{2}$	É a soma dos valores relativos de cada espécie, para lhes atribuir um valor dentro da sua comunidade vegetal (Matteucci& Colma, 1982). Representa a importância ecológica da espécie na área amostrada e sua adaptação.	IVCi = Índice de Valor de Cobertura da i-ésima espécie
Índice de Valor de Importância (IVI)	*IVI = (DR + FR + DoR)*	Métrica usada em inventários florestais para avaliar a relevância ecológica de cada espécie dentro de uma comunidade vegetal.	IVIi = índice de Valor de Importância da i-ésima espécie

A diversidade de espécies abrange dois conceitos importantes: a riqueza e a uniformidade, que podem ser obtidas desde a diversidade genética até a diversidade de ecossistemas. No caso da riqueza, essa se refere ao número de espécies em uma determinada área. Já a uniformidade está relacionada ao grau de dominância de cada espécie em uma área.

Para o cálculo da diversidade para a amostragem foram utilizados: o índice de Shannon-Wiener (H'), o Índice de Dominância de Simpson (C), a Equabilidade de Pielou (J) e o Coeficiente de mistura de Jentsch (QM), que são definidos no (**Quadro 6.2-6)**.

Quadro 6.2-6 - Parâmetros para avaliação da diversidade florística

PARÂMETRO	FÓRMULAS	VARIÁVEIS
Shannon-Weaver (H')	$H' = \frac{[\mathrm{N}.\ln(\mathrm{N}) - \sum_{\mathrm{i}-1}^{\mathrm{S}} \mathrm{n_i} \ln(\mathrm{n_i})}{\mathrm{N}}$	ni = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie; N = número total de indivíduos amostrados;

PARÂMETRO	FÓRMULAS	VARIÁVEIS
Índice de Equabilidade de Pielou (J)	$J = \frac{H'}{H'_{max}}$; $H'_{max} = \ln(S)$	H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver; S = número total de espécies amostradas.
Índice de Simpson (C)	$C = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$	C = "Índice de Dominância de Simpson"; ni = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie; N = número total de indivíduos amostrados; S = número total de espécies amostradas.
Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)	$QM = \frac{S}{N}$	S = número total de espécies amostradas; N = número total de indivíduos amostrados.

6.2.1.6. Resultados do Estudo Regional - AER

Bioma

A Mata Atlântica é um dos biomas com maior biodiversidade no mundo, ocorrendo ao longo do litoral brasileiro em uma faixa que se estende pelas regiões sul, sudeste e nordeste (IBGE, 2012). Contudo, apresenta algumas fitofisionomias em decorrência da sua magnitude, na qual, abrange diversas regiões do continente com características edafoclimáticas (clima e solo) distintas.

A altitude e a latitude são dois dos principais fatores que moldam as fitofisionomias da Mata Atlântica. Conforme Oliveira-Filho e Fontes (2000), "a variação latitudinal ao longo da costa brasileira resulta em gradientes climáticos que influenciam a composição florística e a estrutura das florestas".

A Mata Atlântica, apesar de sua riqueza biológica, enfrenta um intenso processo de ocupação e degradação de seus habitats naturais. No período do descobrimento do Brasil, esse bioma cobria aproximadamente 1.315.460 km², mas atualmente restam apenas 12,5% de sua cobertura original. Esse declínio está diretamente associado à expansão urbana e ao desenvolvimento econômico, que concentram hoje cerca de 72% da população brasileira em áreas originalmente ocupadas pela Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica, 2015). Essa pressão

humana tem resultado na fragmentação e na perda de ecossistemas críticos, ameaçando a biodiversidade e os serviços ambientais proporcionados por esse bioma.

Minas Gerais ainda apresenta remanescentes do que foi uma extensa faixa de florestas pertencentes ao domínio da Mata Atlântica que, já na década de 90, encontrava-se reduzida a cerca de 4% de sua cobertura original no Estado (COSTA et al., 1998). As áreas florestais remanescentes estão sujeitas a fortes pressões econômicas e sociais advindas de um modelo de desenvolvimento que pouco considera as questões ambientais. Como resultado desta ação, os ambientes tornam-se cada vez mais fragmentados e perturbados, formando conjuntos isolados, que podem comprometer a sobrevivência das populações das espécies vegetais e animais (MYERS, 1997).

Próximo à área de estudo é possível identificar a existência de Corredor Ecológico Serra Espinhaço - Serra do Curral (SMMA-BH, 2025). Determinado a partir do decreto municipal N° 17.986/2022, que ressalta essa área como uma zona ecótona entre os Biomas Mata Atlântica e Cerrado, atuando como uma zona de proteção das unidades de conservação, além de se comportar como uma Zona de Manejo e Recuperação das áreas degradadas, com potencial de recuperação natural ou induzida a serem incorporadas na paisagem natural. Contudo, trata-se de uma zona de uso intensivo, composta por trechos com áreas de uso antrópico consolidado.

Embora o município de Nova Lima esteja integralmente inserido no bioma Mata Atlântica, sua litologia característica do Quadrilátero Ferrífero possibilita a ocorrência de fitofisionomias tanto desse bioma quanto do Cerrado. Com isso, as principais fisionomias presentes na área de estudo relativas a Mata Atlântica incluem Florestas Estacionais Semideciduais, Capões de Mata, Candeial e Florestas Perenifólias (IBGE, 2012). Quanto ao Cerrado, as fitofisionomias encontradas são Cerrado *strictu sensu*, Campo Limpo e Campo Sujo, entre outras (MMA, 2007a; Ribeiro; Walter, 2008; Santos; Miranda; Neto, 2020; Scariot; Sousa-Silva; Felfili, 2005). Assim, segundo o IBGE (2012), antes das intervenções antrópicas que afetaram intensamente esses Biomas ao longo dos anos.

A Área de Estudo Regional (AER) está localizada no município de Nova Lima, região do Quadrilátero Ferrífero (QF), está inserida na porção sul da Cadeia do Espinhaço (Silva, 2008), no centro-sul do estado de Minas Gerais. A área está situada em uma zona de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2012), ambos reconhecidos mundialmente como *hotspots* de biodiversidade, com alto grau de espécies endêmicas e ameaçadas (Mittermeier et al., 2004; Myers, 2003; Myers et al., 2000).

A Área de Estudo Regional (AER) encontra-se integralmente dentro da área de aplicação da Lei da Mata Atlântica nº 11.428 de 2006, segundo dados do IBGE. A partir de dados de geoprocessamento e dados de campo, foi levantado que a AER apresenta características de fitofisionomia que indicam a predominância do Bioma Mata Atlântica na área de influência do empreendimento.

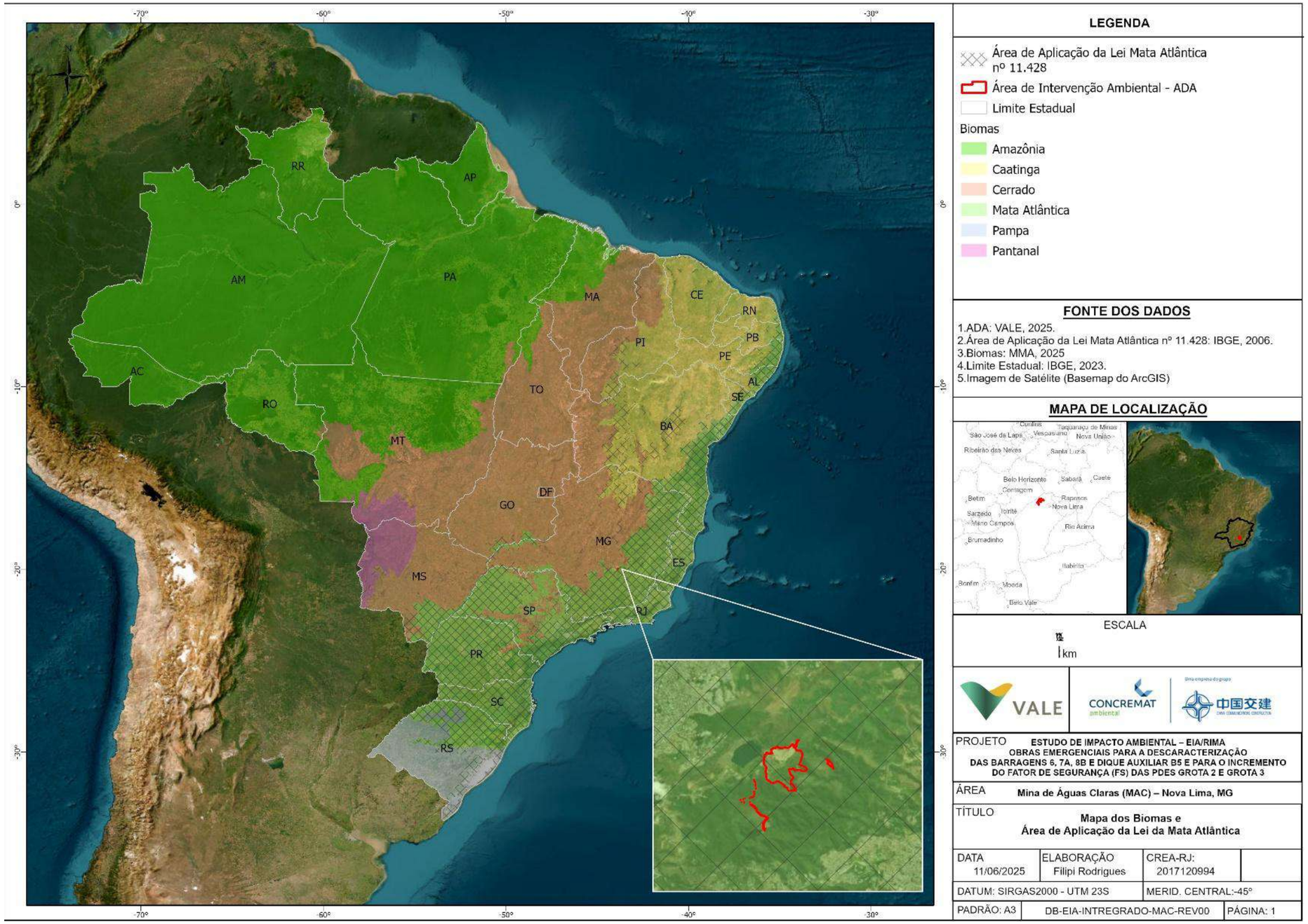
Nesse contexto, a região onde a Mina de Águas Claras está inserida é caracterizada por uma heterogeneidade fitofisionômica influenciada por fatores geoclimáticos, incluindo cursos d'água, altitudes elevadas e solos de diferentes profundidades. Nas regiões mais altas do relevo, em solos rasos, predominam formações campestres e savânicas (Carmo; Jacobi, 2013; Santos, 2010; Jacobi; Carmo, 2008; Lamounier et al., 2010; Ribeiro; Walter, 2008; Silva, 2008). Já nas áreas mais baixas, associadas a latossolos solos profundos geralmente associados a colúvios e às drenagens locais, encontram-se as formações florestais (Lamounier et al., 2010; Santos, 2010; Oliveira, 2017; Silva, 2008b; Teixeira; Lemos Filho, 2013).

Outra característica da região é ser intensamente alterada por atividades antrópicas, como urbanização e mineração, sendo possível observar também indivíduos arbóreos remanescentes de plantios de espécies exóticas (*Eucalyptus* sp.). Além disso, apresenta a maior porção em Área de Uso Antrópico com árvores isoladas e estrato inferior formado por gramíneas, principalmente espécies exóticas.

As formações florestais ocupam as partes mais baixas do relevo local (cerca de 1000 m de altitude), associadas as áreas úmidas, como drenagens naturais e cursos d'água, constituindo-se principalmente de matas ciliares e de encosta (Scolforo; De Carvalho; De Oliveira, 2008; Silva, 2008; Santos, 2010; Teixeira; Lemos Filho, 2013).

Em relação a fitofisionomia predominante na região, a Floresta Estacional Semidecidual apresenta-se em diferentes cotas latitudinais e altitude, avaliadas em diferentes estágios de regeneração.

As famílias botânicas mais representativas na Floresta Estacional são: Myrtaceae, Lauraceae, Fabaceae e Rubiaceae, com espécies como Goiaba-de-peixe (*Amaioua guianensis*), Guatambu (*Aspidosperma parvifolium*), Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Guaçatonga (*Casearia sylvestris*), Capixingui (*Croton floribundus*), Camboatã (*Cupania vernalis*), Canela-ferrugem (*Nectandra oppositifolia*) e Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) (Pedralli et al., 1997; Spósito; Stehmann, 2006; Werneck et al., 2000).



Mapa 6.2-3 - Mapa de localização da AER, AEL e ADA em relação aos biomas

Áreas Prioritárias para Conservação

A seleção das áreas prioritárias considera não só a riqueza biológica local, mas também as feições abióticas, como a geologia e geomorfologia, bem como a recarga hídrica da região. Além disso, a importância socioeconômica também é ponderada, envolvendo as comunidades tradicionais e a economia local (IEF, 2021). No estado de Minas Gerais, as áreas prioritárias para a conservação têm como base a publicação da Fundação Biodiversitas: “Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação” (Drummond et al., 2005).

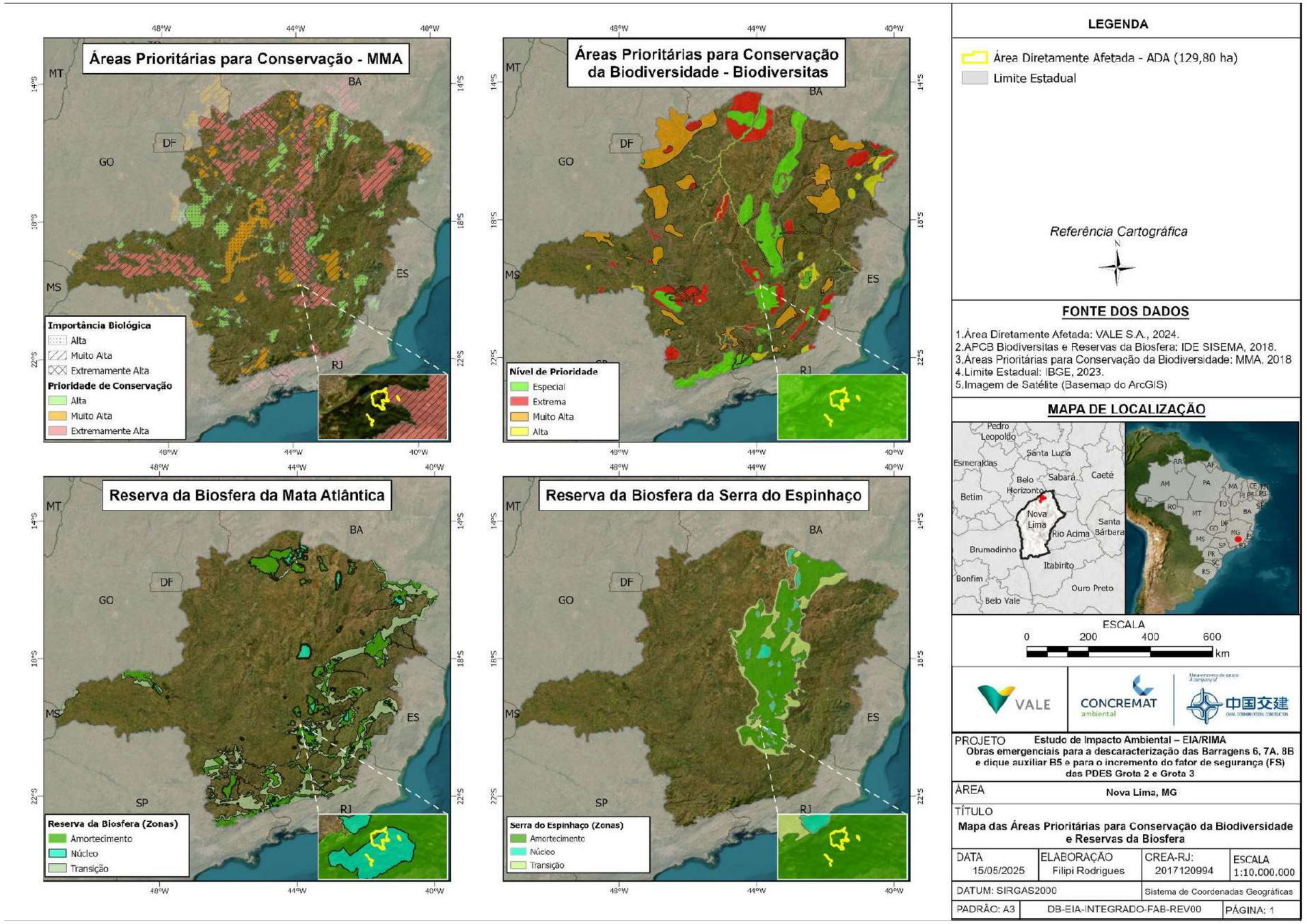
A ADA está localizada no Quadrilátero Ferrífero, situado a sul da Serra do Espinhaço, classificada como área “especial” para a conservação da biodiversidade, desde 2005. De acordo com a Portaria MMA nº 463/2018, o extremo nordeste da ADA está inserido em área com prioridade para conservação extremamente alta, e importância biológica muito alta. A AEL e a AER possuem porções do território a Sul, Sudeste e Nordeste que também estão classificados como extremamente prioritários para conservação.

A Serra do Espinhaço apresenta posição de destaque no contexto estadual pois, além de abrigar nascentes de diversos rios que drenam para diferentes bacias, constitui um ecossistema único no contexto mundial no que se refere à formação geológica e florística com elevada riqueza de espécies (Drummond et al., 2005; IEF, 2021).

O Quadrilátero Ferrífero é definido como área prioritária para conservação devido ao alto grau de endemismo de anfíbios e plantas, alta riqueza de vertebrados, e por apresentar um ecossistema único no estado de Minas Gerais; os Campos Rupestres Ferruginosos. Sua região sofre pressões antrópicas intensas como urbanização, mineração, queimadas e agricultura (Drummond et al., 2005), e guarda extensos remanescentes do meio natural junto às áreas de mineração.

Adicionalmente, a área de estudo está localizada na face sul da Serra do Curral, em altitudes entre 1.200 e 900 m, o que torna a região de interesse para conservação da beleza cênica e da biodiversidade. Considera-se ainda que localidades situadas nestas altitudes apresentam grande potencial de recarga hídrica, além de apresentar ecossistemas especializados (IEF, 2021).

Em relação a Reserva da Biosfera (RB) da Mata Atlântica, a área está inserida em zonas de amortecimento e núcleo, já em relação a RB da Serra do Espinhaço, a área está localizada em sua zona de amortecimento (**Mapa 6.2-4**).



Mapa 6.2-4 - Áreas Prioritárias para Conservação

Outro instrumento previsto na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) para seleção de áreas prioritárias é o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), instituído pela Lei Federal nº 6.938/1981 (Brasil, 1981). O ZEE é uma ferramenta do Estado para definir áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável, planejamento e orientação das políticas públicas e ações sobre o meio ambiente (FEAM, 2023).

Seguindo as diretrizes metodológicas orientadas no Programa ZEE, o estabelecimento das zonas é obtido a partir do cruzamento de informações sobre a potencialidade social e a vulnerabilidade natural de um território. No Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais, a área está localizada em uma área classificada como de prioridade “muito alta” para a conservação da flora.

Áreas Protegidas – Unidades de Conservação

Conforme legislação ambiental brasileira, as Unidades de Conservação (UCs) devem ser levadas em conta e protegidas durante o processo de licenciamento de empreendimentos que possam causar degradação ambiental, seja de forma efetiva ou potencial.

A verificação da localização do empreendimento em relação às UCs existentes se faz necessária para garantir a preservação da biodiversidade e o cumprimento das normas ambientais, assegurando que os impactos negativos sejam minimizados e que as áreas protegidas possam continuar a desempenhar seu papel essencial na conservação ambiental e na provisão de serviços ecológicos.

A partir do mapeamento das áreas protegidas na região do projeto, foram localizadas 7 UC que interceptam a ADA referente às obras no Dique Auxiliar da B5, barragens 6 e 7A., bem como as Grotas 2 e 3 e Barragem 8B, ou cuja zona de amortecimento esteja em um raio de 3 Km da ADA, desde que não haja previsão de distância diferente no referido plano de manejo.

A ADA intercepta a Área de Proteção Ambiental (APA Estadual Sul RMBH), uma unidade de conservação criada a partir dos Decreto n° 35624/94, Decreto n° 37812/96 e Lei Estadual n° 13.960/01, é uma UC de âmbito Estadual e de Uso Sustentável.

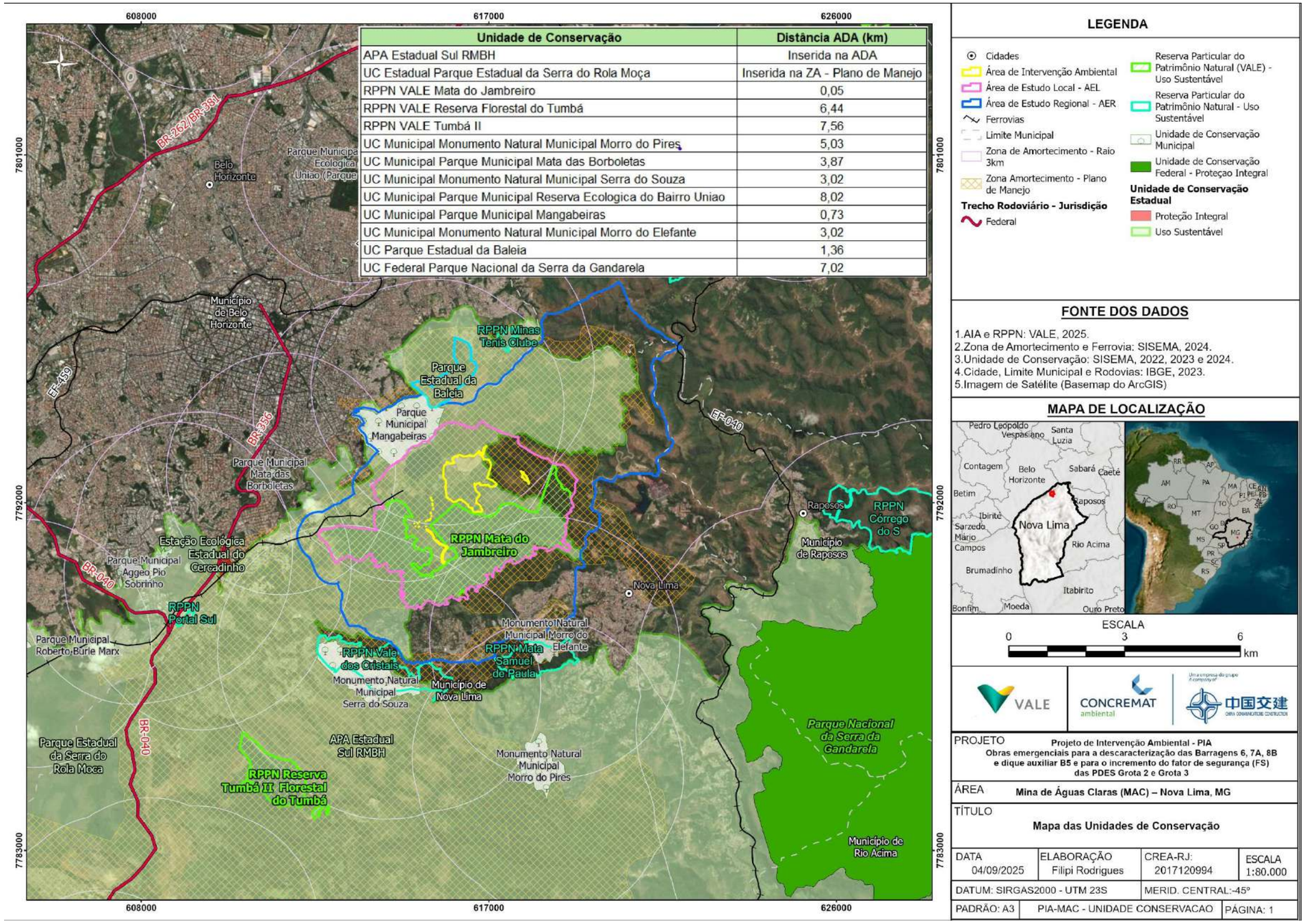
A ADA também se encontra a cerca de 750 m de distância do limite e inserida na Zona de Amortecimento do Parque Municipal das Mangabeiras, criada a partir do Decreto Nº 1466 de 24 de outubro de 1996, é de âmbito municipal de Proteção Integral.

Considerando o Plano de Manejo do Parque Estadual Serra do Rola Moça, pode-se concluir que a ADA também se encontra na Zona de Amortecimento desta UC de âmbito estadual e proteção integral.

Ainda, a ADA se encontra mais próxima das seguintes áreas protegidas: Reserva Particular do Patrimônio Natural RPPN- Mata do Jambreiro (0,04 Km); Parque Estadual da Baleia (1,7 km); MONA Morro do Elefante (3,02 km) e MONA Serra do Souza (3,02 km), classificadas como de Proteção Integral. As unidades citadas e as respectivas distâncias das áreas protegidas mais próximas em relação à ADA estão descritas no **Quadro 6.2-7** e **Mapa 6.2-5**. Ressalta-se que, embora a distância entre o MONA Serra do Souza e a ADA seja superior a 3 km, a base de dados georreferenciada disponibilizada pelo SISEMA indica sobreposição da faixa de amortecimento da UC com a ADA. **Quadro 6.2-7.**

Quadro 6.2-7 - Distância da ADA para as Unidades de Conservação.

Unidade de Conservação	Classificação	Distância ADA (km)
APA Estadual Sul RMBH	Uso Sustentável	Inserida na ADA
UC Estadual Parque Estadual da Serra do Rola Moca	Proteção Integral	Inserida na Zona de Amortecimento - Plano de Manejo
RPPN VALE Mata do Jambreiro	Proteção Integral	0,04
UC Municipal Parque Municipal Mangabeiras	Proteção Integral	0,75 e inserida na ZA (raio de 3km)
Parque Estadual da Baleia	Proteção Integral	1,70
UC Municipal Monumento Natural Municipal Morro do Elefante	Proteção Integral	3,02
UC Municipal Monumento Natural Municipal Serra do Souza	Proteção Integral	3,02



Unidade de Conservação	Distância ADA (km)
APA Estadual Sul RMBH	Inserida na ADA
UC Estadual Parque Estadual da Serra do Rola Moça	Inserida na ZA - Plano de Manejo
RPPN VALE Mata do Jambreiro	0,05
RPPN VALE Reserva Florestal do Tumbá	6,44
RPPN VALE Tumbá II	7,56
UC Municipal Monumento Natural Municipal Morro do Pires	5,03
UC Municipal Parque Municipal Mata das Borboletas	3,87
UC Municipal Monumento Natural Municipal Serra do Souza	3,02
UC Municipal Parque Municipal Reserva Ecologica do Bairro Uniao	8,02
UC Municipal Parque Municipal Mangabeiras	0,73
UC Municipal Monumento Natural Municipal Morro do Elefante	3,02
UC Parque Estadual da Baleia	1,36
UC Federal Parque Nacional da Serra da Gandarela	7,02

LEGENDA

- Cidades
- Área de Intervenção Ambiental
- Área de Estudo Local - AEL
- Área de Estudo Regional - AER
- Ferrovias
- Limite Municipal
- Zona de Amortecimento - Raio 3km
- Zona Amortecimento - Plano de Manejo

Trecho Rodoviário - Jurisdição

- Federal

- Reserva Particular do Patrimônio Natural (VALE) - Uso Sustentável
- Reserva Particular do Patrimônio Natural - Uso Sustentável
- Unidade de Conservação Municipal
- Unidade de Conservação Federal - Proteçao Integral

Unidade de Conservação Estadual

- Proteção Integral
- Uso Sustentável

FONTE DOS DADOS

1.AIA e RPPN: VALE, 2025.
2.Zona de Amortecimento e Ferrovia: SISEMA, 2024.
3.Unidade de Conservação: SISEMA, 2022, 2023 e 2024.
4.Cidade, Limite Municipal e Rodovias: IBGE, 2023.
5.Imagem de Satélite (Basemap do ArcGIS)

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA
0 3 6 km

PROJETO	Projeto de Intervenção Ambiental - PIA Obras emergenciais para a descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e dique auxiliar B5 e para o incremento do fator de segurança (FS) das PDES Grota 2 e Grota 3		
ÁREA	Mina de Águas Claras (MAC) – Nova Lima, MG		
TÍTULO	Mapa das Unidades de Conservação		
DATA 04/09/2025	ELABORAÇÃO Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA 1:80.000
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45°	
PADRÃO: A3	PIA-MAC - UNIDADE CONSERVACAO		PÁGINA: 1

Mapa 6.2-5 - Mapa de Unidades de Conservação sobrepostos pela AER, AEL e ADA do Projeto

Corredores Ecológicos

A área alvo deste estudo foi classificada de acordo com a posição em relação a Área Diretamente Afetada (ADA), sendo a Área de Estudo Local (AEL) com área aproximada de 1.832 hectares tangencialmente a ADA e a Área de Estudo Regional (AER) com maior raio de abrangência, totalizando 5.379 hectares.

Com a análise da Ecologia da Paisagem, foi possível identificar que a região apresenta um mosaico de fragmentos florestais que desempenham papel crucial na conectividade ecológica em área considerada Reserva da Biosfera. Esses fragmentos estão inseridos em um contexto de relevo montanhoso e proximidade com importantes unidades de conservação, como a Mata do Jambreiro e o Parque Estadual da Serra do Rola Moça.

Além disso, a localização das intervenções na paisagem influencia diretamente a estabilidade ecológica da população diretamente afetada (FORMAN e GODRON, 1986). No caso da ADA para as obras de descaracterização, os fragmentos estudados estão localizados na borda deste maciço florestal. Por isso, a tendência é não fragmentar o núcleo do maciço florestal, o que minimiza os efeitos sobre a conectividade e fluxos de espécies. De certo, que as bordas de fragmentos florestais estão submetidas a maiores níveis de perturbação (como luz, vento, espécies invasoras), no caso da vegetação na Mina de Águas Claras, ficou evidenciado o nível de perturbação sobre a vegetação analisada nos estudos de flora, considerando o histórico das áreas operacionais utilizadas na mineração.

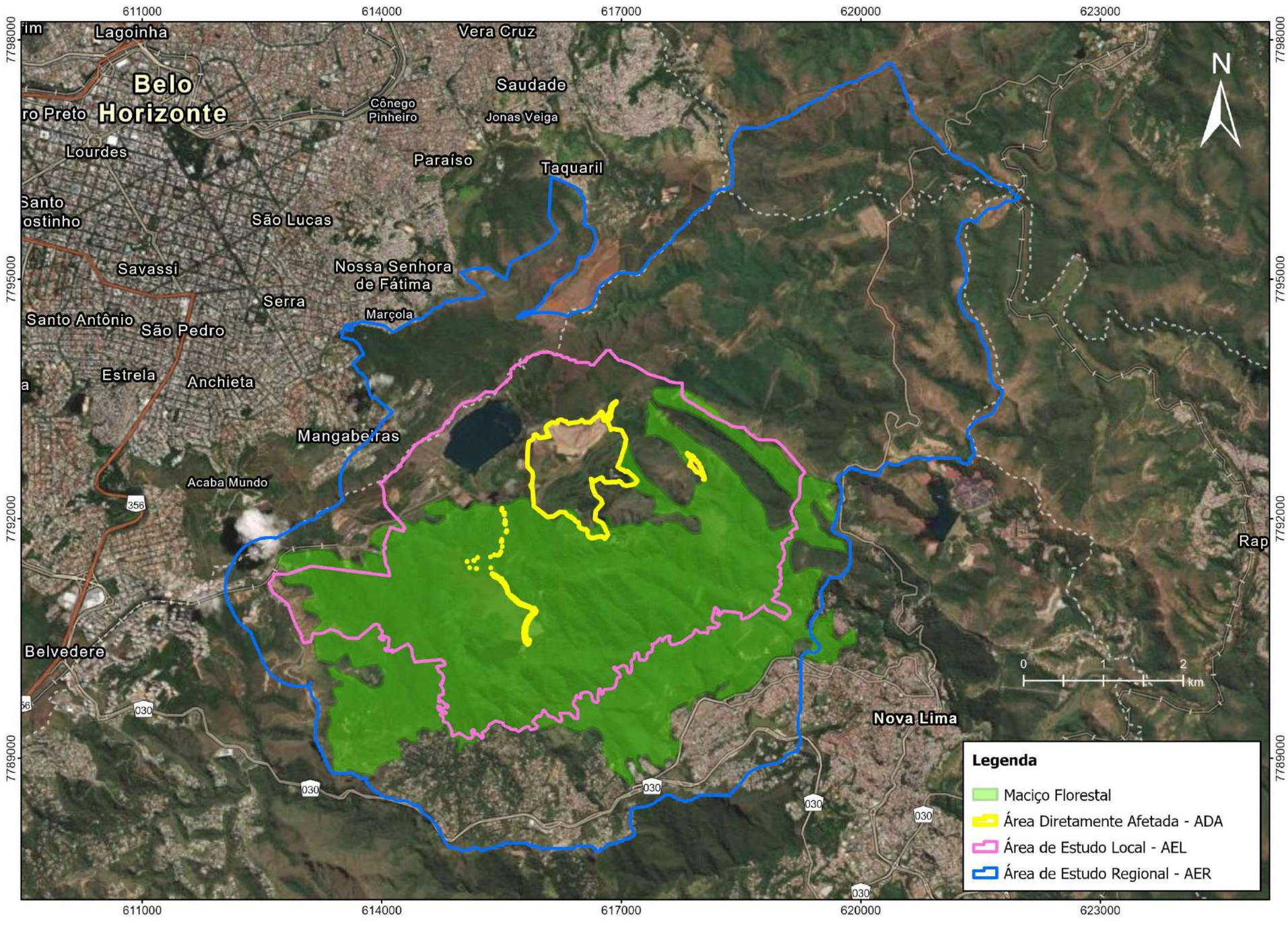
Em relação à localização dos fragmentos ao longo da ADA, é possível observar que somente a área de intervenção próximo à barragem 5 (área aproximada de 0,06 ha) está inserida em uma área central em relação ao maciço florestal da região (**Mapa 6.2-6**). Porém a intervenção neste trecho é referente somente a indivíduos com risco de queda ao longo de acesso já existente para as obras de descaracterização do Dique Auxiliar B5. Por isso, apesar de sua localização central, não haverá impacto significativo no fragmento, considerando apenas o corte seletivos de árvores em risco de queda.

A supressão marginal amplia a zona de borda, mas considerando o núcleo do fragmento amplo, não compromete as relações ecológicas ali estabelecidas. Segundo Laurance *et al*. (2002), fragmentos com núcleos de habitat interior maiores que 100 hectares tendem a manter comunidades ecológicas mais estáveis e menos sujeitas aos efeitos de borda, o que é crucial para a conservação da biodiversidade. O mesmo autor ainda destaca que a ampliação de bordas pode comprometer espécies sensíveis a variações do microclima. O impacto da fragmentação depende mais da conectividade funcional do que apenas da área

remanescente, sendo menor o impacto se não interromper corredores ecológicos ou rotas de dispersão da fauna. (FAHRIG, 2003).

A manutenção de áreas núcleo interligadas por corredores garante a continuidade dos processos ecológicos, mesmo com perdas marginais na periferia. A conectividade é considerada um elemento-chave da estrutura da paisagem (TAYLOR *et al*., 1993). A localização do maciço florestal está em posição estratégica dentro de um corredor ecológico que inclui várias unidades de conservação, como o Parque Estadual da Serra do Rola Moça, a Estação Ecológica do Cercadinho, o Parque Municipal Rego dos Carrapatos e outras RPPNs, como a Mata do Jambreiro e o Vale dos Cristais. Essa proximidade favorece a troca genética entre populações de fauna e flora, essencial para a manutenção da biodiversidade regional. Nesse sentido, os fragmentos florestais presentes na AER e AEL desempenham papéis fundamentais na conectividade florestal, facilitando o deslocamento de espécies, especialmente em áreas de relevo acidentado, como as serras da região, que servem como áreas de abrigo e reprodução para diversas espécies, contribuindo para a manutenção da biodiversidade local e dos serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação hídrica, controle de erosão e sequestro de carbono.

Contudo, considerando a intervenção em zona marginal do maciço floresta regional, a intervenção não causará impactos significativos relacionados a conservação da biodiversidade local, manutenção dos corredores ecológicos e consequentemente dos serviços ecossistemicos e sequestro de carbono.



Mapa 6.2-6 - Corredores Ecológicos em relação a AER, AEL e AIDA

Levantamento da Flora para a AER

Os resultados dos dados secundários, através do levantamento em herbário virtual, exibem o contexto da Flora Regional, não sendo objeto específico para análise da Flora na área de intervenção, porém contribuem para um entendimento sobre as espécies ocorrentes na área de estudo. Considerado o contexto da localização do munícipio de Nova Lima em área prioritária para conservação e *hotspot* de biodiversidade, os resultados mostraram alta riqueza de espécies para o recorte abordado neste item.

No estudo realizado com os dados secundários, foram localizadas 9.524 amostras do reino Plantae no município de Nova Lima, aplicando filtros para refinamento dos dados. O Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB) é responsável por 45% dos depósitos, totalizando com 4.323 amostras, reforçando a importância do desenvolvimento científico no conhecimento da biodiversidade específica da região. Além disso, o acervo botânico depositado em coleções científicas serve de subsídio para elaboração de planos de ação para conservação da biodiversidade, sendo uma ferramenta essencial para análise e contextualização da flora regional.

Foram excluídas as amostras não determinadas, com “cf.” no nome e amostras com dados deficientes. A partir desta lista geral foi verificada a nomenclatura correta para cada táxon e elaborada uma lista com todos os dados que são apresentados na analise a seguir.

No total, para o munícipio de Nova Lima/MG, foram registradas 1.897 espécies distribuídas em 158 famílias botânicas. Dentre os táxons, cerca de 36% são erva (661 spp.), seguido por espécies arbustivas com 20% (369 spp.); Árvores 19% (345 spp.); Subarbustos 18% (317 spp.) e Liana/trepadeira 7% (125 spp.) (**Figura 6.2-19**).

Na conclusão deste estudo é apresentada a análise comparada, entre os resultados obtidos através de secundários e primários, ressaltando a relação existente na composição florística. De forma geral, a diversidade total registrada através dos dados secundários é maior em comparação a diversidade na ADA, reforçando a interferência relativamente baixa no impacto associado a diversidade regional.

Enquanto foram encontradas 1.897 espécies para o município de Nova Lima, no estudo da área de intervenção foram registradas 435 espécies vegetais. Contudo, 88% das espécies registradas em dados secundários, não serão diretamente afetadas pelas intervenções.

Em comparação com os dados primários, é importante registrar que a diversidade de espécies arbóreas registrada nos dados primários é semelhante àquela encontrada em dados secundários, 328 espécies e 369 espécies, respectivamente.

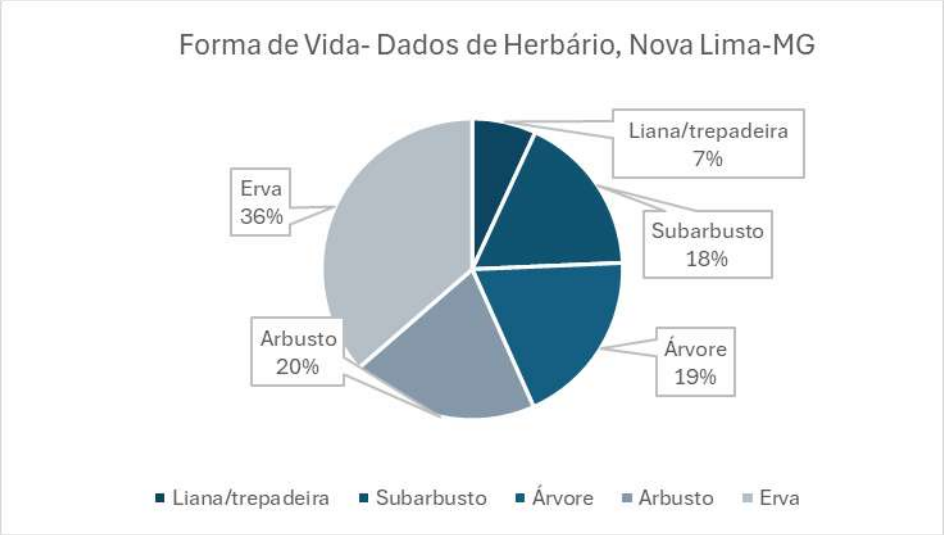


Figura 6.2-19 - Forma de vida registradas no levantamento de dados secundário (Herbário).
Fonte: Concremat Ambiental, 2025

A análise da composição florística indicou que as famílias botânicas de maior riqueza (**Figura 6.2-20**) na análise de dados de herbário foram Asteraceae (243 spp.), Fabaceae (124 spp.), Poaceae (107 spp.), Melastomataceae (105 spp.), Orchidaceae (93 spp.), Rubiaceae (89 spp.), Myrtaceae (52 spp.), Malpighiaceae (42 spp.) e Apocynaceae (41 spp.). As cinco famílias com maior riqueza juntas representam 36% das espécies encontradas. Em comparação com os dados primários, as famílias mais representativas também foram Fabaceae, Asteraceae, Melastomataceae e Rubiaceae.

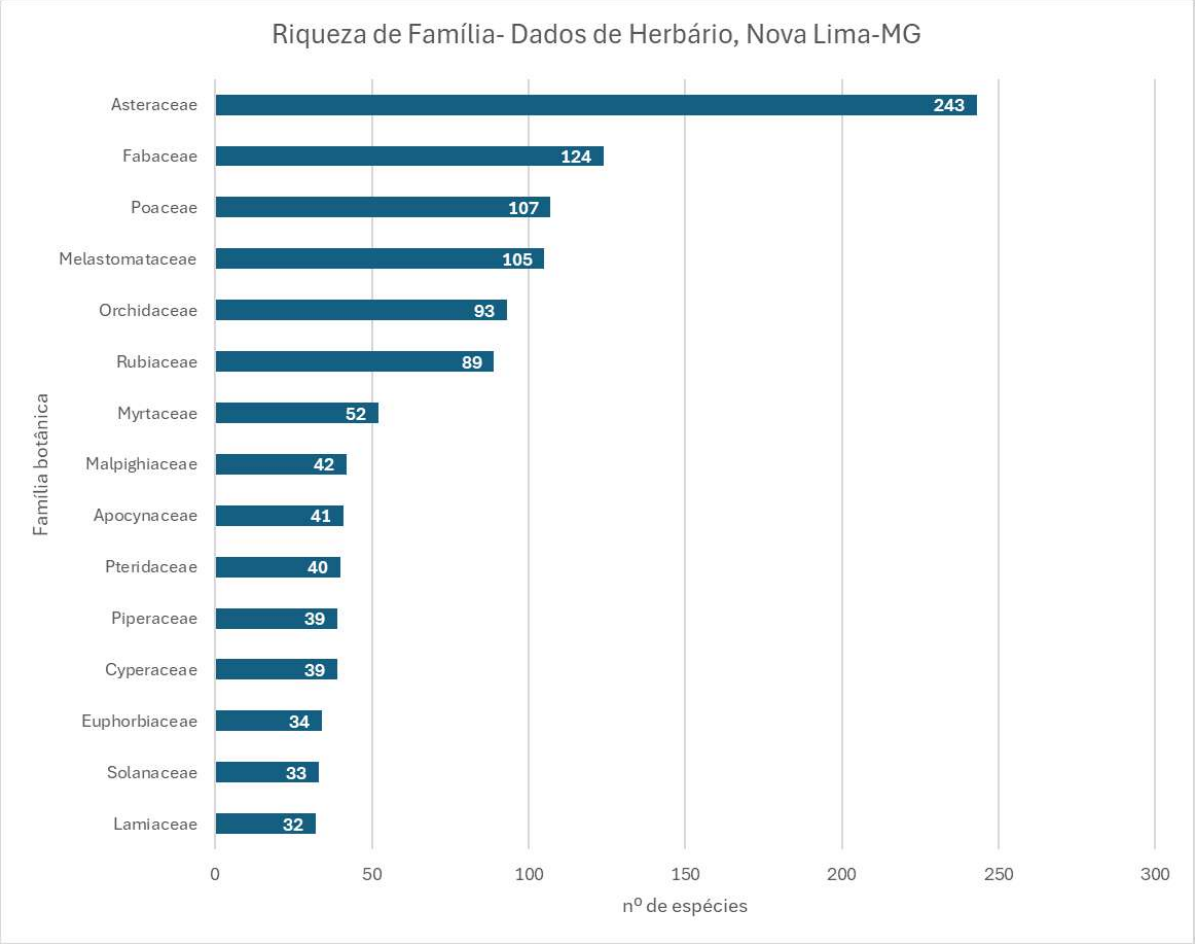


Figura 6.2-20 - Riqueza de espécies por família botânica registrada no levantamento de dados secundário (Herbário).

Fonte: Concremat Ambiental, 2025

Dentre morfoespécies, 1.808 são nativas do Brasil, 45 espécies são consideradas naturalizadas e 13 cultivadas no território nacional (**Figura 6.2-21** e **Figura 6.2-22**).

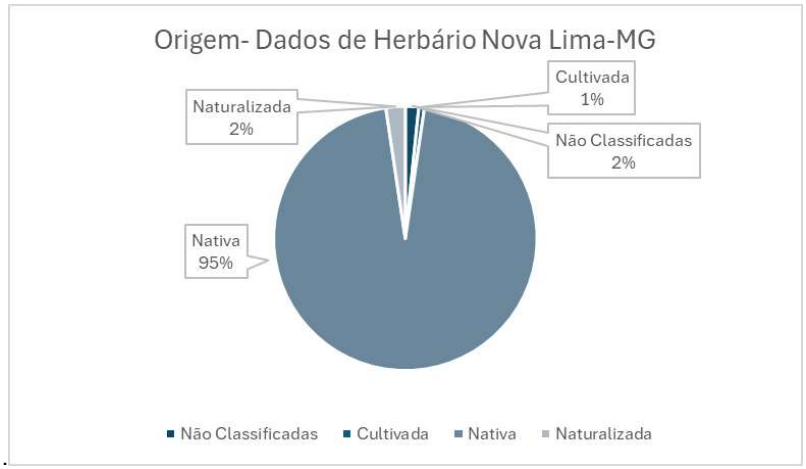


Figura 6.2-21: Origem das espécies registradas no levantamento de dados secundário (Herbário).
Fonte: Concremat Ambiental, 2025

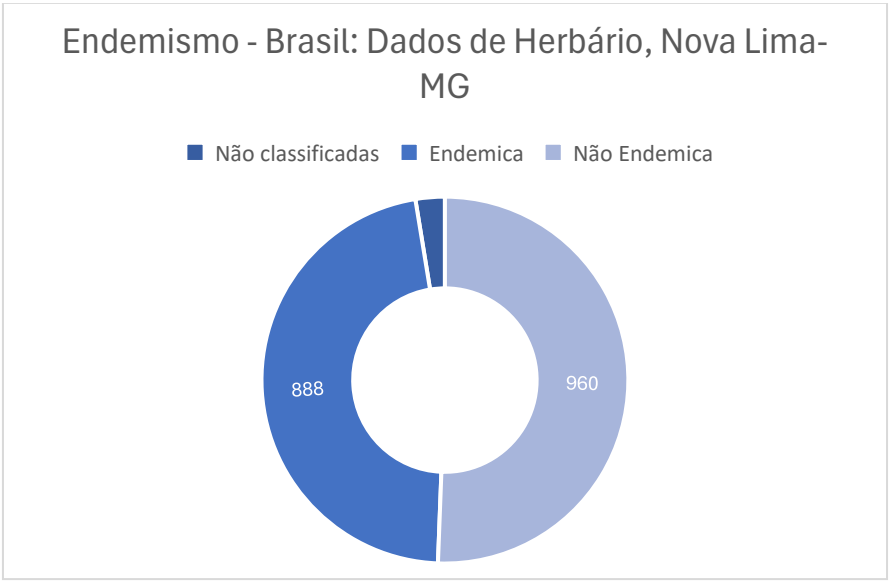


Figura 6.2-22: Espécies endêmicas e não endêmicas do Brasil registradas no levantamento de dados secundário (Herbário).
Fonte: Concremat Ambiental, 2025

Dentre as 1.897 morfoespécies, 888 são endêmicas do território brasileiro (**Figura 6.2-22)**, sendo 307 endêmicas do domínio Cerrado, 209 só ocorrem no domínio da Mata Atlântica e 384 espécies ocorrem em ambos os biomas (**Figura 6.2-23**).

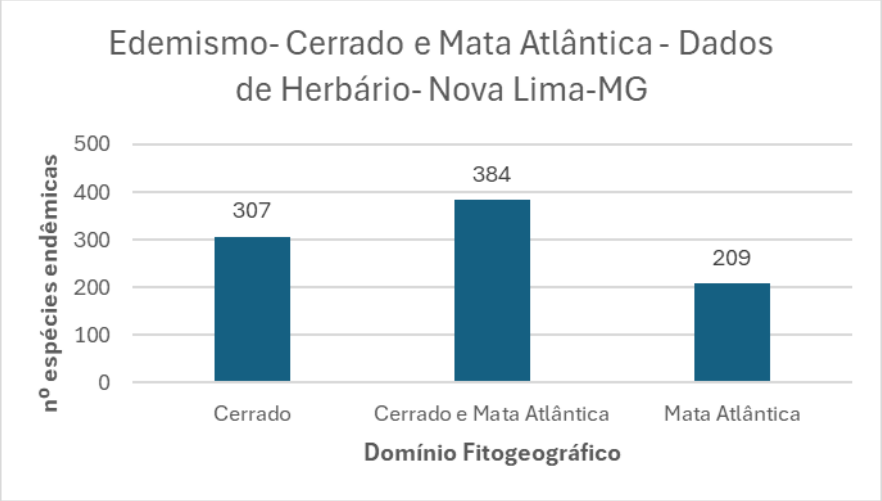


Figura 6.2-23: Endemismo das espécies nos domínios fitogeográficos Cerrado e Mata Atlântica. Levantamento de dados secundário (Herbário).
Fonte: Concremat Ambiental, 2025

6.2.1.6.1.1. Espécies Ameaçadas ou Imunes ao Corte

As espécies registradas no levantamento de dados de herbários disponíveis na plataforma do *specieslink* foram investigadas quanto aos seus atributos ecológicos, tais como hábito, origem e estado de conservação, endemismo e distribuição geográfica. A verificação do estado de conservação das espécies registradas no presente estudo foi feita através de consulta aos instrumentos normativos e listas de espécies ameaçadas de extinção listados na metodologia.

Dentre as 1.897 espécies registradas com base em dados de herbário, através de consulta às principais referências sobre o estado de conservação das espécies vegetais, foram encontradas 52 com status de ameaça de extinção de acordo com a Lista de espécies do MMA, 2022. Dentre estes, 32 espécies são classificadas como Em Perigo (EN), 16 espécies como vulnerável (VU) e 4 espécies como Criticamente em Perigo (CR) (**Figura 6.2-24).**

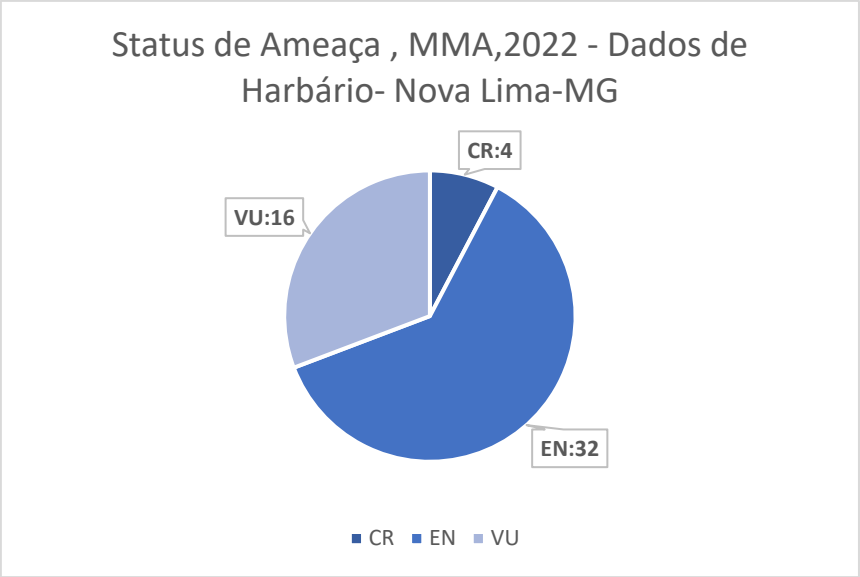


Figura 6.2-24 - Status de ameaça das espécies registradas no levantamento de dados secundário (Herbário). Onde: VU = vulnerável; EN= Em Perigo; CR = criticamente em perigo.
Fonte: Concremat Ambiental, 2025

No **Quadro 6.2-8** são apresentadas as espécies classificadas como ameaçadas de extinção e seus respectivos status de ameaça levantado através dos dados secundários para a AER. Contudo, é importante destacar, de acordo com a classificação do MMA, 2022, dentre as 52 espécies ameaçadas, 24 são endêmicas do estado de Minas Gerais.

Quadro 6.2-8 - Lista das espécies ameaçadas localizadas em dados de herbário disponíveis para o município de Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Concremat, 2025

Família	Táxon	Forma de vida	Endemismo Brasil	Domínio Fitogeográfico	MMA,2022
Amaryllidaceae	*Hippeastrum morelianum Lem.*	Erva	Endêmica	Mata Atlântica	VU
Apocynaceae	*Aspidosperma parvifolium A.DC.*	Árvore	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Apocynaceae	*Minaria monocoronata (Rapini) T.U.P.Konno & Rapini*	Subarbusto	Endêmica	Mata Atlântica	CR
Asteraceae	*Aspilia jugata H.Rob.*	Arbusto	Endêmica	Cerrado	CR
Asteraceae	*Chromolaena arrayana (Gardner) R.M.King & H.Robinson*	Subarbusto	Endêmica	Cerrado	EN
Asteraceae	*Eremanthus syncephalus (Sch.Bip.) Loeuille, Semir & Pirani*	Árvore	Endêmica	Cerrado	EN
Asteraceae	*Lessingianthus rosmarinifolius (Less.) H.Rob.*	Subarbusto	Endêmica	Cerrado	EN
Asteraceae	*Lessingianthus stoechas (Mart. ex Baker) H.Rob.*	Subarbusto	Endêmica	Cerrado	VU
Asteraceae	*Lychnophora brunioides Mart.*	Arbusto	Endêmica	Cerrado	CR
Asteraceae	*Lychnophora villosissima Mart.*	Árvore	Endêmica	Cerrado	VU
Asteraceae	*Mikania argyreiae DC.*	Liana/volúvel/trepadeira	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	VU
Asteraceae	*Mikania cipoensis G.M.Barroso*	Erva	Endêmica	Cerrado	EN
Asteraceae	*Mikania clematidifolia Dusén*	Liana/volúvel/trepadeira	Endêmica	Mata Atlântica	VU
Asteraceae	*Mikania glauca Mart. ex Baker*	Subarbusto	Endêmica	Cerrado	EN

Família	Táxon	Forma de vida	Endemismo Brasil	Domínio Fitogeográfico	MMA,2022
Asteraceae	*Stevia riedelli Sch.Bip. ex Baker*	Subarbusto	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Bignoniaceae	*Anemopaegma arvense (Vell.) Stellfeld ex de Souza*	Arbusto	Não Endêmica	Amazônia Cerrado Mata Atlântica	EN
Bromeliaceae	*Eduandrea selloana (Baker) Leme et al.*	Erva	Endêmica	Cerrado	EN
Bromeliaceae	*Vriesea minarum L.B.Sm.*	Erva	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Cactaceae	*Arthrocereus glaziovii (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi*	Subarbusto, Suculenta	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	EN
Cucurbitaceae	*Wilbrandia glaziovii Cogn.*	Liana/volúvel/trepadeira	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Dichapetalaceae	*Stephanopodium engleri Baill.*	Árvore	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	EN
Ebenaceae	*Diospyros ketun B.Walln.*	Árvore	Endêmica	Cerrado	VU
Elaeocarpaceae	*Sloanea obtusifolia (Moric.) Schum.*	Árvore	Não Endêmica	Mata Atlântica	EN
Erythroxylaceae	*Erythroxylum frangulifolium A.St.-Hil.*	Arbusto, Árvore	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Erythroxylaceae	*Erythroxylum ovalifolium Peyr.*	Arbusto	Endêmica	Mata Atlântica	VU
Fabaceae	*Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.*	Árvore	Endêmica	Mata Atlântica	VU
Fabaceae	*Lupinus laevigatus Benth.*	Arbusto	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	EN
Fabaceae	*Melanoxylon brauna Schott*	Árvore	Endêmica	Caatinga Cerrado Mata Atlântica	VU
Fabaceae	*Mimosa leprosa (Benth.) J.F.Macbr.*	Erva	Endêmica	-	EN
Gesneriaceae	*Sinningia rupicola (Mart.) Wiehler*	Erva	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Lamiaceae	*Hyptis rhypidiophylla Briq.*	Arbusto, Subarbusto	Endêmica	Cerrado	EN
Lauraceae	*Cinnamomum quadrangulum Kosterm.*	Arbusto	Endêmica	Cerrado	VU
Lauraceae	*Ocotea calliscypha L.C.S.Assis & Mello-Silva*	Árvore	Endêmica	Mata Atlântica	EN

Família	Táxon	Forma de vida	Endemismo Brasil	Domínio Fitogeográfico	MMA,2022
Lauraceae	*Ocotea catharinensis Mez*	Árvore	Não Endêmica	Mata Atlântica Pampa	VU
Lauraceae	*Ocotea odorifera (Vell.) Rohwer*	Árvore	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	EN
Lythraceae	*Diplusodon villosissimus Pohl*	Subarbusto	Endêmica	Cerrado	VU
Malpighiaceae	*Byrsonima brachybotrya Nied.*	Arbusto	Endêmica	Cerrado	VU
Malpighiaceae	*Byrsonima spinensis W.R.Anderson*	Árvore	Endêmica	Cerrado	EN
Melastomataceae	*Eriocnema acaulis (Cham.) Triana*	Erva	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	EN
Melastomataceae	*Marcetia semiriana A.B.Martins*	Erva, Subarbusto	Endêmica	Cerrado	EN
Melastomataceae	*Ossaea warmingiana Cogn.*	Arbusto, Subarbusto	Endêmica	Cerrado	VU
Orchidaceae	*Cattleya caulescens (Lindl.) Van den Berg*	Erva	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Orchidaceae	*Cattleya guttata Lindl.*	Erva	Endêmica	Mata Atlântica	VU
Orchidaceae	*Cattleya pumila Hook.*	Erva	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	VU
Orchidaceae	*Pabstiella lingua (Lindl.) Luer*	Erva	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Poaceae	*Lithachne horizontalis Chase*	Erva	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Poaceae	*Paspalum repandum (Nees) G.H. Rua & Valls*	Erva	Endêmica	Mata Atlântica	EN
Solanaceae	*Calibrachoa elegans (Miers) Stehmann & Semir*	Subarbusto	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	EN
Solanaceae	*Solanum viscosissimum Sendtn.*	Liana/volúvel/trepadeira	Endêmica	Cerrado Mata Atlântica	EN
Styracaceae	*Styrax aureus Mart.*	Arbusto, Árvore	Endêmica	Cerrado	EN
Velloziaceae	*Vellozia metzgerae L.B.Sm.*	Erva	Endêmica	Cerrado	EN
Vochysiaceae	*Callisthene dryadum Duarte*	Árvore	Endêmica	Mata Atlântica	CR

Legenda: VU = vulnerável; LC = menos preocupante; NT = quase ameaçada; CR = criticamente em perigo; EN = em perigo.

6.2.1.7. Resultados do Estudo Local – AEL e Área Diretamente Afetada - ADA

Uso e Cobertura do Solo e Áreas de Preservação Permanente

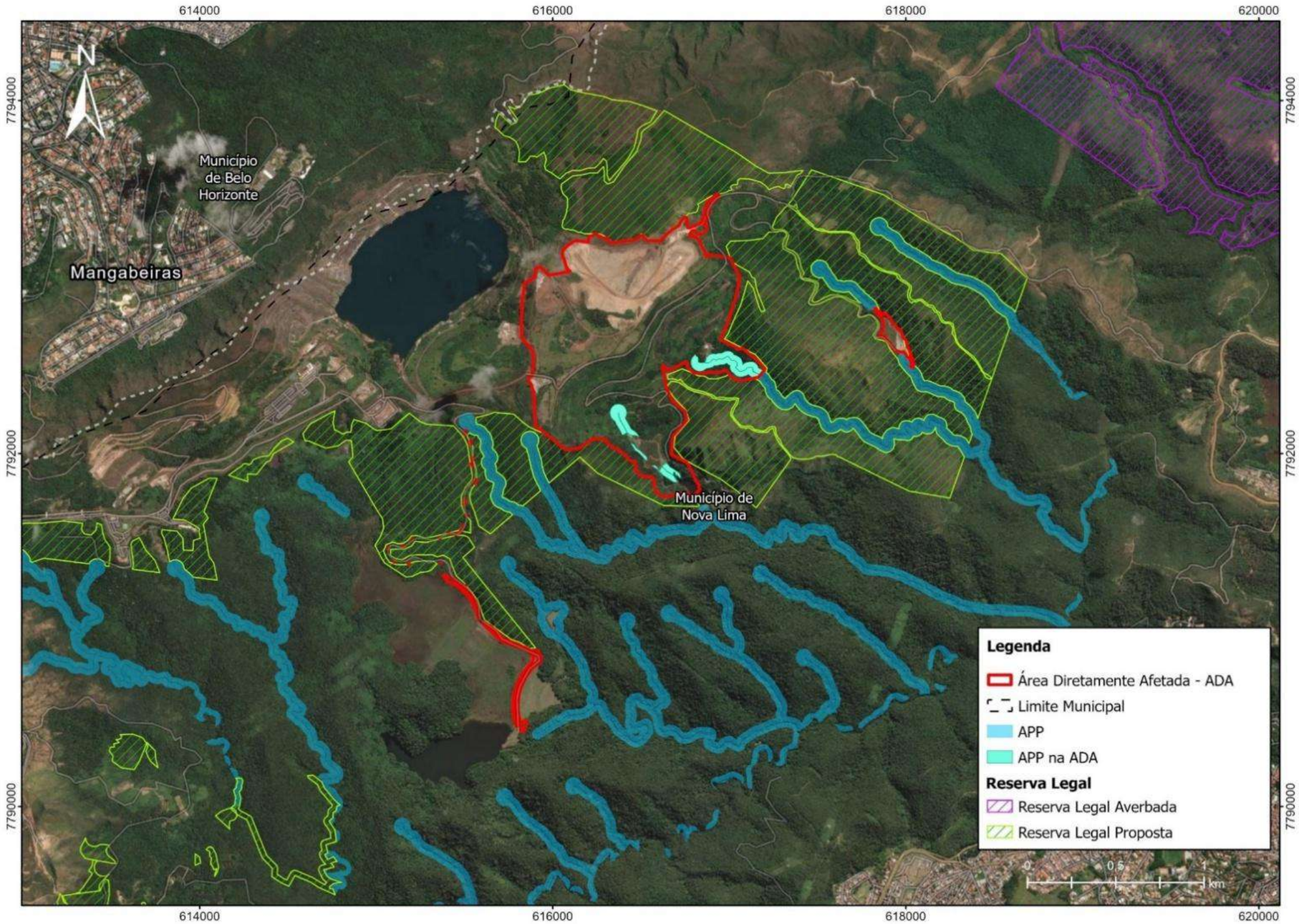
Área de Estudo Local (AEL) possui área aproximada de 1.832 hectares tangencialmente a ADA. A Área Diretamente Afetada (ADA) compreende 129,80 hectares e se caracteriza pela ocupação por sete tipologias de uso e ocupação do solo (**Quadro 6.2-9**):

- 32,58 ha em Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração;
- 3,73 ha em Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração;
- 11,72 ha em Floresta Estacional Semidecidual em estágio avançado de regeneração;
- 5,38 ha de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa;
- 0,06 ha em Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração com 33 indivíduos arbóreos para o corte seletivo nos acessos;
- 71,78 ha de área antropizada com 1.709 indivíduos arbóreos isolados;
- 4,54 ha de Reservatórios.

Dois córregos interceptam a AIDA, portanto haverá intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP), que correspondem a 1,33 ha em Área Antropizada (1,02%), 0,09 ha de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa (0,07%), 0,49 ha em FES Inicial (0,38%), 0,21 ha de FES Médio (0,16%) e 2,91 ha de FES Avançado (2,25%), totalizando 5,03 ha, conforme apresentado no mapa da **Mapa 6.2-7** e **Quadro 6.2-9**:

Quadro 6.2-9 - Uso e Ocupação do Solo e Áreas de Preservação Permanente na ADA

Tipologias	Fora de APP		Dentro de APP		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%
Área de Uso Antrópico	70,45	54,3%	1,33	1,02%	71,78	55,30%
Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa	5,29	4,1%	0,09	0,07%	5,38	4,15%
FES (Avançado)	8,81	6,8%	2,91	2,25%	11,72	9,03%
FES Inicial	32,10	24,7%	0,49	0,38%	32,58	25,10%
FES Médio	3,53	2,7%	0,21	0,16%	3,73	2,88%
FES Médio - Corte Seletivo	0,06	0,0%	0,00	0,00%	0,06	0,05%
Área do Reservatório	4,54	3,5%	0,00	0,00%	4,54	3,50%
Total	**124,78**	**96,1%**	**5,03**	**3,87%**	**129,80**	**100,00**



Mapa 6.2-7 - Uso e Ocupação do Solo e Áreas de Preservação Permanente na ADA

6.2.1.7.1.1. Área de Uso Antrópico com Árvores Isoladas

A tipologia classificada como Área Antropizada (**Figura 6.2-25** a **Figura 6.2-30**) inclui locais de instalação de estruturas inerentes às atividades minerárias, tais como: barramentos, sistema de drenagem, estacionamento, canteiro de obras e acessos, além de áreas de pastagem, sendo caracterizada por possuir solo exposto desprovido de vegetação ou áreas coberta por espécies arbustivas, herbáceas e presença de árvores isoladas.

A composição florística em área antropizada geralmente é caracterizada por espécies herbáceas e arbustivas espontâneas e arbóreas pioneiras. Também é notório ressaltar a dominância de espécies exóticas invasoras para o estado de Minas Gerais, como leucena (*Leucaena leucocephala*) e ipê-de-jardim (*Tecoma stans*). Segundo dados do Instituto Hórus de 2024, tais espécies competem com espécies nativas no processo de sucessão ecológica e na regeneração natural em áreas degradadas, visto que possuem um banco de sementes muito grande, com precocidade de produção de sementes além do grande número de sementes viáveis por frutificação, formando densos aglomerados, o que leva ao sufocamento da vegetação nativa em regeneração e à perda de biodiversidade.

A área ocupada por vegetação antropizada próximo a barragem B8 perfaz 0,06 ha. Nesta área, o solo é recoberto principalmente por vegetação herbácea, sendo braquiária (*Urochloa decumbens*) a espécie dominante. Verificou-se, ainda, a presença de quatro indivíduos caracterizados como Árvores Isoladas. As áreas classificadas como estruturas e acessos totalizam 0,34 ha (17,31%) da área. Compreendem as áreas do maciço da barragem e acessos, predominando a presença de braquiária (*Urochloa decumbens*) e grama batatais (*Paspalum notatum*).

A área antropizada, caracterizada no mapa se refere em sua maior parte a estrada de acesso e ao talude do Dique, onde há apenas vegetação forrageira (plantada). Outra parte, limítrofe a estrada de acesso, é formada por uma faixa estreita de vegetação em regeneração inicial, associada à ensecadeira formada no Dique. Porém, não há rendimento lenhoso e a composição florística é quase exclusivamente formada por *Schinus terebinthifolia* Raddi., espécie pioneira, além de algumas espécies invasoras e ruderais.



Figura 6.2-25 - Levantamento de árvores isoladas em área antropizada na ADA, Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-26 - Área antropizada na ADA, Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-27 - Área antropizada com solo exposto localizada na ADA, Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-28 - Área de Uso Antrópico próximo ao Dique Auxiliar da B5.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021



Figura 6.2-29 - Área de Uso Antrópico próximo a barragem B8.

Fonte: Lume Estratégia Ambiental, 2019



Figura 6.2-30 - Área de Uso Antrópico próximo a barragem B8.

Fonte: Lume Estratégia Ambiental, 2019

6.2.1.7.1.2. Área dos Reservatórios das Barragens

É a área correspondente aos reservatórios das barragens, B6, e B7A e B8. As Barragens B6 e B7A (**Figura 6.2-32**) foram construídas, respectivamente, com a finalidade de conter os sedimentos gerados durante a formação das pilhas de estéril, a jusante da PDE Grota 2 e PDE Grota 3. A área do reservatório da Barragem 8B inserida na Área do Projeto perfaz 1,38 ha pode ser observada na (**Figura 6.2-31**). A ADA não incluí o reservatório da barragem 5 e por isso não é representada no presente estudo.



Figura 6.2-31 - Reservatório da Barragem 8B.
Fonte: Lume Estratégia Ambiental, 2019



Figura 6.2-32 - Reservatório da Barragem 6 na ADA, Nova Lima, Minas Gerais, 2024.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024

6.2.1.7.1.3. Reflorestamento de Eucalipto com sub-bosque nativo – FES em Estágio Inicial de Regeneração

As áreas ocupadas por Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa estão localizadas na área de intervenção das barragens B6, B7A e Grotas 2 e 3, e consistem em áreas de plantios remanescentes da espécie exótica *Eucalyptus* sp. com a maioria dos indivíduos de grande porte, com altura média de 14 metros, podendo chegar a até 24 metros, e média de diâmetro a altura do peito (DAP) de 19,6 centímetros, podendo chegar a 86 centímetros. (**Figura 6.2-33**). O dossel é fechado(**Figura 6.2-34**) e a serrapilheira é densa (**Figura 6.2-35**), com sub-bosque de espécies nativas presente, porém escasso (**Figura 6.2-36**). Pode-se observar em campo, a estratificação do sub-bosque em presença de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea com altura média de 2 metros, entretanto com DAP inferior aos critérios de inclusão do levantamento arbóreo.

Foram identificados indivíduos regenerantes das espécies *Cecropia pachystachia* (embaúba-branca), *Myrsine umbelata* (capororoca), *Xylopia aromatica*, (pimenta-de-macaco), *Myrcia splendens* (guamirim), *Myrcia eriocalyx* (cambuinho), *Myrcia neolucida* (guamirim-ferro),

Myrcia neoclusiifolia (cambuí-folhão) entre outras espécies levantadas na fitossociologia deste estrato, caracterizando o sub-bosque como FES inicial.



Figura 6.2-33 - Talhão de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa na ADA, Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-34 - Dossel no Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa com aproximadamente 14 metros de altura localizado na ADA, Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-35 - Aspecto da serrapilheira no interior do Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa . Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-36 - Vista interna do sub-bosque na área do talhão. Observam-se alguns indivíduos regenerantes de espécies nativas. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024

6.2.1.7.1.4. Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração

A Floresta Estacional Semidecidual (FES) está relacionada ao desenvolvimento sucessional de remanescentes suprimidos sem destoca, que rebrotaram, sob clima estacional, com duas estações distintas, uma chuvosa e outra seca, que condicionam uma perda parcial das folhas dos indivíduos arbóreos dominantes durante o período de estiagem, situada entre 20 e 50% (IBGE, 2012). A caducifólia do conjunto florestal durante a estação seca está associada às

condições climáticas, de estiagem por longos períodos, entre maio e outubro. A Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração (FES Inicial) é caracterizada pela ausência de estratificação de dossel definida, predominância de indivíduos jovens de espécies arbóreas, apresentando altura média de 5 m, e presença de alguns indivíduos emergentes da vegetação original da área (CONAMA, 2007).

As áreas desta fitofisionomia encontram-se localizadas em encostas, nas porções norte e sudeste do empreendimento (**Figura 6.2-37**, **Figura 6.2-38**, **Figura 6.2-39** e **Figura 6.2-40**). Apresentam indivíduos regenerantes de espécies arbóreas em alta densidade, com galhos finos e sem formação de dossel contínuo. Espécies trepadeiras foram encontradas em abundância. O solo é coberto por gramíneas em alguns pontos, já em outros, foram encontrados solo exposto, pedregoso com presença de minério, com serrapilheira rala. A maioria das árvores possuem CAP (circunferência à altura do peito) menor que 30 centímetros, sendo os indivíduos com CAP mais elevado raros. O dossel apresenta altura média de pouco menos de cinco metros, com algumas poucas árvores emergentes atingindo até cerca de dez metros. Existe uma alta dominância, com poucas espécies, em geral da guilda das pioneiras, dominando a comunidade arbórea.

Outro fator importante é a presença de indivíduos arbóreos mortos em pé ou com a copa quebrada, o que resulta na ocorrência de clareiras no dossel florestal. Indivíduos arbóreos rebrotando após o corte também são comuns. As epífitas são raras ou ausentes, contudo, há uma considerável densidade e trepadeiras herbáceas além de gramíneas que dominam o sub-bosque. Algumas espécies arbóreas são particularmente comuns nestes ambientes, com destaque para as Candeias (*Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*), que em muitos locais são a espécie dominante no estrato arbóreo, além de *Aegiphila integrifólia* (tamanqueiro) *Croton urucurana* (sangra d'água), *Cupania ludowigii* (camboatã), *Lacistema pubescens*, *Myrcia splendens* (guamirim miúdo), *Tapirira guianensis* (pau pombo) e *Xylopia sericea* (embira).

No estrato arbustivo poucas espécies ocupam o ambiente, mas nunca chegando a formar um sub-bosque. Entre as espécies com maior representatividade dentre essas árvores podemos mencionar as embaúbas (*Cecropia* spp.), as candeias (*Eremanthus* spp.), as capororocas (*Myrsine* spp.), *Solanum lycocarpum* (lobeira) e *Xylopia sericea* (embira). Dentre os arbustos, espécies dos gêneros *Baccharis* (assa peixe) e *Byrsonima* (murici), além de espécies da família Melastomataceae, em especial *Miconia albicans*, é bem típica(**Figura 6.2-41** e **Figura 6.2-42**).



Figura 6.2-37 - Visão de Fragmento de FES Inicial na ADA do Projeto, Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-38 - Fragmento de FES Inicial, detalhe para a presença de capim e solo pedregoso, na ADA do Projeto. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-39 - Visão de Fragmento de FES Inicial na ADA do Projeto. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-40 - Visão de Fragmento de FES Inicial na ADA do Projeto. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-41 - Fotos da visão geral do interior do fragmento florestal de FES inicial próximo ao Dique Auxiliar da B5.
Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021



Figura 6.2-42 - Fotos da visão geral do interior do fragmento florestal de FES inicial próximo ao Dique Auxiliar da B5.
Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021

6.2.1.7.1.5. Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Médio de Regeneração

A FES estágio médio de regeneração, por sua vez, apresenta estratificação incipiente, com formação de dois estratos: dossel e sub-bosque, com altura entre 5-12 m, apresentando redução gradativa da densidade de arbustos e arvoretas. A presença de cipós é bem marcante e podem ser herbáceas ou lenhosas. A serrapilheira varia de espessura de acordo com as estações do ano e a localização, o DAP médio varia entre 10 (dez) e 12 (doze) centímetros. (CONAMA, 2007).

Essas fitofisionomias são encontradas localizadas nas encostas, próximas de drenagens e ocupando os fundos dos vales, das porções norte, leste e central do empreendimento. A serrapilheira variou entre rala e densa, a depender do local, podendo chegar até 8 cm de profundidade (**Figura 6.2-43**), os solos encontrados foram predominantemente argilosos, com presença de minério de ferro em alguns pontos. A altura do dossel variou entre 12 e 14 metros. É importante ressaltar a presença de indivíduos emergentes chegando até 18 metros de altura (**Figura 6.2-44** e **Figura 6.2-48)**

A fisionomia da FES em estágio médio assemelha-se a áreas em estágio avançado de regeneração, sendo a principal diferença na conservação do sub-bosque, com o estágio médio mais alterado, com presença de Poaceae exótica e sub-bosque raleado ou com presença de trepadeiras e herbáceas(**Figura 6.2-45** a **Figura 6.2-50**). Estes fragmentos são encontrados próximos às estradas de acesso às áreas de intervenção direta da mina.



Figura 6.2-43 - Registro de serapilheira densa em área de FES estágio médio na ADA. Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-44 - Dossel em área de FES médio na ADA. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-45 - FES médio, detalhe para a densidade de espécies trepadeiras e cipós, além do sub-bosque denso na ADA. Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-46 - Fragmento de FES médio, detalhe para o sub-bosque abundante na ADA, Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-47 - Vista interna do fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio localizado próximo a B8.

Fonte: Lume Estratégia Ambiental, 2019



Figura 6.2-48 - Vista interna do fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio localizado próximo a B8.

Fonte: Lume Estratégia Ambiental, 2029



Figura 6.2-49 - FES médio, detalhe para a densidade de espécies trepadeiras e cipós, além do sub-bosque denso na ADA. Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2022



Figura 6.2-50 - FES médio, detalhe para a densidade de espécies trepadeiras e cipós, além do sub-bosque denso na ADA. Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Clam Meio Ambienta, 2022

6.2.1.7.1.6. Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Avançado de Regeneração

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio avançado apresenta uma estratificação com a formação de 3 estratos bem definidos: dossel, sub-dossel e sub-bosque. O dossel é superior a 12 (doze) metros de altura com ocorrência frequente de árvores emergentes, a serrapilheira varia em função da localização, além de apresentar menor densidade de cipós e arbustos, em comparação com os estágios anteriores. O DAP médio é superior a 18 (dezoito) centímetros, o sub-bosque costuma ser menos expressivo que no estágio médio e as trepadeiras geralmente são lenhosas e frequentes. (CONAMA 2007).

Na área de estudo, os fragmentos de FES classificados como estágio avançado estão localizados próximo as barragens B6 e B7A e apresentam dossel superior a 12 (doze) metros, com indivíduos emergentes podendo chegar a 20 (vinte) metros (**Figura 6.2-51**). A serrapilheira encontrada variou de média a densa, em sua maioria. O sub-bosque era menos expressivo que o estágio médio, em contrapartida foram encontradas mais epífitas, e uma diversidade considerável de espécies de samambaia. Os cipós e trepadeiras são lenhosos, com CAP médio acima de 15 cm (**Figura 6.2-53**).

Os fragmentos classificados como FES em estágio avançado são marcados pela presença de árvores emergentes, com DAP > 70 cm e altura total chegando a 22m, principalmente das famílias Vochysiaceae, Fabaceae e Lauraceae (**Figura 6.2-52** e **Figura 6.2-51**). A composição florística das espécies arbóreas é caracterizada pela alta diversidade das famílias Myrtaceae, Rubiaceae e Lauraceae. O sub-bosque apresenta alta diversidade, com presença da palmeira guaricanga (*Geonoma schottiana*) e Pteridofitas arbóreas como *Alsophyla setosa* e *Cyathea sp.* (samambaia-açu) e também foi registrada a presença de epífitas (**Figura 6.2-54**).



Figura 6.2-51 - Dossel em área de FES estágio avançado na ADA. Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-52 - Registro de individuo de grande porte da família Vochysiaceae em área de FES avançado na ADA. Nova Lima, Minas Gerais, 2024.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-53 - Registro de cipó lenhoso de grande porte em fragmento classificado como FES avançado na ADA. Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-54 - Presença de epífita em fragmento de FES avançado, na ADA. Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024

Composição Florística e Fitossociologia do Estrato Arbóreo

6.2.1.7.1.7. Área de Uso Antrópico com Árvores Isoladas

As Áreas de Uso Antrópico foram identificadas associadas as áreas destinadas as obras nas barragens B6, B7A e nas Grotas 2 e 3, além da área de intervenção próximo ao Dique Auxiliar da B5 e barragem B8. De forma geral, todas as áreas apresentam características semelhantes, considerando a ocorrência de espécies herbáceas ruderais, exóticas e presença de árvores isoladas, principalmente de espécies pioneiras e exóticas invasoras.

As áreas localizadas próximas as barragens 6, 7A e nas Grotas 2 e 3 apresentaram maior quantidade de árvores isoladas. A Área de Uso Antrópico associada aos três processos

relacionados a descaracterização do Dique Auxiliar da B5, se refere, em sua maior parte, à estrada de acesso e ao talude do Dique auxiliar B5, onde há apenas vegetação forrageira (plantada). Como não há rendimento lenhoso e a composição florística se resume a uma única espécie, não foi realizado o levantamento fitossociológico para essas áreas. Para a área de intervenção próximo a barragem 8B foram mensurados apenas quatro indivíduos arbóreos e os dados foram compilados no Censo Florestal.Composição Florística – Área Antropizada

No levantamento florístico do censo florestal realizado nas **barragens B6**, **B7A e nas Grotas 2 e 3**, na tipologia Área Antropizada (71,78 ha), foram registradas 56 morfoespécies, 44 gêneros e 21 famílias botânicas. Entre as morfoespécies, 50 foram identificadas a nível específico, 5 foram identificadas ao nível de gênero e uma espécie ficou sem determinação de espécie botânica. As espécies arbóreas registradas neste estudo podem ser observadas abaixo, no **Quadro 6.2-10.**

Quadro 6.2-10 - Lista de espécies de indivíduos isolados levantados em Área Antropizada, na Área Diretamente Afetada (ADA).

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	aroiera-branca	Anacardiaceae		X	-
Schinus terebinthifolia Raddi	aroeira-vermelha	Anacardiaceae		X	-
Tapirira guianensis Aubl.	pau-pombo	Anacardiaceae		X	-
Himatanthus obovatus (Müll. Arg.) Woodson	sucuuba	Apocynaceae		X	-
Baccharis dracunculifolia DC.	alecrim-do-campo	Asteraceae		X	-
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish	candeia	Asteraceae		X	-
Piptocarpha macropoda (DC.) Baker	canela-branca	Asteraceae		X	-
Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis	assa-peixe	Asteraceae		X	-
Handroanthus sp.	ipê	Bignoniaceae		X	-
Jacaranda cuspidifolia Mart.	caroba-miúda	Bignoniaceae		X	-
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	ipê-de-jardim	Bignoniaceae		X	-
Trema micrantha (L.) Blume	crindiuva	Cannabaceae		X	-
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	tapiá	Euphorbiaceae		X	-
Croton urucurana Baill.	sangra-d'água	Euphorbiaceae		X	-
Albizia polycephala (Benth.) Killip ex Record	monjolo	Fabaceae		X	-
Bowdichia virgilioides Kunth	sucupira-preta	Fabaceae		X	-
Dalbergia miscolobium Benth.	caviúna-do-cerrado	Fabaceae		X	-
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	tamboril	Fabaceae		X	-
Erythrina speciosa Andrews	mulungu	Fabaceae		X	-
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	leucena	Fabaceae		X	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Machaerium brasiliense Vogel	jacarandá-do-campo	Fabaceae		X	-
Machaerium villosum Vogel	jacarandá-pardo	Fabaceae		X	-
Mimosa pigra L.	jurema-rosa	Fabaceae		X	-
Sesbania virgata (Cav.) Poir.	cambaí-amarelo	Fabaceae		X	-
Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville	barbatimão	Fabaceae		X	-
Identerminada	Identerminada	Indeterminada		X	-
Miconia sp.	jacatirão	Melastomataceae		X	-
Pleoroma sp.	manacá-da-serra	Melastomataceae		X	-
Pleroma granulosum (Desr.) D. Don	quaresmeira	Melastomataceae		X	-
Cedrela fissilis Vell.	cedro-rosa	Meliaceae	X		VU
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	moreira	Moraceae		X	-
Eucalyptus sp.	eucalipto	Myrtaceae		X	-
Eugenia punicifolia Cambess.	cambuí-amarelo	Myrtaceae		X	-
Myrcia mutabilis (O.Berg) N.Silveira	tinge-lingua	Myrtaceae		X	-
Myrcia neoclusiifolia A.R.Lourenço & E.Lucas	cambuí-folhão	Myrtaceae		X	-
Myrcia splendens (Sw.) DC.	guimirim	Myrtaceae		X	-
Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.	goiabinha-da-mata	Myrtaceae		X	-
Psidium guajava L.	goiabeira	Myrtaceae		X	-
Pinus sp.	pinus	Pinaceae		X	-
Piper aduncum L.	jaborandi	Piperaceae		X	-
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoquinha	Primulaceae		X	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Myrsine umbellata Mart.	capororoca	Primulaceae		X	-
cf. Prunus myrtifolia (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	Rosaceae		X	-
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	mamica-de-porca	Rutaceae		X	-
Solanum paniculatum L.	jurubeba-amarela	Solanaceae		X	-
Solanum pseudoquina A.St.-Hil.	quina-de-são-paulo	Solanaceae		X	-
Solanum scuticum M.Nee	jurubeba	Solanaceae		X	-
Styrax camporum Pohl	laranja-do-mato	Styracaceae		X	-
Styrax ferrugineus Nees & Mart.	laranjinha-do-cerrado	Styracaceae		X	-
Boehmeria caudata Sw.	jaguarão-do-mato	Urticaceae		X	-
Cecropia glaziovii Snethl.	embaúba-vermelha	Urticaceae		X	-
Cecropia hololeuca Miq.	embaúba-prateada	Urticaceae		X	-
Cecropia pachystachya Trécul	embaúba-branca	Urticaceae		X	-
Urera baccifera (L.) Gaudich. ex Wedd.	urtigão	Urticaceae		X	-
Aloysia virgata (Ruiz & Pav.) Juss.	lixeira	Verbenaceae		X	-
Vochysia thyrsoidea Pohl	gomeira	Vochysiaceae		X	-

Legenda: categorias de espécies ameaçadas – VU = vulnerável; LC = menos preocupante

A análise da composição florística indicou que as famílias botânicas de maior riqueza no extrato arbustivo-arbóreo no inventário florestal foram Fabaceae (11 espécies), Myrtaceae (7 espécies), Urticaceae (5 espécies) Asteraceae (4 espécies), Solanaceae, Melastomataceae, Bignoniaceae e Anacardiaceae (3 espécies cada) e Styracaceae, Primulaceae, Euphorbiaceae (2 espécies cada). As demais famílias apresentaram uma espécie cada. Juntas, as cinco primeiras famílias de maior riqueza, representaram aproximadamente 41,73% (58 espécies) das espécies encontradas (**Figura 6.2-55**)

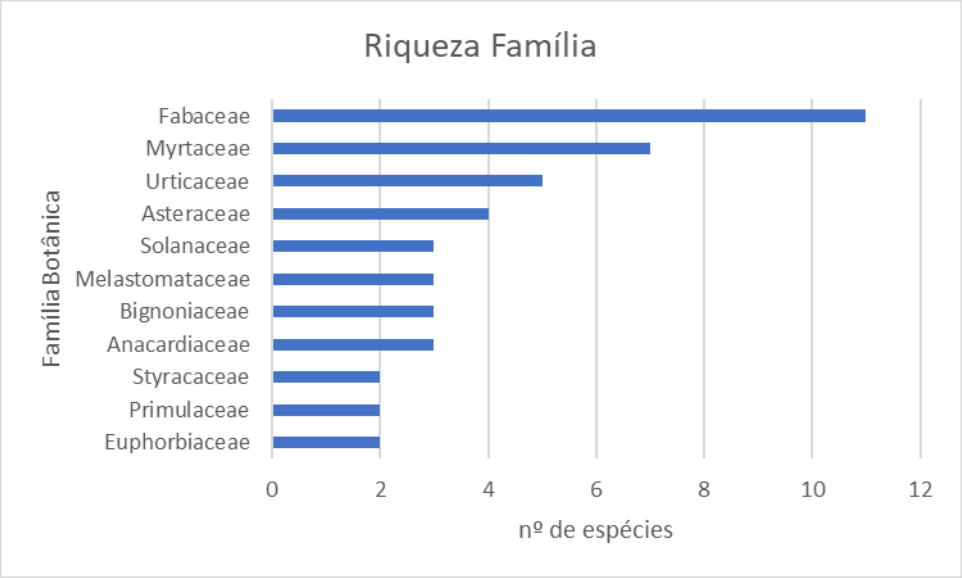


Figura 6.2-55 - Riqueza das famílias levantadas em Área Antropizada, na Área Diretamente Afetada (ADA)

Dentre as 56 morfoespécies, 50 são nativas do Brasil e 5 naturalizadas em cultivo. Dentre as nativas 14 são endêmicas do território brasileiro, sendo 4 espécies endêmicas do bioma cerrado: *Dalbergia miscolobium* Benth., *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC., *Styrax ferrugineus* Nees & Mart. e *Vochysia thyrsoidea* Pohl, além de 2 espécies endêmicas da Mata Atlântica: *Pleroma granulosum* (Desr.) D. Don e *Cecropia glaziovii* Snethl.

Em relação ao grupo ecológico, destaque paras as espécies pioneiras que representam cerca de 53,57% das espécies levantadas (30 spp.), enquanto o grupo de Secundárias totalizou 10 espécies e 16 táxons não puderam ser classificados, por falta de informações na literatura.

É notório ressaltar a ocorrência de uma espécie ameaçada de extinção: cedro (*Cedrela fissilis*), classificada como “vulnerável” (VU) pelo MMA e CNCFlora. Além da espécie *Machaerium villosum* que está indicada na listagem da IUCN como “vulnerável” (VU).

6.2.1.7.1.8. Fitossociologia – Área Antropizada

No censo florestal realizado na tipologia Área Antropizada (71,78 ha), foram mensurados 2.447 fustes em 1.709 indivíduos mensurados, dos quais, 173 (8,17%) estavam mortos em pé. A densidade da vegetação foi estimada em 23,81 indivíduos/ha e a cobertura estimada em 0,33 m²/ha (área basal/ha).

As espécies mais abundantes desse ambiente foram: ipê-de-jardim (*Tecoma stans*; 17,37%); leucena (*Leucaena leucocephala*; 14,04%), morta (10,12%), assa-peixe (*Vernonanthura polyanthes*; 9,47%), capororocão (*Myrsine umbellata*; 6,90%) (**Figura 6.2-56**).

A duas espécies mais abundantes no levantamento censitário (leucena e ipê-de-jardim) não são nativas do Brasil, sendo consideradas “exóticas invasoras” no território nacional e outras regiões do mundo (BPBES,2024). A leucena (*Leucaena leucocephala*) no Brasil e em outros continentes tem sido associada a seu crescimento rápido, uso eficiente de recursos, grande produção de sementes e capacidade de formar bancos de sementes (Wolfe & Van Bloem 2012, Marques et al. 2014).

O ipê-de-jardim (*Tecoma stans*), natural do México e sul dos Estados Unidos, apresenta crescimento rápido e precoce, bem como dispersão abundante, com mais eficiência onde há maior densidade de plantas. A espécie é citada como invasora em ambientes de Florestas Semidecidual Tropical e Subtropical (Zenni & Ziller 2011). No Brasil é conhecida por dominar pastagens e áreas de floresta em regeneração (Kranz, 2000 e Vitorino et al. 2001).

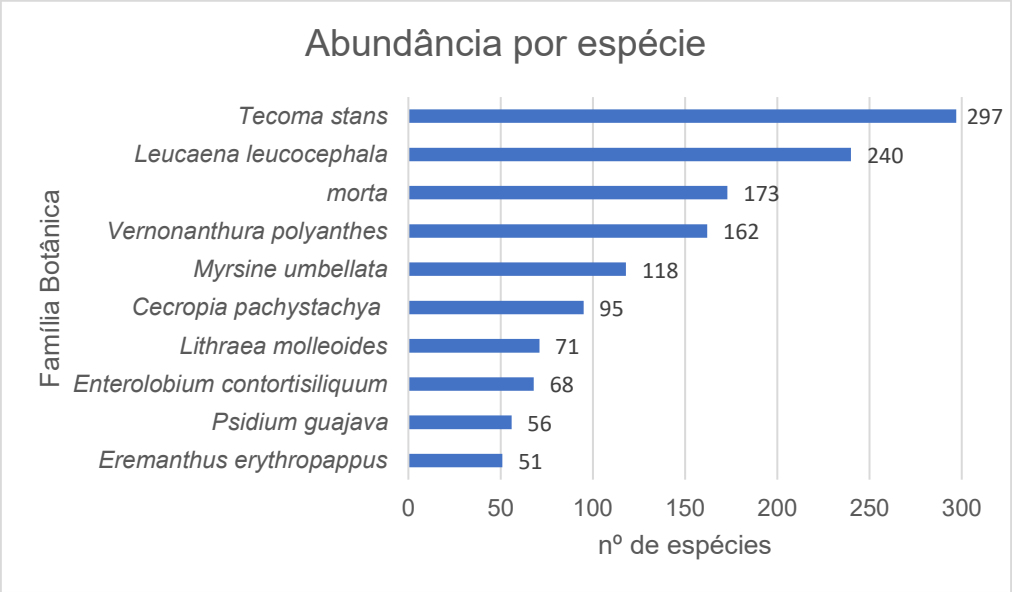


Figura 6.2-56 - Abundância dos indivíduos levantados em Área Antropizada, na Área Diretamente Afetada (ADA)

Estrutura Vertical

A estrutura vertical caracterizou-se predominantemente por indivíduos de altura entre 2 e 4 metros, que somam cerca dos 45,97% dos indivíduos, com uma média de altura das árvores de 4,23 m (**Figura 6.2-57**).

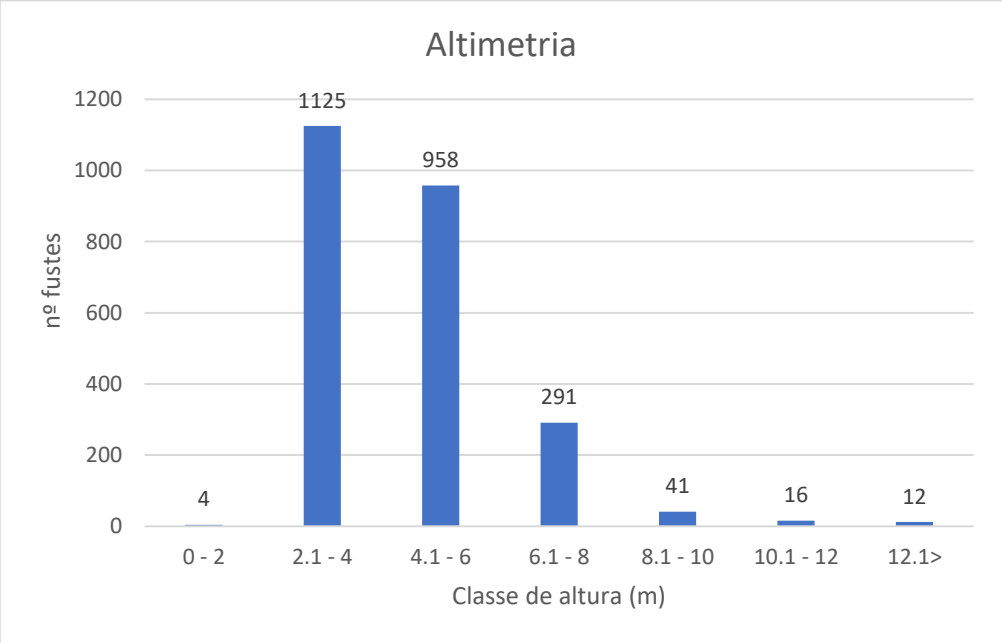


Figura 6.2-57 - Distribuição Altimétrica dos indivíduos levantados em Área Antropizada, na Área Diretamente Afetada (ADA)

Distribuição diamétrica

Os diâmetros dos fustes mensurados no inventário foram distribuídos em sete classes diamétricas com amplitude de 5 cm. A estrutura da vegetação, examinada a partir da distribuição de frequência de indivíduos por classe de diâmetro, apontou uma elevada concentração de indivíduos nas classes iniciais e uma redução no número de indivíduos nas classes de diâmetro superiores (**Figura 6.2-58**). A primeira classe de diâmetro (5 a 10 cm), por exemplo, registrou 1719 fustes (70,24%), e em contrapartida as três últimas classes diamétricas (superiores a 30 cm) contabilizaram apenas 27 fustes (1,10%). Nesse caso, o padrão de distribuição na forma gráfica de “J invertido”, (exponencial negativo) retrata o comportamento normal verificado em vegetações em regeneração. O diâmetro médio dos indivíduos mensurados foi de 9,56 cm.

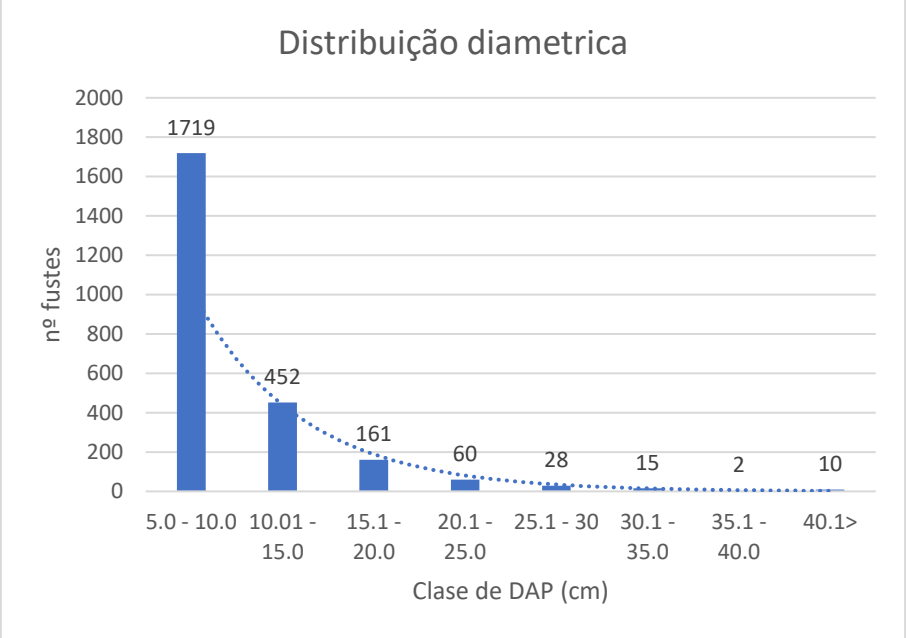


Figura 6.2-58- Distribuição diamétrica dos indivíduos levantados em Área Antropizada, na Área Diretamente Afetada (ADA)

6.2.1.7.1.9. Reflorestamento com Eucalipto com sub-bosque nativo - FES em Estágio Inicial de Regeneração

6.2.1.7.1.9.1. Composição Florística - Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa

Na amostragem realizada na fitofisionomia Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa (5,38 ha), através das 6 parcelas, foram registradas 12 morfoespécies, distribuídas por 12 gêneros e 10 famílias botânicas. Das espécies encontradas 11 tiveram determinação a nível de espécie e 1 a nível de gênero, no caso o eucalipto. As espécies registradas neste estudo podem ser observadas no **Quadro 6.2-11.**

Quadro 6.2-11 - Lista de espécies arbóreas registradas em fitofisionomia de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Schinus terebinthifolia Raddi	aroeira-vermelha	Anacardiaceae		x	-
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish	candeia	Asteraceae		x	-
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo	Bignoniaceae		x	-
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	ipê-de-jardim	Bignoniaceae		x	-
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	tapiá	Euphorbiaceae		x	-
Dalbergia miscolobium Benth.	caviúna-do-cerrado	Fabaceae		x	-
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	leucena	Fabaceae		x	-
Luehea grandiflora Mart.	açoita-cavalo	Malvaceae		x	-
Eucalyptus sp.	eucalipto	Myrtaceae		x	-
Solanum warmingii Hiern	fumo-bravo	Solanaceae		x	-
Cecropia glaziovii Snethl.	embaúba-vermelha	Urticaceae		x	-
Cecropia pachystachya Trécul	embaúba-branca	Urticaceae		x	-

A análise da composição florística indicou que as famílias botânicas de maior riqueza (**Figura 6.2-59**) na fitofisionomia de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa no inventário florestal foram Urticaceae (2 espécies), Fabaceae (2 espécies), Bignoniaceae (2 espécies), as demais famílias foram representadas por apenas 1 espécie. As três famílias com maior riqueza juntas somam 6 espécies, representando 50% das espécies encontradas.

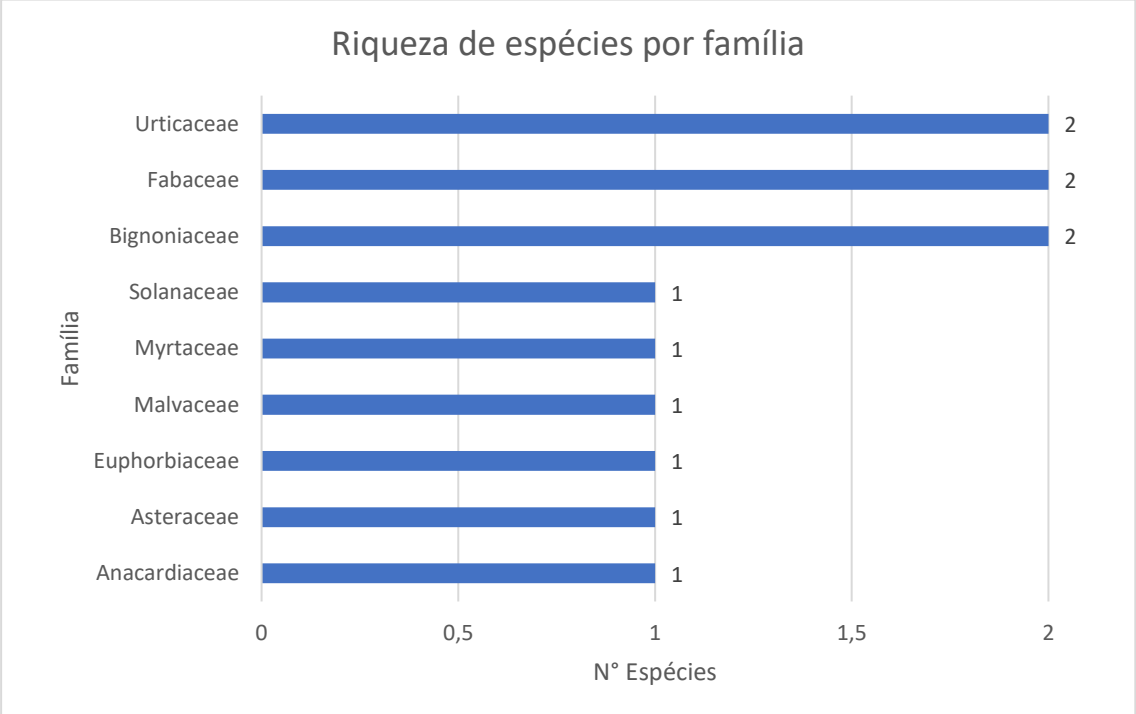


Figura 6.2-59 - Riqueza das famílias botânica identificadas na amostragem realizada em fitofisionomia de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Dentre as 12 morfoespécies, 9 são nativas do Brasil e 3 são naturalizadas. Dentre as nativas, 3 são endêmicas do território brasileiro.

Em relação ao grupo ecológico, destaque para as espécies pioneiras que representam cerca de 58,33% das espécies levantadas (7 spp.), enquanto o grupo de Secundárias totalizou 2 espécies. No total, 3 táxons não puderam ser classificados por falta de informação na literatura.

6.2.1.7.1.9.2. Fitossociologia - Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa

O levantamento fitossociológico realizado na área de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, através das 6 unidades amostrais alocadas na área, totalizou 173 fustes de 150 indivíduos mensurados, dos quais, 3 (2%) estavam mortos em pé. A densidade da vegetação foi estimada em 1.250 indivíduos/ha e a cobertura estimada em 8,27 m²/ha (área basal/ha).

As espécies mais abundantes desse ambiente foram em ordem decrescente: eucalipto (*Eucalyptus sp.*,74%), embaúba-branca (*Cecropia pachystachya* 9,3%), aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolia* 3,33%); fumo-bravo (*Solanum warmingii* 2,66%), ipê-de-jardim (*Tecoma stans* 2%), como demonstrado no **Figura 6.2-60**. Juntas, as cinco espécies mais abundantes representaram cerca de 91,33% dos indivíduos mensurados. Das 12 espécies mensuradas no presente trabalho, 4 espécies foram representadas por apenas um indivíduo e foram consideradas raras no ambiente.

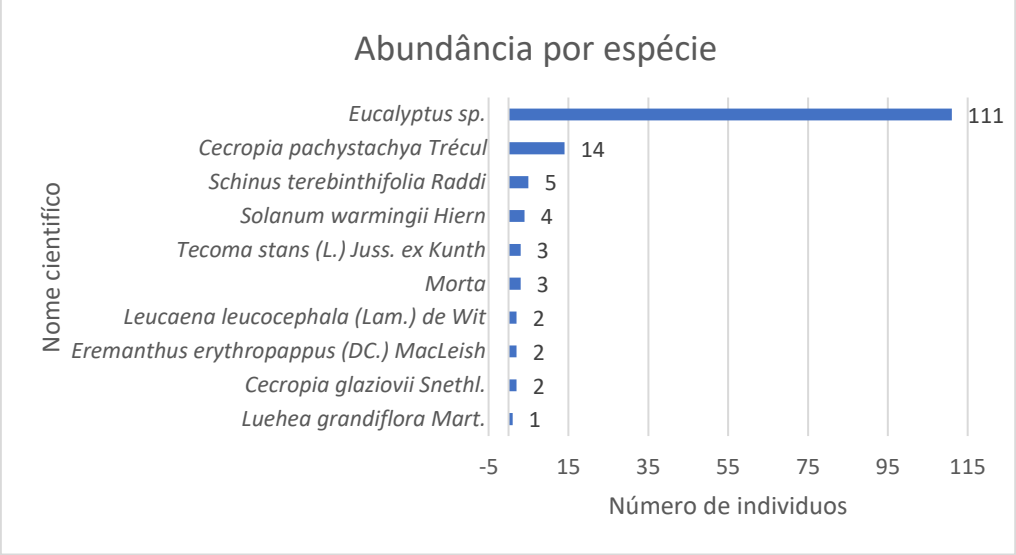


Figura 6.2-60 - Abundância das espécies identificadas na amostragem realizada em fitofisionomia de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Estrutura Horizontal

As dez espécies com maior valor de importância foram: *Eucalyptus* sp., *Cecropia pachystachya* Trécul, *Schinus terebinthifolia* Raddi, *Leucaena leucocephala* (Lam.), *Solanum warmingii* Hiern. Juntas as cinco espécies representam 82,48% do Valor de Importância (VI). No **Quadro 6.2-12** são apresentados os resultados da análise da estrutura horizontal para a comunidade arbórea amostrada.

Quadro 6.2-12 - Parâmetros e índices fitossociológicos das espécies encontradas na área de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa.

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI
Eucalyptus sp.	111	6	7,906	925,000	74,000	150,00	25,000	65,884	95,603	169,603	194,603
Cecropia pachystachya Trécul	14	2	0,119	116,667	9,333	50,00	8,333	0,990	1,437	10,770	19,104
Schinus terebinthifolia Raddi	5	3	0,037	41,667	3,333	75,00	12,500	0,305	0,443	3,777	16,277
Morta	3	3	0,055	25,000	2,000	75,00	12,500	0,460	0,667	2,667	15,167
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	2	2	0,039	16,667	1,333	50,00	8,333	0,322	0,467	1,801	10,134
Solanum warmingii Hiern	4	1	0,043	33,333	2,667	25,00	4,167	0,356	0,516	3,183	7,350
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	3	1	0,012	25,000	2,000	25,00	4,167	0,096	0,139	2,139	6,306
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish	2	1	0,011	16,667	1,333	25,00	4,167	0,088	0,128	1,461	5,628
Cecropia glaziovii Snethl.	2	1	0,007	16,667	1,333	25,00	4,167	0,056	0,082	1,415	5,582
Luehea grandiflora Mart.	1	1	0,016	8,333	0,667	25,00	4,167	0,136	0,198	0,864	5,031
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	1	1	0,015	8,333	0,667	25,00	4,167	0,121	0,175	0,842	5,009
Dalbergia miscolobium Benth.	1	1	0,009	8,333	0,667	25,00	4,167	0,078	0,113	0,780	4,947
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	1	1	0,003	8,333	0,667	25,00	4,167	0,021	0,031	0,698	4,865
Total Geral	**150**	**4**	**8,270**	**1250,00**	**100,000**	**600,00**	**100,00**	**68,915**	**100,00**	**200,00**	**300,00**

Legenda: N = nº de indivíduos, P = Nº de parcelas em que a espécie foi observada, G = área basal (m²), DA= densidade absoluta, DR = Densidade relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, DoA=dominância absoluta, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura e VI = Valor de importância.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024.

Diversidade

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') expressa a riqueza e uniformidade da comunidade estudada, dessa maneira, quanto maior for o valor de H' (nats/indivíduos), maior será a diversidade florística. O valor do Índice de Shannon encontrado para a área amostrada foi de 1,18 nats.ind-1, sendo considerado um valor coerente, quando comparado a outros estudos feitos em ambientes de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa.

Em estudo a respeito da regeneração em floresta plantada realizado na Floresta Nacional (FLONA) de Passa Quatro, localizada na cidade de Passa Quatro, ao sul do estado de Minas Gerais, foram instaladas parcelas de 300m². O resultado apresentou um total de 151 indivíduos, pertencentes à 30 espécies. Destas, 29 são nativas da Mata Atlântica e uma é exótica naturalizada. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') geral foi de 2,72, coerente em comparação ao presente estudo.

Por sua vez, o Índice de Equabilidade de Pielou (J') possui valor máximo igual a 1 e representa a proporção da diversidade de espécies encontradas na amostragem em relação à diversidade máxima que a comunidade poderá atingir. Para a comunidade vegetal estudada o valor de J' foi de 0,70. Esse valor revela uma menor uniformidade na distribuição do número de indivíduos por espécies nesta vegetação, o que pode ser explicado pela elevada dominância das espécies.

Estrutura Vertical

Em relação à estrutura vertical, foi observado um padrão de distribuição dos indivíduos em que a maioria são encontrados entre 16 e 23 metros de altura (**Figura 6.2-61**). Assim, é possível constatar que houve concentração nas maiores classes de altura, sendo a maioria indivíduos do gênero *Eucalyptus* sp., com um valor médio de 14,14 metros.

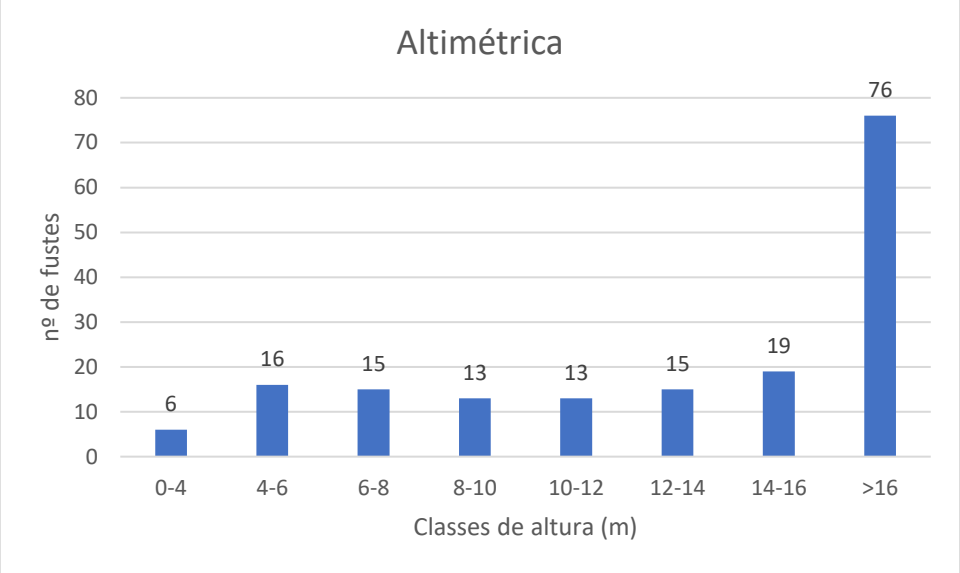


Figura 6.2-61 - Distribuição Altimétrica dos indivíduos levantados na fisionomia de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, na Área Diretamente Afetada (ADA).

Distribuição diamétrica

Os diâmetros dos fustes mensurados no inventário foram distribuídos em sete classes diamétricas com amplitude de 5 cm. A estrutura da vegetação, examinada a partir da distribuição de frequência de indivíduos por classe de diâmetro, apontou uma elevada concentração de indivíduos nas classes iniciais e uma redução no número de indivíduos nas classes de diâmetro superiores (**Figura 6.2-62).** A primeira classe de diâmetro (5 a 10 cm), por exemplo, registrou 57 fustes (32,94%), e em contrapartida as três últimas classes diamétricas (superiores a 25 cm) contabilizaram 45 fustes (26,01%). Nesse contexto, a curva de distribuição em formato de “J invertido” (exponenciais negativos) indica que o plantio, antes equiâneo, agora apresenta sinais de regeneração natural, com os indivíduos distribuídos de forma mais equilibrada nas classes de diâmetro superiores a 10 cm. O diâmetro médio dos indivíduos mensurados foi de 19,65 cm.

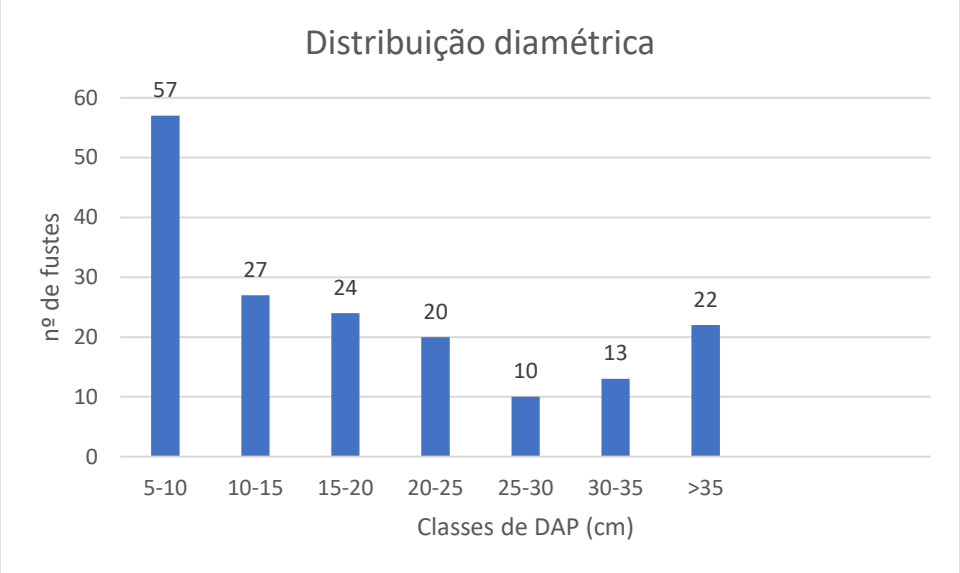


Figura 6.2-62 - Distribuição Diamétrica dos indivíduos levantados na fisionomia de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, na Área Diretamente Afetada (ADA).

6.2.1.7.1.9.3. Classificação do estágio sucessional Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa

Para a avaliação do estágio sucessional do estrato Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, foram desconsideradas as espécies exóticas arbóreas com o objetivo de classificar única e exclusivamente o estrato inferior ocupado por espécies nativas.

Nesse contexto, nos fragmentos classificados Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, foi possível observar o dossel descontínuo, principalmente, abaixo das copas indivíduos de Eucalipto de grande porte presentes na área, podendo ser considerado pouco estruturado. O sub-bosque (arbustivas, herbáceas, lianas e trepadeiras) pode ser considerado presente e abundante, em sua maioria com baixa diversidade de espécies, com dominância de espécies da família Poaceae e Cyperaceae. Além disso, apresentou-se alta densidade de indivíduos jovens e finos, baixa diversidade de epífitas, abundância de trepadeiras e lianas.

A vegetação de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa na área em estudo, quando desconsiderado as espécies exóticas, apresenta baixa diversidade de espécies arbóreas e densidade de indivíduos sendo a estrutura composta por alguns indivíduos arbóreos remanescentes. Segundo exposto na RESOLUÇÃO CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007 que define a vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais, as áreas em estudo podem ser classificadas em estágio

inicial de regeneração, sendo que o DAP médio obtido nas áreas foi de 9,39 cm, sendo definido como estágio inicial de até (10 cm), assim como a média de altura é de 9,02 m devido às árvores emergentes e pioneiras de crescimento, o que reforça a proximidade desse parâmetro ao estágio inicial. Outro fator que caracteriza o estágio inicial são as áreas apresentarem em sua maioria a presença de estratificação não definida; com alta predominância de indivíduos jovens de espécies arbóreas tipo paliteiro, arbustivas e cipós herbáceos e serrapilheira rala (**Figura 6.2-65** e **Figura 6.2-85**).



Figura 6.2-63 - Registro de fragmento classificado como Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-64 - Dossel do fragmento de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa, detalhe para abundância de indivíduos arbóreos exóticos na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-65 - Serrapilheira no fragmento de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2024.



Figura 6.2-66 - Fisionomia do fragmento de Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2024.

Quadro 6.2-13 - Tabela adaptada para identificação de estágio sucessional da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, de acordo com a Resolução CONAMA N°392/2007 - Art. 2º.

Reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa (B6, B7 e Grotas 2 e 3)			
Parâmetro	**Inicial**	**Médio**	**Avançado**
Fisionomia	Arbóreo/arbustiva e cipós	Predominância de espécies arbóreas	Florestal
Estratificação	Ausente	Incipiente - formação de dossel e sub-bosque	Definida - - dossel, sub-dossel e sub-bosque
Altura do Dossel	Até 5 m	5 - 12 m	Acima 12 m com árvores emergentes
Distribuição diamétrica	Baixa amplitude	Moderada amplitude	Grande amplitude
DAP médio	Até 10 cm	Entre 10 cm e 20 cm	DAP médio > 18 cm
Dominância de espécies indicadoras	Baixa dominância de espécies indicadoras	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas em relação ao estágio médio
Epífitas	Líquens, briófitas e pteridófitas com baixa diversidade	Maior riqueza e abundância de epífitas	Abundantes
Serapilheira	Camada fina, pouco decomposta	Presente, variando conforme a estação do ano e localização	Presente, variando conforme a localização
Trepadeiras	Quando presentes, são geralmente herbáceas	Abundantes, herbáceas ou lenhosas	Menor densidade em relação ao estágio médio e geralmente lenhosas
Sub-bosque	Ausente	Presente	Sub-bosque geralmente menos expressivo do que em estágio médio
Diversidade	Espécies pioneiras abundantes	Diversidade biológica significativa	Grande diversidade biológica
Espécies Indicadoras*	1*	1* com redução de arbustos	2*

6.2.1.7.1.10. Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial

O levantamento florístico do estrato arbóreo no estágio inicial registrou, em todas as 39 unidades amostrais, um total de 79 morfoespécies Regeneração

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração foi encontrada próximo as barragens B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3, onde foi realizada a amostragem da vegetação arbórea, para análise florística e estrutura da floresta (**Figura 6.2-67**).

Além disso, foi identificado um pequeno fragmento próximo a área destinada a descaracterização do Dique Auxiliar da B5 (**Figura 6.2-68**), que devido as dimensões e grau de alteração, optou-se pelo levantamento censitário e os resultados são apresentados neste estudo.



Figura 6.2-67 - Fragmentos de FES inicial associados as barragens 6,7 e Grotas 2 e 3.
Fonte da imagem: Google Earth, 2025



Figura 6.2-68 - Fragmento associado ao Dique Auxiliar da B5.
Fonte da imagem: Google Earth, 2025

6.2.1.7.1.11. Composição Florística – FES Inicial

Para as análises fitossociológicas e florísticas distribuídas por 57 gêneros e 34 famílias botânicas. Das espécies encontradas, 68 tiveram determinação botânica ao nível de espécie, 6 ao nível de gênero, 4 a nível de família e 1 indeterminada. As espécies arbóreas registradas neste estudo podem ser observadas abaixo, no **Quadro 6.2-14.**

Quadro 6.2-14 - Lista de espécies levantadas em FES Inicial, na Área Diretamente Afetada (ADA).

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	aroeira-branca	Anacardiaceae		x	-
Schinus terebinthifolia Raddi	aroeira-vermelha	Anacardiaceae		x	-
Annona dolabripetala Raddi	araticum-cagão	Annonaceae		x	-
Annona sylvatica A.St.-Hil.	araticum-do-mato	Annonaceae		x	-
Guatteria sellowiana Schltdl.	envira-rosa	Annonaceae		x	-
Guatteria villosissima A.St.-Hil.	pindaída-peluda	Annonaceae		x	-
Xylopia sericea A.St.-Hil.	pimenta-de-mico	Annonaceae		x	-
Ilex affinis Gardner	congonha	Aquifoliaceae		x	-
Dendropanax cuneatus (DC.) Decne. & Planch.	brassaia	Araliaceae		x	-
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish	candeia	Asteraceae		x	-
Piptocarpha axillaris (Less.) Baker	vassourão	Asteraceae		x	-
Vernonanthura divaricata (Spreng.) H.Rob.	assa-peixe-grande	Asteraceae		x	-
Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis	assa-peixe	Asteraceae		x	-
Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos	ipê-do-cerrado	Bignoniaceae	x	-	-
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	ipê-de-jardim	Bignoniaceae		x	-
Kielmeyera coriacea Mart. & Zucc.	pau-santo	Calophyllaceae		x	-
Celtis sp.	grão-de-galo	Cannabaceae		x	-
Trema micrantha (L.) Blume	crindiuva	Cannabaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Clethra scabra Pers.	aleixo	Clethraceae		x	-
Erythroxylum sp.2	arco-da-mata	Erythroxylaceae		x	-
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	tapiá	Euphorbiaceae		x	-
Croton urucurana Baill.	sangra-d´água	Euphorbiaceae		x	-
Bowdichia virgilioides Kunth	sucupira-preta	Fabaceae		x	-
Copaifera langsdorffii Desf.	copaíba	Fabaceae		x	-
Dalbergia miscolobium Benth.	caviúna-do-cerrado	Fabaceae		x	-
Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-da-bahia	Fabaceae	x	x	VU
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	tamboril	Fabaceae		x	-
Inga sessilis (Vell.) Mart.	inga-ferradura	Fabaceae		x	-
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	leucena	Fabaceae		x	-
Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville	barbatimão	Fabaceae		x	-
Vismia brasiliensis Choisy	lacre	Hypericaceae		x	-
Vismia micrantha A.St.-Hil.	aruão	Hypericaceae		x	-
Indeterminada 5	-	Indeterminada		x	-
Lamanonia ternata Vell.	cangalheiro	Lamiaceae		x	-
Aiouea albopunctata Brotto	canela-laranja	Lauraceae		x	-
Ocotea puberula (Rich.) Nees	guaicá	Lauraceae		x	-
Peixotoa sp.	acerola-amarela	Malpighiaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Luehea grandiflora Mart.	açoita-cavalo	Malvaceae		x	-
Miconia ferruginata DC.	pixirica-brava	Melastomataceae		x	-
Miconia pepericarpa DC.	pixirica-miúda	Melastomataceae		x	-
Pleroma granulosum (Desr.) D. Don	quaresmeira	Melastomataceae		x	-
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	moreira	Moraceae		x	-
Campomanesia rufa (O.Berg) Nied.	guabiroba	Myrtaceae		x	-
Eucalyptus sp.	eucalipto	Myrtaceae		x	-
Eugenia aurata O.Berg	falsa-guabiroba	Myrtaceae		x	-
Eugenia sp. 01	cambucazinho	Myrtaceae		x	-
Myrcia amazonica DC.	ingabaú	Myrtaceae		x	-
Myrcia eriocalyx DC.	cambuinho	Myrtaceae		x	-
Myrcia hebepetala DC.	cambucá-amarelo	Myrtaceae		x	-
Myrcia retorta Cambess.	piuna-cascuda	Myrtaceae		x	-
Myrcia sp. 01	araçatuba	Myrtaceae		x	-
Myrcia splendens (Sw.) DC.	guamirim	Myrtaceae		x	-
Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.	goiabinha-da-mata	Myrtaceae		x	-
Myrtaceae 2	-	Myrtaceae		x	-
Myrtaceae 3	-	Myrtaceae		x	-
Psidium guajava L.	goiabeira	Myrtaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Hieronyma alchorneoides Allemão	licurana	Phyllanthaceae		x	-
Phytolaccaceae sp.	pau-d'alho	Phytolaccaceae		x	-
Piper aduncum L.	jaborandi	Piperaceae		x	-
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoquinha	Primulaceae		x	-
Myrsine umbellata Mart.	capororoca	Primulaceae		x	-
Roupala montana Aubl.	carne-de-vaca	Proteaceae		x	-
Cordiera sessilis (Vell.) Kuntze	marmelada-de-cachorro	Rubiaceae		x	-
Palicourea sessilis (Vell.) C.M.Taylor	café-do-mato	Rubiaceae		x	-
Rubiaceae 1	falsa-negamina	Rubiaceae		x	-
Dictyoloma vandellianum A.Juss.	brauninha	Rutaceae		x	-
Metrodorea stipularis Mart.	guarantam	Rutaceae		x	-
Casearia arborea (Rich.) Urb.	guaçatonga-miúda	Salicaceae		x	-
Casearia sylvestris Sw.	pau-lagarto	Salicaceae		x	-
Athenaea velutina (Sendtn.) D'Arcy	jurubeba-peluda	Solanaceae		x	-
Solanum granulosoleprosum Dunal	jurubeba	Solanaceae		x	-
Styrax camporum Pohl	Laranjinha-do-mato	Styracaceae		x	-
Symplocos revoluta Casar.	caapoã	Symplocaceae		x	-
Boehmeria caudata Sw.	urtiga-mansa	Urticaceae		x	-
Cecropia glaziovii Snethl.	embaúba-vermelha	Urticaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Cecropia hololeuca Miq.	embaúba--prateada	Urticaceae		x	-
Cecropia pachystachya Trécul	embaúba-branca	Urticaceae		x	-
Vochysia thyrsoidea Pohl	tucaneira	Vochysiaceae		x	-
Vochysia tucanorum Mart.	tucaneira-verdadeira	Vochysiaceae		x	-

Legenda: categorias de espécies ameaçadas – VU = vulnerável;

A análise da composição florística indicou que as famílias botânicas de maior riqueza (**Figura 6.2-69**) no extrato arbustivo-arbóreo no inventário florestal foram Myrtaceae (14 espécies), Fabaceae (8 espécies), Annonaceae (5 espécies), Asteraceae e Urticaceae (4 espécies), Melastomataceae e Rubiaceae (3 espécies) e as demais famílias foram representadas por apenas 2 espécies. As cinco famílias com maior riqueza juntas somam 35 espécies, representando 44,3% das espécies encontradas.

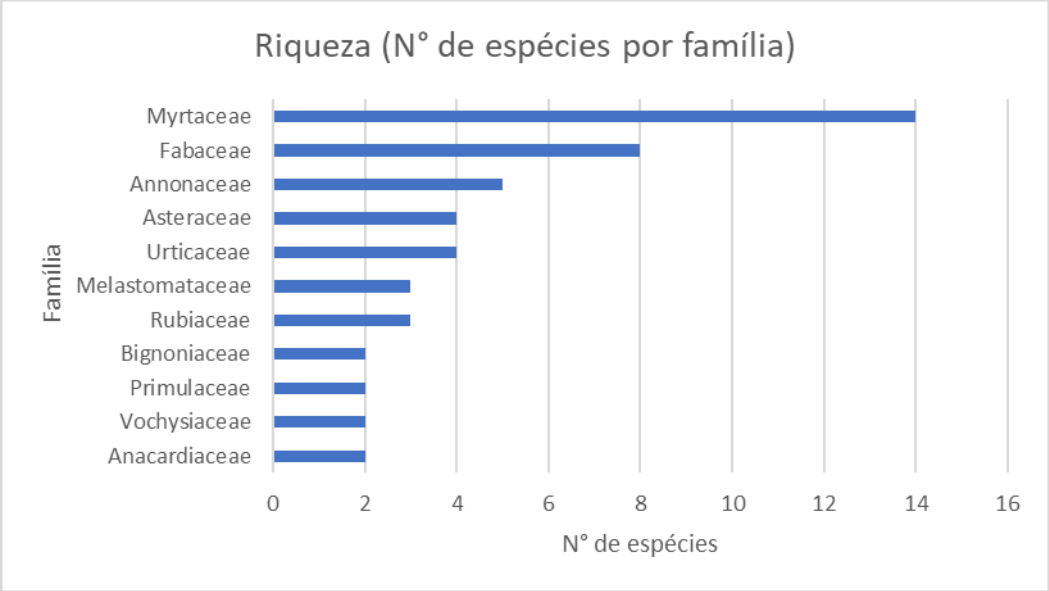


Figura 6.2-69 - Riqueza das famílias botânica identificadas na amostragem realizada em FES Inicial, presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Dentre as 79 morfoespécies, 75 são nativas do Brasil e 4 naturalizadas. Dentre as nativas 26 são endêmicas do território brasileiro, sendo 4 espécies endêmicas do bioma cerrado: *Dalbergia miscolobium*, *Myrcia tomentosa*, *Styrax ferrugineus* e *Vochysia thyrsoidea*, além de 7 espécies endêmicas da Mata Atlântica: *Annona dolabripetala*, *Guatteria villosissima*, *Piptocarpha axillaris*, *Dalbergia nigra*, *Pleroma granulosum*, *Myrcia hebepetala* e *Cecropia glaziovii*.

Em relação ao grupo ecológico, 26 espécies foram classificadas como pioneiras e 26 como secundárias, enquanto o grupo de Secundárias totalizou 10 espécies. No total, 27 táxons não puderam ser classificados, devido à falta de informação na literatura.

6.2.1.7.1.11.1.Fitossociologia – FES Inicial

O levantamento fitossociológico realizado na área de FES inicial, através das 39 unidades amostrais alocadas na área, totalizou 1.103 fustes de 930 indivíduos mensurados, dos quais, 113 (10,24%) estavam mortos em pé. A densidade da vegetação foi estimada em 1660,72 indivíduos/ha e a cobertura estimada em 8,47 m²/ha (área basal/ha).

As espécies mais abundantes desse ambiente foram em ordem decrescente: Leucena (*Leucaena leucocephala*, 24,19%), candeia (*Eremanthus erythropappus* 13,87%), Ipê-de-jardim (*Tecoma* stans, 6,23%), capororoca (*Myrsine umbellata* 4,62%), tucaneiro-colher (*Vochysia thyrsoidea*, 2,68%)

Juntas, as cinco espécies mais abundantes representaram cerca de 41,61 % dos indivíduos mensurados (**Figura 6.2-70**). Das 79 espécies mensuradas no presente trabalho, 35,44% (28 espécies) foram representadas por apenas um indivíduo e foram consideradas raras no ambiente.

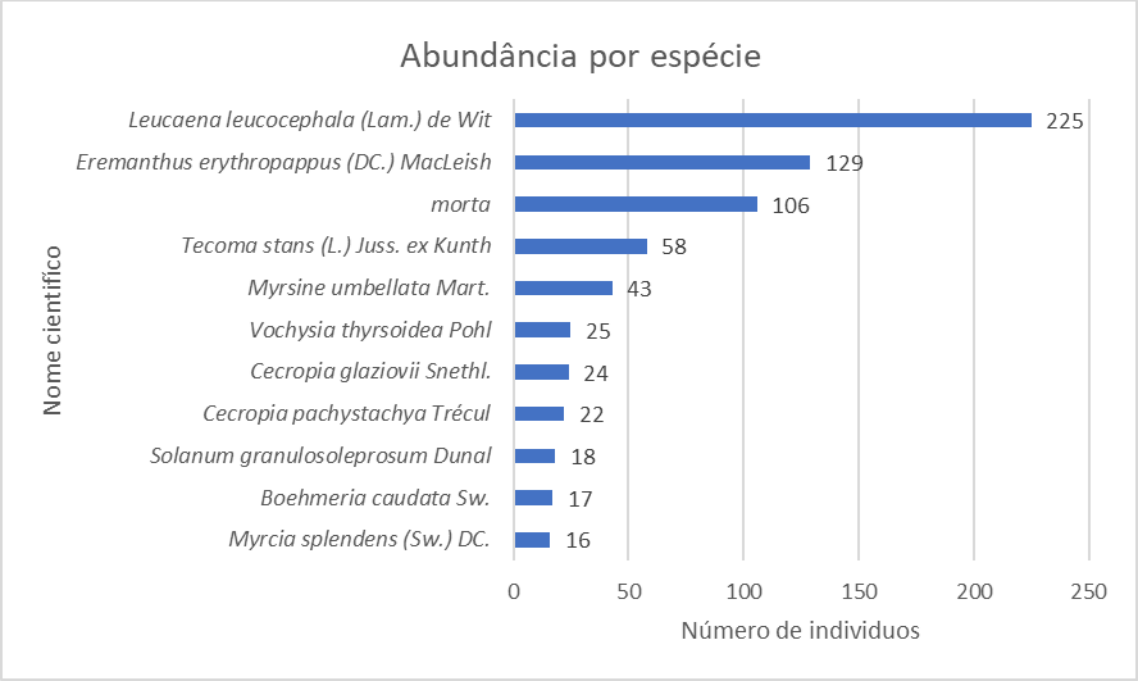


Figura 6.2-70 - Abundância das espécies levantadas em FES inicial, na Área Diretamente Afetada (ADA).

Estrutura horizontal

As dez espécies com maior valor de importância foram: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Cecropia glaziovii* Snethl., *Myrsine umbellata* Mart., *Cecropia pachystachya* Trécul, *Trema micrantha* (L.) Blume, *Vochysia thyrsoidea* Pohl, *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Alchornea glandulosa* Poepp. & Endl. Juntas as dez espécies representam 52,46 % do Valor de Importância (VI).

A elevada representatividade da *Leucaena leucocephala* encontrada no fragmento classificado como de Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Inicial de Regeneração está diretamente relacionada à intensa interferência antrópica da área, situada dentro de uma zona de mineração. Por ser uma espécie exótica, de rápido crescimento e alta capacidade de colonização em ambientes degradados, a leucena se beneficia das condições adversas provocadas pela atividade mineradora, como solo exposto, baixa diversidade nativa e distúrbios frequentes (SOUZA et al., 2019; IAT, 2020). Tais condições fazem com que pequenos povoamentos da espécie sejam formados e espalhados distribuídos pela área de mina, aumentando capacidade de dispersão de fragmentos formados por vegetação nativa.

Essas características favorecem sua dominância em número de indivíduos e cobertura, elevando seu Valor de Importância (VI). Sua presença, embora expressiva, reflete mais um desequilíbrio ecológico do que uma recuperação natural, indicando a necessidade de ações de restauração que priorizem espécies nativas e o controle de invasoras (SOUZA et al., 2019; IAT, 2020).

No **Quadro 6.2-15** são apresentados os resultados da análise da estrutura horizontal para a comunidade arbórea amostrada:

Quadro 6.2-15 - Parâmetros e índices fitossociológicos das espécies encontradas na área de Floresta Estacional Inicial avaliada.

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	225	14	1,369	401,786	24,194	50	5,645	2,445	16,163	40,356	46,001
morta	106	25	1,062	189,286	11,398	89,286	10,081	1,896	12,534	23,932	34,012
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish	129	8	0,985	230,357	13,871	28,571	3,226	1,759	11,627	25,498	28,724
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	58	9	0,816	103,571	6,237	32,143	3,629	1,458	9,637	15,874	19,503
Cecropia glaziovii Snethl.	24	11	0,561	42,857	2,581	39,286	4,435	1,002	6,623	9,203	13,639
Myrsine umbellata Mart.	43	11	0,26	76,786	4,624	39,286	4,435	0,464	3,07	7,693	12,129
Cecropia pachystachya Trécul	22	11	0,296	39,286	2,366	39,286	4,435	0,529	3,498	5,863	10,299
Trema micrantha (L.) Blume	10	7	0,333	17,857	1,075	25	2,823	0,594	3,928	5,003	7,826
Vochysia thyrsoidea Pohl	25	4	0,221	44,643	2,688	14,286	1,613	0,395	2,614	5,302	6,915
Myrcia splendens (Sw.) DC.	16	9	0,098	28,571	1,72	32,143	3,629	0,175	1,156	2,877	6,506
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	12	6	0,181	21,429	1,29	21,429	2,419	0,324	2,142	3,432	5,852
Piper aduncum L.	12	7	0,076	21,429	1,29	25	2,823	0,136	0,897	2,188	5,01
Luehea grandiflora Mart.	10	4	0,195	17,857	1,075	14,286	1,613	0,349	2,304	3,379	4,992
Solanum granulosoleprosum Dunal	18	2	0,166	32,143	1,935	7,143	0,806	0,297	1,962	3,897	4,704
Boehmeria caudata Sw.	17	4	0,099	30,357	1,828	14,286	1,613	0,176	1,164	2,992	4,605
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	14	3	0,14	25	1,505	10,714	1,21	0,25	1,655	3,16	4,37
Ocotea puberula (Rich.) Nees	14	3	0,135	25	1,505	10,714	1,21	0,24	1,589	3,094	4,304
Schinus terebinthifolia Raddi	15	1	0,168	26,786	1,613	3,571	0,403	0,301	1,987	3,599	4,003
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	8	4	0,099	14,286	0,86	14,286	1,613	0,177	1,167	2,027	3,64
Myrcia retorta Cambess.	10	4	0,052	17,857	1,075	14,286	1,613	0,093	0,615	1,691	3,304
Campomanesia rufa (O.Berg) Nied.	9	4	0,052	16,071	0,968	14,286	1,613	0,093	0,617	1,585	3,198
Styrax camporum Pohl	7	4	0,053	12,5	0,753	14,286	1,613	0,094	0,62	1,373	2,986

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI
Dictyoloma vandellianum A.Juss.	5	4	0,05	8,929	0,538	14,286	1,613	0,088	0,584	1,122	2,735
Clethra scabra Pers.	6	3	0,074	10,714	0,645	10,714	1,21	0,133	0,876	1,522	2,731
Eucalyptus sp.	2	2	0,145	3,571	0,215	7,143	0,806	0,258	1,708	1,923	2,729
Myrcia amazonica DC.	7	4	0,026	12,5	0,753	14,286	1,613	0,046	0,307	1,06	2,672
Cecropia hololeuca Miq.	3	3	0,08	5,357	0,323	10,714	1,21	0,142	0,942	1,265	2,474
Dalbergia miscolobium Benth.	5	4	0,018	8,929	0,538	14,286	1,613	0,032	0,211	0,749	2,362
Bowdichia virgilioides Kunth	6	3	0,024	10,714	0,645	10,714	1,21	0,043	0,285	0,93	2,14
Hieronyma alchorneoides Allemão	3	2	0,08	5,357	0,323	7,143	0,806	0,142	0,94	1,263	2,069
Vismia brasiliensis Choisy	4	3	0,018	7,143	0,43	10,714	1,21	0,032	0,213	0,643	1,853
Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.	4	3	0,015	7,143	0,43	10,714	1,21	0,026	0,173	0,603	1,813
Annona dolabripetala Raddi	3	3	0,014	5,357	0,323	10,714	1,21	0,025	0,166	0,489	1,699
Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis	5	2	0,016	8,929	0,538	7,143	0,806	0,029	0,19	0,727	1,534
Lamanonia ternata Vell.	4	1	0,051	7,143	0,43	3,571	0,403	0,09	0,597	1,027	1,43
Guatteria villosissima A.St.-Hil.	4	2	0,013	7,143	0,43	7,143	0,806	0,023	0,154	0,584	1,391
Psidium guajava L.	3	2	0,015	5,357	0,323	7,143	0,806	0,027	0,18	0,502	1,309
Piptocarpha axillaris (Less.) Baker	2	2	0,023	3,571	0,215	7,143	0,806	0,041	0,273	0,488	1,295
Copaifera langsdorffii Desf.	3	2	0,013	5,357	0,323	7,143	0,806	0,023	0,153	0,476	1,282
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	2	2	0,016	3,571	0,215	7,143	0,806	0,029	0,191	0,406	1,213
Miconia pepericarpa DC.	3	2	0,007	5,357	0,323	7,143	0,806	0,012	0,082	0,405	1,211
Indeterminada 5	2	2	0,013	3,571	0,215	7,143	0,806	0,024	0,157	0,372	1,178
Vernonanthura divaricata (Spreng.) H.Rob.	1	1	0,055	1,786	0,108	3,571	0,403	0,098	0,65	0,758	1,161
Athenaea velutina (Sendtn.) D'Arcy	2	2	0,008	3,571	0,215	7,143	0,806	0,014	0,09	0,305	1,111
Celtis sp.	2	2	0,008	3,571	0,215	7,143	0,806	0,013	0,089	0,304	1,111

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI
Roupala montana Aubl.	2	2	0,005	3,571	0,215	7,143	0,806	0,009	0,06	0,275	1,082
Vismia micrantha A.St.-Hil.	2	2	0,005	3,571	0,215	7,143	0,806	0,008	0,053	0,269	1,075
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	1	1	0,044	1,786	0,108	3,571	0,403	0,079	0,52	0,628	1,031
Croton urucurana Baill.	2	1	0,028	3,571	0,215	3,571	0,403	0,051	0,336	0,551	0,955
Myrtaceae 3	3	1	0,016	5,357	0,323	3,571	0,403	0,029	0,189	0,512	0,915
Vochysia tucanorum Mart.	2	1	0,02	3,571	0,215	3,571	0,403	0,036	0,238	0,453	0,857
Peixotoa sp.	3	1	0,011	5,357	0,323	3,571	0,403	0,019	0,125	0,447	0,851
Eugenia aurata O.Berg	2	1	0,011	3,571	0,215	3,571	0,403	0,019	0,126	0,341	0,744
Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos	1	1	0,015	1,786	0,108	3,571	0,403	0,028	0,183	0,29	0,693
Metrodorea stipularis Mart.	2	1	0,005	3,571	0,215	3,571	0,403	0,01	0,064	0,279	0,682
Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	1	1	0,013	1,786	0,108	3,571	0,403	0,023	0,154	0,262	0,665
Eugenia sp. 01	1	1	0,012	1,786	0,108	3,571	0,403	0,022	0,147	0,255	0,658
Annona sylvatica A.St.-Hil.	1	1	0,008	1,786	0,108	3,571	0,403	0,015	0,1	0,207	0,611
Ilex affinis Gardner	1	1	0,008	1,786	0,108	3,571	0,403	0,014	0,093	0,2	0,603
Miconia ferruginata DC.	1	1	0,007	1,786	0,108	3,571	0,403	0,013	0,085	0,192	0,595
Aiouea albopunctata Brotto	1	1	0,007	1,786	0,108	3,571	0,403	0,012	0,079	0,187	0,59
Phytolaccaceae sp.	1	1	0,005	1,786	0,108	3,571	0,403	0,009	0,056	0,164	0,567
Dendropanax cuneatus (DC.) Decne. & Planch.	1	1	0,004	1,786	0,108	3,571	0,403	0,008	0,051	0,159	0,562
Myrcia hebepetala DC.	1	1	0,004	1,786	0,108	3,571	0,403	0,008	0,05	0,157	0,56
Myrcia sp. 01	1	1	0,004	1,786	0,108	3,571	0,403	0,007	0,048	0,156	0,559
Myrtaceae 2	1	1	0,004	1,786	0,108	3,571	0,403	0,007	0,047	0,155	0,558
Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville	1	1	0,004	1,786	0,108	3,571	0,403	0,007	0,045	0,153	0,556
Xylopia sericea A.St.-Hil.	1	1	0,003	1,786	0,108	3,571	0,403	0,006	0,038	0,146	0,549

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI
Guatteria sellowiana Schltdl.	1	1	0,003	1,786	0,108	3,571	0,403	0,006	0,038	0,145	0,549
Symplocos revoluta Casar.	1	1	0,003	1,786	0,108	3,571	0,403	0,005	0,034	0,141	0,545
Myrcia eriocalyx DC.	1	1	0,003	1,786	0,108	3,571	0,403	0,005	0,03	0,137	0,541
Casearia sylvestris Sw.	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,028	0,135	0,539
Pleroma granulosum (Desr.) D. Don	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,027	0,135	0,538
Casearia arborea (Rich.) Urb.	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,026	0,133	0,537
Inga sessilis (Vell.) Mart.	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,026	0,133	0,536
Cordiera sessilis (Vell.) Kuntze	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,024	0,132	0,535
Kielmeyera coriacea Mart. & Zucc.	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,024	0,132	0,535
Palicourea sessilis (Vell.) C.M.Taylor	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,024	0,132	0,535
Rubiaceae 1	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,024	0,132	0,535
Erythroxylum sp.2	1	1	0,002	1,786	0,108	3,571	0,403	0,004	0,023	0,131	0,534
Total Geral	**930**	**28**	**8,471**	**1660,714**	**100**	**885,714**	**100**	**15,127**	**100**	**200**	**300**

Legenda: N = nº de indivíduos, P = Nº de parcelas em que a espécie foi observada, G = área basal (m²), DA= densidade absoluta, DR = Densidade relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, DoA=dominância absoluta, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura e VI = Valor de importância.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.

Diversidade

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') expressa a riqueza e uniformidade da comunidade estudada, dessa maneira, quanto maior for o valor de H' (nats/indivíduos), maior será a diversidade florística. O valor do Índice de Shannon encontrado para a área amostrada foi de 3,04 nats.ind-1, sendo considerado um valor coerente, quando comparado a outros estudos feitos em ambientes de Floresta Estacional Semidecidual.

Em estudo realizado com a comunidades arbóreas do Parque Estadual do Rio Doce e de fragmentos do entorno quanto à estrutura, composição, similaridade florística e distribuição das espécies. No total foram identificadas 61 famílias, 195 gêneros e 373 espécies e ss índices de diversidade de Shannon (H') variaram de 3,66 a 4,10. (França, G.S. & Stehmann, J.R., 2013). Comparando a diversidade florística e índices analisados, é possível afirmar a baixa diversidade da FES em estágio inicial na área de estudo.

Por sua vez, o Índice de Equabilidade de Pielou (J') possui valor máximo igual a 1 e representa a proporção da diversidade de espécies encontradas na amostragem em relação à diversidade máxima que a comunidade poderá atingir. Para a comunidade vegetal estudada o valor de J' foi de 0,70. Esse valor revela uma menor uniformidade na distribuição do número de indivíduos por espécies nesta vegetação, o que pode ser explicado pela elevada dominância das espécies.

Estrutura Vertical

A estrutura vertical caracterizou-se predominantemente por fustes de altura entre 4 e 6 metros, que somam cerca de 40% dos fustes, com uma média de altura das árvores de 5,37 m, como consta na **Figura 6.2-71**. Este resultado contribui para a classificação do estágio inicial de sucessão ecológica, de acordo com a resolução CONAMA 392/2007, que estabelece a altura de um fragmento em estágio inicial até 5 metros.

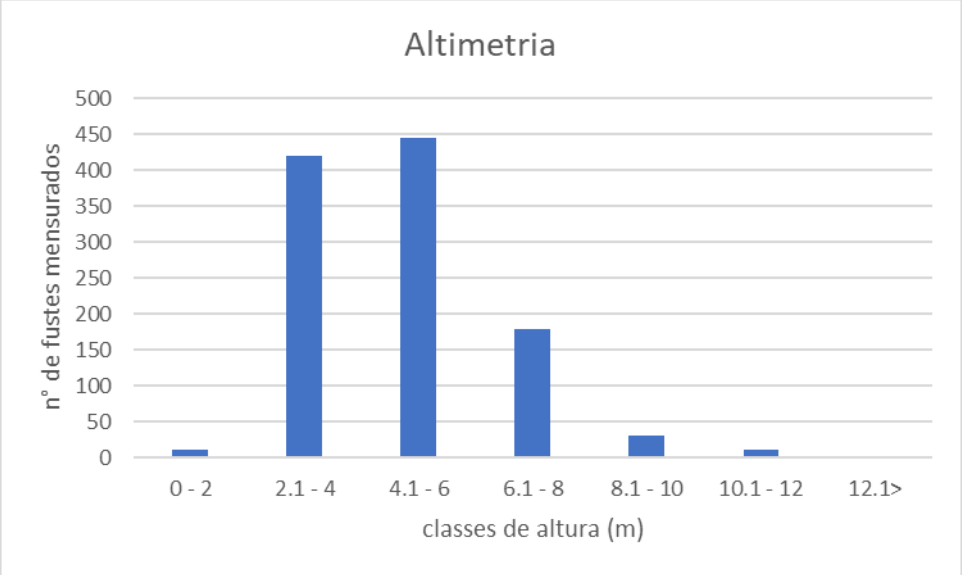


Figura 6.2-71 - Apresenta a distribuição altimétrica na amostragem realizada em FES Inicial, presente na Área Diretamente Afetada (AIA).

Estrutura diamétrica

Os diâmetros dos fustes mensurados no inventário foram distribuídos em seis classes diamétricas com amplitude de 5 cm. A estrutura da vegetação, examinada a partir da distribuição de frequência de indivíduos por classe de diâmetro, apontou uma elevada concentração de indivíduos nas classes iniciais e uma redução no número de indivíduos nas classes de diâmetro superiores (**Figura 6.2-72**). A primeira classe de diâmetro (5 a 10 cm), por exemplo, registrou 813 fustes (73,70%), e em contrapartida as três últimas classes diamétricas (superiores a 20 cm) contabilizaram apenas 39 fustes (3,53%). Nesse caso, o padrão de distribuição na forma gráfica de “J invertido”, (exponencial negativo) retrata o comportamento normal verificado em vegetações estáveis. Provavelmente essa comunidade não apresenta problemas de regeneração natural e possui capacidade de resiliência, caso não seja intensamente perturbada. O diâmetro médio dos indivíduos mensurados foi de 8,97 cm.

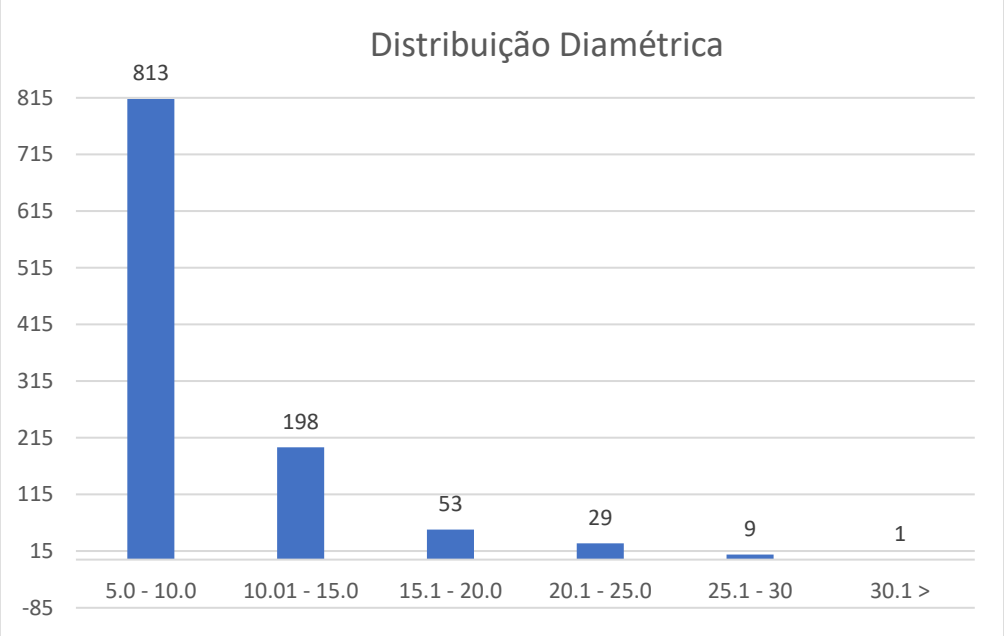


Figura 6.2-72 - Apresenta o número de indivíduos e fustes por espécie na amostragem realizada em FES Inicial presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

6.2.1.7.1.11.2.Classificação do estágio sucessional- FES Inicial

Nos fragmentos classificados como estágio Inicial (**Quadro 6.2-16**), foi possível observar o dossel descontínuo, podendo ser considerado pouco estruturado (**Figura 6.2-73**) o sub-bosque pode ser considerado presente e abundante, em sua maioria com baixa diversidade de espécies, com dominância de espécies da família Poaceae e Cyperaceae. Além disso, apresentou-se alta densidade de indivíduos jovens e finos, baixa diversidade de epífitas, abundância de trepadeiras e lianas (**Figura 6.2-74**).

A vegetação de FESD-I na área em estudo apresenta baixa diversidade de espécies arbóreas e densidade de indivíduos sendo a estrutura composta por alguns indivíduos arbóreos remanescentes. O padrão de distribuição da diamétrica é dado pelo “J invertido”, que é a distribuição para formações arbóreas naturais, onde grande maioria da comunidade arbustiva e arbórea encontra-se com menor diâmetro e apenas poucos indivíduos com diâmetros elevados.

Segundo exposto na RESOLUÇÃO CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007 que define a vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais, as áreas em estudo podem ser classificadas em estágio inicial de regeneração, sendo que o DAP médio obtido nas áreas foi de 8,29 cm, sendo definido como estágio inicial de até (10 cm), assim como a média de altura é de 6,5 m devido às árvores emergentes e pioneiras

de crescimento, o que reforça a proximidade desse parâmetro ao estágio inicial. Outro fator que caracteriza o estágio inicial são as áreas apresentarem em sua maioria a presença de estratificação não definida; com alta predominância de indivíduos jovens de espécies arbóreas tipo paliteiro, arbustivas e cipós herbáceos e serrapilheira rala (**Figura 6.2-75** e **Figura 6.2-76**)



Figura 6.2-73 - Registro de fragmento classificado como estágio inicial na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-74 - Interior de fragmento em estágio inicial, detalhe para abundância de indivíduos arbóreos de menor diâmetro na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-75 - Fisionomia do fragmento de FES inicial localizado próximo ao Dique Auxiliar da B5.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021.



Figura 6.2-76 - Fisionomia do fragmento de FES inicial localizado próximo ao Dique Auxiliar da B5.

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2021.

Quadro 6.2-16 - Tabela adaptada para identificação de estágio sucessional da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, de acordo com a Resolução CONAMA N°392/2007 - Art. 2º.

Floresta Estacional Semidecidual – FES Inicial (B6, B7 e Grotas 2 e 3)			
Parâmetro	**Inicial**	**Médio**	**Avançado**
Fisionomia	Arbóreo/arbustiva e cipós	Predominância de espécies arbóreas	Florestal
Estratificação	Ausente	Incipiente - formação de dossel e sub-bosque	Definida - - dossel, sub-dossel e sub-bosque
Altura do Dossel	Até 5 m	5 - 12 m	Acima 12 m com árvores emergentes
Distribuição diamétrica	Baixa amplitude	Moderada amplitude	Grande amplitude
DAP médio	Até 10 cm	Entre 10 cm e 20 cm	DAP médio > 18 cm
Dominância de espécies indicadoras	Baixa dominância de espécies indicadoras	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas em relação ao estágio médio
Epífitas	Líquens, briófitas e pteridófitas com baixa diversidade	Maior riqueza e abundância de epífitas	Abundantes
Serapilheira	Camada fina, pouco decomposta	Presente, variando conforme a estação do ano e localização	Presente, variando conforme a localização
Trepadeiras	Quando presentes, são geralmente herbáceas	Abundantes, herbáceas ou lenhosas	Menor densidade em relação ao estágio médio e geralmente lenhosas
Sub-bosque	Ausente	Presente	Sub-bosque geralmente menos expressivo do que em estágio médio
Diversidade	Espécies pioneiras abundantes	Diversidade biológica significativa	Grande diversidade biológica
Espécies Indicadoras*	1*	1* com redução de arbustos	2*

6.2.1.7.1.12. Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Médio de Regeneração

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração foi encontrada próximo as barragens B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3, onde foi realizada a amostragem da vegetação arbórea, para análise florística e estrutura da floresta (**Figura 6.2-78**).

Além disso, foi identificado dois pequenos fragmentos próximo a área destinada a descaracterização do Dique Auxiliar da B5 (**Figura 6.2-80** e **Figura 6.2-68**), que devido as dimensões e grau de alteração, optou-se pelo levantamento censitário e os resultados são apresentados neste estudo.

A área de intervenção na barragem 8 inclui um pequeno fragmento de FES em estágio médio (**Figura 6.2-79**), que devido as dimensões optou-se pelo levantamento censitário e os resultados são apresentados neste estudo.



Figura 6.2-77 - Localização dos fragmentos de FES em estágio médio na ADA.
Fonte da imagem: Google Earth, 2025.



Figura 6.2-78 - Fragmentos de FES em estágio médio localizados próximos a barragem 6 e 7B e Grotas 2 e 3.
Fonte da imagem: Google Earth, 2025.



Figura 6.2-79 - Fragmento de FES em estágio médio localizado próximo a barragem 8.
Fonte da imagem: Google Earth, 2025.



Figura 6.2-80 - Fragmentos de FES em estágio médio localizados próximos ao Dique Auxiliar da B5.
Fonte da imagem: Google Earth, 2025.

6.2.1.7.1.12.1.Composição Florística – FES Médio (Amostragem)

O levantamento florístico do estrato arbóreo no estágio médio registrou, em todas as 10 unidades amostrais, um total de 67 morfoespécies distribuídas por 56 gêneros e 32 famílias botânicas. Das espécies encontradas, 60 tiveram determinação botânica ao nível de espécie, 6 ao nível de gênero e 1 a nível de família. As espécies arbóreas registradas neste estudo podem ser observadas no **Quadro 6.2-17.**

Quadro 6.2-17 - Lista de espécies encontradas nos fragmentos de FES médio amostrados na ADA.

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Astronium nelson-rosae Santin	gonçalo-alves	Anacardiaceae		x	-
Schinus terebinthifolia Raddi	aroeira-vermelha	Anacardiaceae		x	-
Tapirira guianensis Aubl.	pau-pombo	Anacardiaceae		x	-
Annona dolabripetala Raddi	araticum-cagão	Annonaceae		x	-
Annona sylvatica A.St.-Hil.	araticum-do-mato	Annonaceae		x	-
Duguetia furfuracea (A.St.-Hil.) Saff.	Avenca-do- cerrado	Annonaceae		x	
Xylopia brasiliensis Spreng.	pindaíba	Annonaceae		x	VU
Xylopia sericea A.St.-Hil.	pimenta-de-mico	Annonaceae		x	-
Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.	peroba-rosa	Apocynaceae		x	-
Ilex affinis Gardner	congonha	Aquifoliaceae		x	-
Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. & Planch.	morotótó	Araliaceae		x	-
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	araucaria	Araucariaceae		x	EN
Eremanthus glomerulatus Less.	candeia	Asteraceae		x	-
Piptocarpha macropoda (DC.) Baker	canela-branca	Asteraceae		x	-
Vernonanthura divaricata (Spreng.) H.Rob.	assa-peixe-grande	Asteraceae		x	-
Cybistax antisyphilitica (Mart.) Mart.	ipê-verde	Bignoniaceae		x	-
Protium spruceanum (Benth.) Engl.	breu	Burseraceae		x	-
Clethra scabra Pers.	aleixo	Clethraceae		x	-
Terminalia argentea Mart. & Zucc.	Capitão-d-mato	Combretaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo	Cordiaceae		x	-
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	tapiá	Euphorbiaceae		x	-
Aparisthmium cordatum (A.Juss.) Baill.	tapiá-branco	Euphorbiaceae		x	-
Croton urucurana Baill.	sangra-d´água	Euphorbiaceae		x	-
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	angico-branco	Fabaceae		x	-
Bowdichia virgilioides Kunth	sucupira-preta	Fabaceae		x	-
Copaifera langsdorffii Desf.	copaíba	Fabaceae		x	-
Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-da-bahia	Fabaceae		x	VU
Inga sp.01	falso-ingá	Fabaceae		x	-
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	leucena	Fabaceae		x	-
Lonchocarpus sp.01	timbó	Fabaceae		x	-
Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld	Jacarandá-de- espinho	Fabaceae		x	
Ormosia arborea (Vel) Harms	Olha-de-cabra	Fabaceae		x	
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.	jacaré	Fabaceae		x	
Swartzia flaemingii Raddi	pacová-de-macaco	Fabaceae		x	-
Vismia micrantha A.St.-Hil.	aruão	Hypericaceae		x	-
Hyptidendron asperrimum (Spreng.) Harley	catinga-de-boda	Lamiaceae		x	-
Endlicheria paniculata (Spreng.) J.F.Macbr.	canela-peluda	Lauraceae		x	-
Lauraceae sp. 01	canela-cheirosa	Lauraceae		x	-
Nectandra oppositifolia Nees & Mart.	canelão	Lauraceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Ocotea pulchella (Nees & Mart.) Mez	canela-ferrugem	Lauraceae		x	-
Ocotea sp. 01	-	Lauraceae		x	-
Ocotea sp. 02	canela	Lauraceae		x	-
Eriotheca candolleana (K.Schum.) A.Robyns	paina	Malvaceae		x	-
Luehea grandiflora Mart.	açoita-cavalo	Malvaceae		x	-
Miconia sellowiana Naudin	pixiricão	Melastomataceae		x	-
Pleroma candolleanum (Mart. ex DC.) Triana	manacá	Melastomataceae		x	-
Pleroma granulosum (Desr.) D. Don	quaresmeira	Melastomataceae		x	-
Cabralea canjerana (Vell.) Mart.	canjerana	Meliaceae		x	
Guarea guidonia (L.) Sleumer	carrapeta	Meliaceae		x	-
Ficus sp. 03	figueira-brava	Moraceae		x	-
Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.	falsa-espinheira	Moraceae		x	-
Eugenia expansa Spring ex Mart.	Guamirim	Myrtaceae		x	
Myrcia sp. 03	araçatuba	Myrtaceae		x	-
Myrcia splendens (Sw.) DC.	guamirim	Myrtaceae		x	-
Bathysa australis (A.St.-Hil.) K.Schum.	macuco	Rubiaceae		x	-
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	mamica-de-porca	Rutaceae		x	-
Casearia arborea (Rich.) Urb.	guaçatonga-miúda	Salicaceae		x	-
Cupania ludowigii Somner & Ferrucci	camboatá-miudo	Sapindaceae		x	-
Cupania oblongifolia Mart.	camboatá	Sapindaceae		x	-
Cupania venalis Cambess.	Camboatã	Sapindaceae		x	

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.	fruta-do-veado	Sapotaceae		x	
Cestrum intermedium Sendtn.	Mata-boi	Solanaceae		x	
Symplocos nitens (Pohl) Benth.	congonha-miúda	Symplocaceae		x	-
Cecropia hololeuca Miq.	embaúba--prateada	Urticaceae		x	-
Cecropia pachystachya Trécul	embaúba-branca	Urticaceae		x	-
Vochysia tucanorum Mart.	tucaneira-verdadeira	Vochysiaceae		x	-

A análise da composição florística indicou que as famílias botânicas de maior riqueza (**Figura 6.2-81**) no extrato arbóreo no inventário florestal de FES médio foram Fabaceae (11 espécies), Lauraceae (6 espécies), Annonaceae (5 espécies) e Melastomataceae (4 espécies). As demais famílias foram representadas por apenas 3 ou 2 espécies. As quatro famílias com maior riqueza juntas somam 26 espécies, representando 39% das espécies encontradas no levantamento.

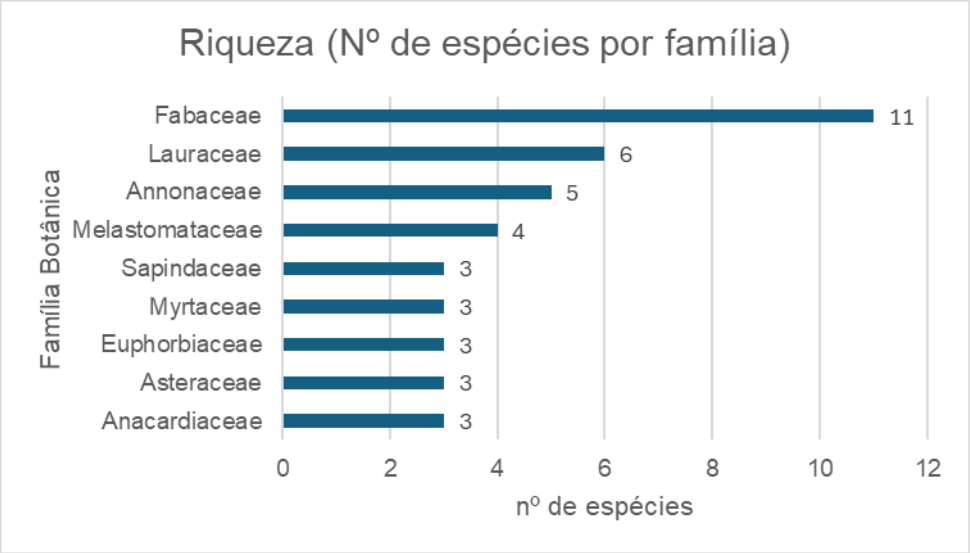


Figura 6.2-81 - Riqueza das famílias botânica identificadas na amostragem realizada em FES Médio presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Dentre as 67 morfoespécies, 66 são nativas do Brasil e 1 naturalizada. Dentre as nativas 21 são endêmicas do território brasileiro, sendo 9 espécies endêmicas da Mata Atlântica: *Annona dolabripetala, Xylopia brasiliensis, Dalbergia nigra, Swartzia flaemingii, Pleroma granulosum, Eugenia expans, Cupania ludowigii, Pleroma granulosum e Aspidosperma polyneuron.*

Em relação ao grupo ecológico, 28 espécies são classificadas como pioneiras, 24 como secundárias e 2 como climácicas. No total, 13 táxons não puderam ser classificados por falta de informações na literatura.

6.2.1.7.1.12.2.Fitossociologia – FES Médio

O levantamento fitossociológico realizado na área de FES médio, através das 10 unidades amostrais alocadas na área, totalizou 196 fustes de 172 indivíduos mensurados, dos quais, 16 (8,14%) estavam mortos em pé. A densidade da vegetação foi estimada em 860 indivíduos/ha e a cobertura estimada em 5,07 m²/ha (área basal/ha).

As espécies mais abundantes desse ambiente foram em ordem decrescente: sangra-d'água *(Croton urucurana 9,30%),* pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha 8,13%),* angico-branco (*Anadenanthera colubrina 5*,81%) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* 4,47%).

Juntas, as quatro espécies mais abundantes representaram cerca de 26,74% dos indivíduos mensurados (**Figura 6.2-82**). Das 67 espécies mensuradas no presente trabalho, 56,7% (38 espécies) foram representadas por apenas um indivíduo e foram consideradas raras no ambiente.



Figura 6.2-82 - Espécies mais abundantes em número de indivíduos na amostragem realizada em FES Médio presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Estrutura Horizontal

Espécies com VI alto são estrategicamente importantes para o funcionamento do ecossistema. Elas podem influenciar a estrutura da floresta, a disponibilidade de luz, a dinâmica de sucessão ecológica e até a fauna associada. As dez espécies com maior valor de importância foram *Anadenanthera colubrina (10,73%), Piptadenia gonoacantha (8,90%), Croton urucurana (7,44%), Araucaria angustifólia (4,67%), Dalbergia nigra (4,47%), Eriotheca candolleana (3,33%), Copaifera langsdorffii (3,23%), Aspidosperma polyneuron(3,10%), Guarea guidonia (2,70%) e Tapirira guianensis (2,41%)*. Juntas as dez espécies representam 48,62% do Valor de Importância (VI). No **Quadro 6.2-19** são apresentados os resultados da análise da estrutura horizontal para a comunidade arbórea amostrada. De uma forma geral a posição das espécies no IVI obedeceu a uma ordem decrescente do número de indivíduos. Entretanto, destacam-se algumas morfoespécies que apresentaram comportamento

divergente, como *Anadenanthera colubrina* e *Piptadenia gonoacantha*. Essas espécies, apesar de um menor número de indivíduos, em comparação com as demais espécies de posições inferiores, obtiveram uma posição de destaque em função da maior área basal (AB). Quando comparada com as espécies da 3ª ou 4ª posição pode-se observar que área basal de *A.colubrina* e *P.gonoacantha* é 50% maior, representando uma diferença significativa.

Quadro 6.2-18 - Parâmetros e índices fitossociológicos das espécies encontradas na área de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio avaliada.

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VC (%)	VI (%)
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	10	2	0,794	50,000	5,814	3,968	15,649	20,000	2,247	21,463	23,710	7,903	10,731
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.	12	1	0,550	60,000	6,977	2,748	10,835	10,000	1,124	17,812	18,936	6,312	8,906
Croton urucurana Baill.	16	4	0,284	80,000	9,302	1,418	5,590	40,000	4,494	14,893	19,387	6,462	7,446
morta	14	7	0,234	70,000	8,140	1,170	4,615	70,000	7,865	12,755	20,620	6,873	6,377
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	4	1	0,357	20,000	2,326	1,783	7,031	10,000	1,124	9,357	10,480	3,493	4,678
Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	8	2	0,218	40,000	4,651	1,089	4,296	20,000	2,247	8,947	11,194	3,731	4,473
Eriotheca candolleana (K.Schum.) A.Robyns	1	1	0,309	5,000	0,581	1,544	6,089	10,000	1,124	6,670	7,794	2,598	3,335
Copaifera langsdorffii Desf.	5	2	0,181	25,000	2,907	0,904	3,565	20,000	2,247	6,472	8,719	2,906	3,236
Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.	3	1	0,227	15,000	1,744	1,134	4,471	10,000	1,124	6,215	7,338	2,446	3,107
Guarea guidonia (L.) Sleumer	3	1	0,186	15,000	1,744	0,932	3,676	10,000	1,124	5,420	6,544	2,181	2,710
Tapirira guianensis Aubl.	1	1	0,215	5,000	0,581	1,077	4,246	10,000	1,124	4,827	5,951	1,984	2,414
Terminalia argentea Mart. & Zucc.	5	1	0,052	25,000	2,907	0,260	1,027	10,000	1,124	3,934	5,057	1,686	1,967
Vismia micrantha A.St.-Hil.	4	1	0,077	20,000	2,326	0,383	1,511	10,000	1,124	3,836	4,960	1,653	1,918
Cecropia hololeuca Miq.	3	2	0,099	15,000	1,744	0,495	1,951	20,000	2,247	3,695	5,943	1,981	1,848

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VC (%)	VI (%)
Myrcia splendens (Sw.) DC.	4	3	0,063	20,000	2,326	0,315	1,241	30,000	3,371	3,567	6,937	2,312	1,783
Cecropia pachystachya Trécul	5	3	0,029	25,000	2,907	0,146	0,576	30,000	3,371	3,482	6,853	2,284	1,741
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	4	2	0,052	20,000	2,326	0,258	1,016	20,000	2,247	3,342	5,589	1,863	1,671
Ormosia arborea (Vell.) Harms	3	1	0,078	15,000	1,744	0,390	1,538	10,000	1,124	3,282	4,405	1,468	1,641
Bowdichia virgilioides Kunth	3	1	0,066	15,000	1,744	0,332	1,307	10,000	1,124	3,051	4,175	1,392	1,526
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	4	1	0,018	20,000	2,326	0,089	0,350	10,000	1,124	2,676	3,800	1,267	1,338
Inga sp.01	1	1	0,105	5,000	0,581	0,526	2,075	10,000	1,124	2,656	3,780	1,260	1,328
Cestrum intermedium Sendtn.	2	1	0,057	10,000	1,163	0,287	1,130	10,000	1,124	2,293	3,417	1,139	1,147
Piptocarpha macropoda (DC.) Baker	1	1	0,074	5,000	0,581	0,371	1,461	10,000	1,124	2,042	3,166	1,055	1,021
Schinus terebinthifolius Raddi	2	1	0,044	10,000	1,163	0,221	0,870	10,000	1,124	2,032	3,156	1,052	1,016
Ficus sp. 03	2	1	0,039	10,000	1,163	0,195	0,769	10,000	1,124	1,932	3,055	1,018	0,966
Xylopia brasiliensis Spreng.	2	2	0,031	10,000	1,163	0,157	0,620	20,000	2,247	1,783	4,030	1,343	0,891
Nectandra oppositifolia Nees & Mart.	1	1	0,061	5,000	0,581	0,305	1,201	10,000	1,124	1,783	2,906	0,969	0,891
Vernonanthura divaricata (Spreng.) H.Rob.	1	1	0,060	5,000	0,581	0,302	1,190	10,000	1,124	1,772	2,895	0,965	0,886
Xylopia sericea A.St.-Hil.	1	1	0,057	5,000	0,581	0,285	1,123	10,000	1,124	1,704	2,828	0,943	0,852

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VC (%)	VI (%)
Aparisthmium cordatum (A.Juss.) Baill.	2	1	0,023	10,000	1,163	0,115	0,453	10,000	1,124	1,615	2,739	0,913	0,808
Miconia sellowiana Naudin	2	1	0,018	10,000	1,163	0,088	0,349	10,000	1,124	1,512	2,635	0,878	0,756
Lonchocarpus sp.01	2	1	0,017	10,000	1,163	0,087	0,343	10,000	1,124	1,506	2,629	0,876	0,753
Luehea grandiflora Mart.	2	1	0,016	10,000	1,163	0,079	0,313	10,000	1,124	1,476	2,599	0,866	0,738
Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.	1	1	0,042	5,000	0,581	0,211	0,832	10,000	1,124	1,413	2,537	0,846	0,706
Hyptidendron asperrimum (Spreng.) Harley	2	1	0,010	10,000	1,163	0,049	0,195	10,000	1,124	1,357	2,481	0,827	0,679
Clethra scabra Pers.	1	1	0,039	5,000	0,581	0,195	0,769	10,000	1,124	1,350	2,474	0,825	0,675
Pleroma granulosum (Desr.) D. Don	2	1	0,009	10,000	1,163	0,046	0,182	10,000	1,124	1,345	2,469	0,823	0,673
Vochysia tucanorum Mart.	2	2	0,007	10,000	1,163	0,034	0,133	20,000	2,247	1,296	3,543	1,181	0,648
Ocotea sp. 01	2	2	0,005	10,000	1,163	0,026	0,101	20,000	2,247	1,263	3,511	1,170	0,632
Swartzia flaemingii Raddi	1	1	0,029	5,000	0,581	0,145	0,570	10,000	1,124	1,152	2,275	0,758	0,576
Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld	1	1	0,029	5,000	0,581	0,143	0,565	10,000	1,124	1,146	2,270	0,757	0,573
Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. & Planch.	1	1	0,024	5,000	0,581	0,118	0,464	10,000	1,124	1,046	2,169	0,723	0,523
Pleroma estrellense (Raddi) P.J.F.Guim. & Michelang.	1	1	0,020	5,000	0,581	0,101	0,400	10,000	1,124	0,982	2,105	0,702	0,491
Eugenia expansa Spring ex Mart.	1	1	0,017	5,000	0,581	0,086	0,338	10,000	1,124	0,919	2,043	0,681	0,460
Ocotea pulchella (Nees & Mart.) Mez	1	1	0,016	5,000	0,581	0,079	0,312	10,000	1,124	0,893	2,017	0,672	0,447

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VC (%)	VI (%)
Protium spruceanum (Benth.) Engl.	1	1	0,012	5,000	0,581	0,059	0,231	10,000	1,124	0,813	1,936	0,645	0,406
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	1	1	0,011	5,000	0,581	0,057	0,223	10,000	1,124	0,804	1,928	0,643	0,402
Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.	1	1	0,010	5,000	0,581	0,049	0,194	10,000	1,124	0,776	1,899	0,633	0,388
Lauraceae sp. 01	1	1	0,009	5,000	0,581	0,043	0,171	10,000	1,124	0,753	1,876	0,625	0,376
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	1	1	0,009	5,000	0,581	0,043	0,171	10,000	1,124	0,752	1,876	0,625	0,376
Annona sylvatica A.St.-Hil.	1	1	0,008	5,000	0,581	0,042	0,167	10,000	1,124	0,748	1,872	0,624	0,374
Symplocos nitens (Pohl) Benth.	1	1	0,007	5,000	0,581	0,037	0,146	10,000	1,124	0,727	1,851	0,617	0,364
Annona dolabripetala Raddi	1	1	0,007	5,000	0,581	0,037	0,144	10,000	1,124	0,725	1,849	0,616	0,363
Pleroma candolleanum (Mart. ex DC.) Triana	1	1	0,007	5,000	0,581	0,035	0,139	10,000	1,124	0,721	1,844	0,615	0,360
Ocotea sp. 02	1	1	0,006	5,000	0,581	0,032	0,126	10,000	1,124	0,707	1,831	0,610	0,354
Cybistax antisyphilitica (Mart.) Mart.	1	1	0,005	5,000	0,581	0,027	0,108	10,000	1,124	0,689	1,813	0,604	0,345
Eremanthus glomerulatus Less.	1	1	0,005	5,000	0,581	0,025	0,098	10,000	1,124	0,679	1,803	0,601	0,340
Duguetia furfuracea (A.St.-Hil.) Saff.	1	1	0,005	5,000	0,581	0,023	0,090	10,000	1,124	0,672	1,795	0,598	0,336
Endlicheria paniculata (Spreng.) J.F.Macbr.	1	1	0,004	5,000	0,581	0,020	0,079	10,000	1,124	0,661	1,784	0,595	0,330
Cupania ludowigii Somner & Ferrucci	1	1	0,004	5,000	0,581	0,020	0,078	10,000	1,124	0,659	1,783	0,594	0,330

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VC (%)	VI (%)
Bathysa australis (A.St.-Hil.) K.Schum.	1	1	0,004	5,000	0,581	0,020	0,077	10,000	1,124	0,659	1,782	0,594	0,329
Cabralea canjerana (Vell.) Mart.	1	1	0,004	5,000	0,581	0,019	0,075	10,000	1,124	0,656	1,780	0,593	0,328
Myrcia sp. 03	1	1	0,003	5,000	0,581	0,017	0,068	10,000	1,124	0,649	1,773	0,591	0,325
Casearia arborea (Rich.) Urb.	1	1	0,003	5,000	0,581	0,017	0,067	10,000	1,124	0,648	1,772	0,591	0,324
Ilex affinis Gardner	1	1	0,003	5,000	0,581	0,015	0,061	10,000	1,124	0,642	1,766	0,589	0,321
Cupania vernalis Cambess.	1	1	0,003	5,000	0,581	0,014	0,057	10,000	1,124	0,638	1,762	0,587	0,319
Cupania oblongifolia Mart.	1	1	0,003	5,000	0,581	0,013	0,050	10,000	1,124	0,632	1,755	0,585	0,316
Astronium nelson-rosae Santin	1	1	0,002	5,000	0,581	0,011	0,043	10,000	1,124	0,624	1,748	0,583	0,312
Total Geral	**172**	**10**	**5,072**	**860,000**	**100,000**	**25,360**	**100,000**	**890,000**	**100,000**	**200,000**	**300,000**	**100,000**	**100,000**

Legenda: N = nº de indivíduos, P = Nº de parcelas em que a espécie foi observada, G = área basal (m²), DA= densidade absoluta, DR = Densidade relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, DoA =dominância absoluta, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura e VI = Valor de importância.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024

Diversidade

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') expressa a riqueza e uniformidade da comunidade estudada, dessa maneira, quanto maior for o valor de H' (nats/indivíduos), maior será a diversidade florística. O valor do Índice de Shannon encontrado para a área amostrada foi de 3,77 nats.ind-1, sendo considerado um valor coerente, quando comparado a outros estudos feitos em ambientes de Floresta Estacional Semidecidual.

Em estudo realizado em Poços de Caldas/MG, para o levantamento fitossociológico foi aplicado o método de quadrantes (Martins, 1991), com pontos locados a cada 10 m em linhas paralelas, distantes 20 m uns dos outros, distribuídos por toda a área de acordo com a declividade. No total foram amostrados 800 indivíduos, pertencentes a 40 famílias, 75 gêneros e 112 espécies. As famílias Myrtaceae, Lauraceae, Melastomataceae e Fabaceae destacaram-se pelo elevado número de espécies. O índice de diversidade de Shannon (H´) obtido foi igual a 3,93 nats/indivíduos, compatível com os valores estimados nas florestas de planalto, como o trabalho de Gibbs *et al*. (1979), realizado no município de Moji Guaçu (H'=3,16) no Estado de São Paulo. O valor obtido para a eqüabilidade (J´) foi de 0,83, indicando uma heterogeneidade florística relativamente alta para o componente arbóreo. (Vilela, 2007).

Comparando ao presente estudo em FES estágio médio é possível identificar uma diversidade coerente, tendo em vista a área total (2 ha) do estrato amostrado, em função das espécies levantadas.

Por sua vez, o Índice de Equabilidade de Pielou (J') possui valor máximo igual a 1 e representa a proporção da diversidade de espécies encontradas na amostragem em relação à diversidade máxima que a comunidade poderá atingir. Para a comunidade vegetal estudada o valor de J' foi de 0,90. Esse valor revela uma menor uniformidade na distribuição do número de indivíduos por espécies nesta vegetação, o que pode ser explicado pela elevada dominância das espécies

Estrutura Vertical

A estrutura vertical caracterizou-se predominantemente por fustes de altura entre 4 e 6 metros, que somam cerca de 28,62 % dos fustes, com uma média de altura das árvores de 8,03 m, como consta na **Figura 6.2-83**. Este resultado contribui para a classificação do estágio médio de sucessão ecológica, de acordo com a resolução CONAMA 392/2007, que estabelece a altura de um fragmento em estágio médio entre 5 e 12m.

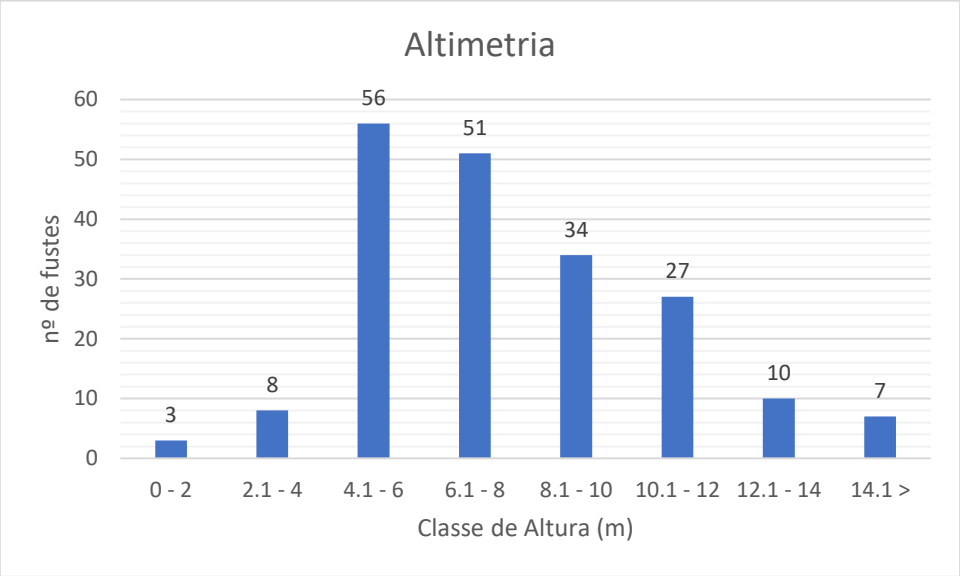


Figura 6.2-83 - Apresenta a distribuição Altimétrica na amostragem realizada em FES Médio presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Distribuição Diametrica

Os diâmetros dos fustes mensurados no inventário foram distribuídos em oito classes diamétricas com amplitude de 5 cm. A estrutura da vegetação, examinada a partir da distribuição de frequência de indivíduos por classe de diâmetro, apontou uma elevada concentração de indivíduos nas classes iniciais e uma redução no número de indivíduos nas classes de diâmetro superiores (**Figura 6.2-84**).

A primeira classe de diâmetro (5 a 10 cm), por exemplo, registrou 94 fustes (47,95%), e em contrapartida a última classe diamétrica (superiores a 30 cm) contabilizou apenas 15 fustes (7,65%). Nesse caso, o padrão de distribuição na forma gráfica de “J invertido”, (exponencial negativo) retrata o comportamento normal verificado em vegetações estáveis. Provavelmente essa comunidade não apresenta problemas de regeneração natural e possui capacidade de resiliência, caso não seja intensamente perturbada. O diâmetro médio dos indivíduos mensurados foi de 14,77 cm.

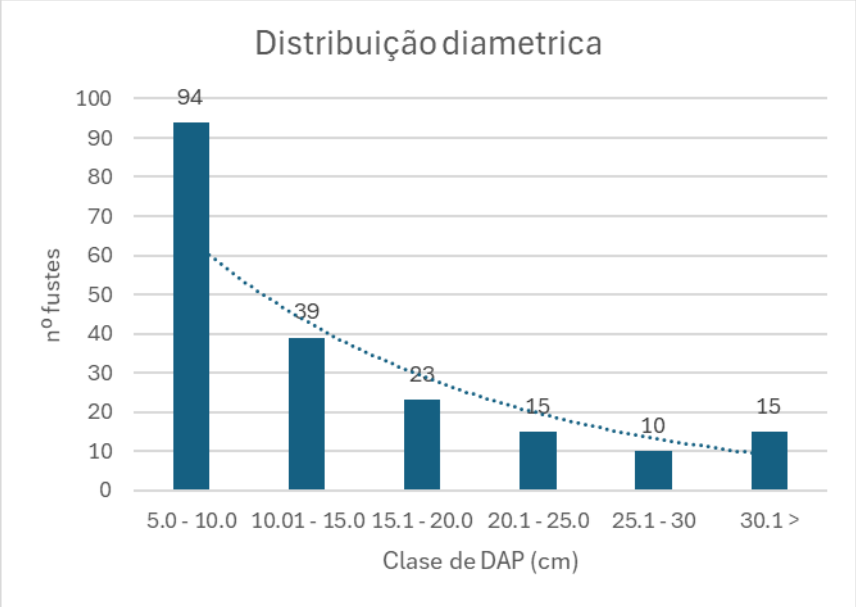


Figura 6.2-84 - Apresenta o número de fustes por espécie na amostragem realizada em FES Médio presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

6.2.1.7.1.12.3.Classificação do estágio sucessional – FES Médio

No fragmento classificado como estágio médio, foi possível observar o dossel contínuo e fechado (**Quadro 6.2-19**, **Figura 6.2-85** e **Figura 6.2-86**), com altura podendo chegar a 15 metros em alguns pontos o sub-bosque pode ser considerado presente e abundante, com dominância de espécies da família Poaceae e Cyperaceae. Além disso, apresentou abundância de trepadeiras e lianas lenhosas.

A vegetação de FES Médio na área em estudo apresenta baixa diversidade de espécies arbóreas e densidade de indivíduos principalmente pela área amostrada ser relativamente pequena, no caso, 0,2 hectares. O padrão de distribuição da diamétrica é dado pelo “J invertido”, que é a distribuição para formações arbóreas naturais, onde grande maioria da comunidade arbustiva e arbórea encontra-se com menor diâmetro e apenas poucos indivíduos com diâmetros elevados.

Segundo exposto na RESOLUÇÃO CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007 que define a vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais, as áreas em estudo podem ser classificadas em estágio médio de regeneração, sendo que o DAP médio obtido nas áreas foi de 10,16 cm, sendo definido como estágio médio entre 10 e 20 cm, assim como a média de altura é de 6,90 m devido às árvores emergentes e pioneiras de crescimento, o que reforça a proximidade desse parâmetro ao estágio médio. Outro fator que caracteriza o estágio médio são as áreas apresentarem em sua maioria a

presença de estratificação em dois estratos; presença de cipós herbáceos e serrapilheira média (**Quadro 6.2-19**).

Para a classificação do estágio sucessional da Floresta Estacional Semidecidual existente na área das Atividades Preliminares da Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem B5., foi utilizada a Resolução CONAMA n° 392/2007 a qual estabelece as definições e os parâmetros para a análise de sucessão ecológica em vegetação primária e secundária do bioma Mata Atlântica, nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração natural. Assim, o quadro seguinte apresenta as características das áreas confrontadas com os critérios da Resolução CONAMA n° 392/07. A área das Atividades Preliminares da Descaracterização do Dique Auxiliar da Barragem B5 possui dossel fechado com dois estratos bem definidos, árvores de grande porte regeneração no sub-bosque e cipós apenas lenhosos características típicas de estágio médio**.**



Figura 6.2-85 - Registro de dossel em fragmento classificado como estágio médio na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-86 - Vista externa de fragmento em estágio médio, na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.

Quadro 6.2-19 - Tabela adaptada para identificação de estágio sucessional da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, de acordo com a Resolução CONAMA N°392/2007- Art. 2º.

Floresta Estacional Semidecidual - FES Médio- B6, B7B e Grotas 2 e 3.			
Parâmetro	**Inicial**	**Médio**	**Avançado**
Fisionomia	Arbóreo/arbustiva e cipós	Predominância de espécies arbóreas	Florestal
Estratificação	Ausente	Incipiente - formação de dossel e sub-bosque	Definida - - dossel, sub-dossel e sub-bosque
Altura do Dossel	Até 5 m	5 - 12 m	Acima 12 m com árvores emergentes
Distribuição diamétrica	Baixa amplitude	Moderada amplitude	Grande amplitude
DAP médio	Até 10 cm	Entre 10 cm e 20 cm	DAP médio > 18 cm

Floresta Estacional Semidecidual - FES Médio- B6, B7B e Grotas 2 e 3.			
Parâmetro	**Inicial**	**Médio**	**Avançado**
Dominância de espécies indicadoras	Baixa dominância de espécies indicadoras	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas em relação ao estágio médio
Epífitas	Líquens, briófitas e pteridófitas com baixa diversidade	Maior riqueza e abundância de epífitas	Abundantes
Serapilheira	Camada fina, pouco decomposta	Presente, variando conforme a estação do ano e localização	Presente, variando conforme a localização
Trepadeiras	Quando presentes, são geralmente herbáceas	Abundantes, herbáceas ou lenhosas	Menor densidade em relação ao estágio médio e geralmente lenhosas
Sub-bosque	Ausente	Presente	Sub-bosque geralmente menos expressivo do que em estágio médio
Diversidade	Espécies pioneiras abundantes	Diversidade biológica significativa	Grande diversidade biológica
Espécies Indicadoras*	1*	1* com redução de arbustos	2*

6.2.1.7.1.12.4.Composição Florística – FES Médio Corte Seletivo (Censo)

A Área de FES Médio (Corte Seletivo) foi estabelecida através da área total de projeção das copas de árvores alvo de supressão localizadas na estrada de acesso ao Dique Auxiliar da barragem B5, onde será realizado o corte seletivo de 33 indivíduos arbóreos. A categoria de uso de solo caracteriza-se por apresentar semelhança com a fitofisionomia FES – Médio, porém apresenta sinais de antropização, com alta presença de indivíduos mortos e ausência de lianas e epífitas. Além disso, não haverá supressão do fragmento florestal neste trecho, mas sim corte pontual de árvores com risco de queda.

No levantamento florístico do censo florestal realizado na estrada de acesso para a Dique Auxiliar da barragem B5, tipologia denominada de FES – Médio (Corte Seletivo) (0,06 ha), foram registradas 5 morfoespécies, 5 gêneros e 4 famílias botânicas. Dentre as 5 morfoespécies, 5 são nativas do Brasil (**Quadro 6.2-20).** Em relação ao grupo ecológico, destaca-se que todas as 5 espécies identificadas no levantamento são classificadas como pioneiras.

Quadro 6.2-20 - Lista de espécies de indivíduos isolados levantados em FES Médio- Corte Seletivo, na Área Diretamente Afetada (ADA)

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.	grão-de-galo	Cannabaceae		X	-
Croton urucurana Baill.	sangra-d'água	Euphorbiaceae		X	-
Anadenanthera peregrina (L.) Speg.	angico	Fabaceae		X	-
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré	Fabaceae		X	-
Cecropia sp.	embaúba	Urticaceae		X	-

As árvores mortas foram as mais abundantes no ambiente com 14 indivíduos representando cerca de 42,42% dos indivíduos, o que corrobora com o entendimento de que a área é perturbada e, tendo em vista que as demais espécies são consideradas pioneiras. A espécie mais abundante no ambiente foi *Cecropia* sp. Com 12 indivíduos representando cerca de 36,36% dos indivíduos mensurados (**Figura 6.2-87)**.

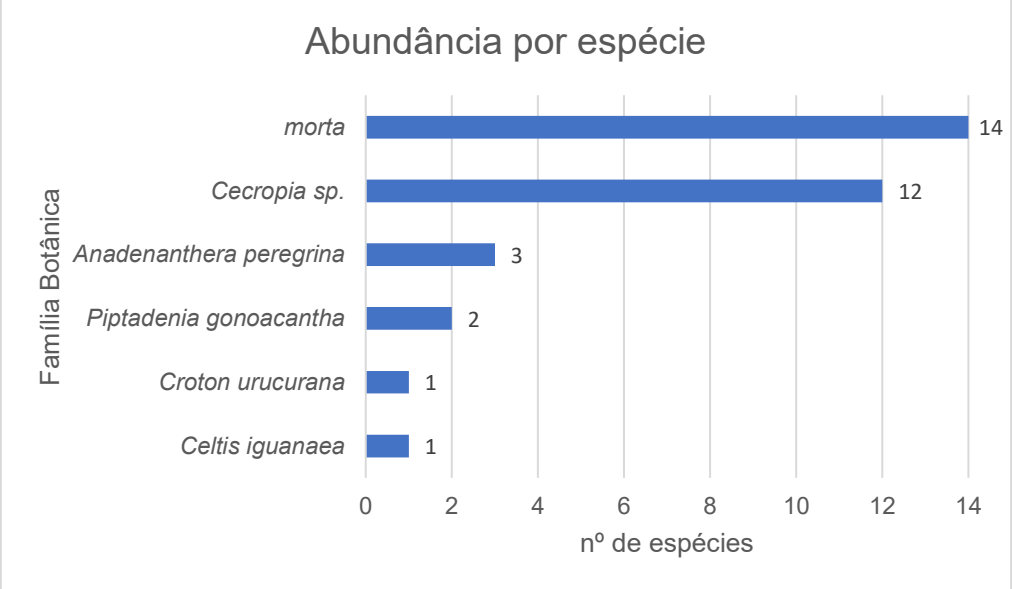


Figura 6.2-87 - Abundância dos indivíduos levantados em FES (Corte seletivo), na Área Diretamente Afetada (ADA)

6.2.1.7.1.12.5.Fitossociologia – FES Médio (Corte Seletivo)

No censo florestal realizado na tipologia FES – Médio Antropizado (0,06 ha), foram mensurados 35 fustes em 33 indivíduos mensurados, dos quais, 14 (35,13%) estavam mortos em pé. A densidade da vegetação foi estimada em 550 indivíduos/ha e a cobertura estimada em 15,801 m²/ha (área basal/ha).

Estrutura Horizontal

Além das árvores mortas, a espécie com maior valor de importância foi *Cecropia* sp. A espécie representa 26,13% do Valor de Importância (VI), seguida de *Anadenanthera peregrina* (20,21%), *Piptadenia gonacantha* (10,76%), *Croton urucurana* (7,13%) e *Celtis iguanea* (6,79%). Na **Figura 6.2-88** e no **Quadro 6.2-21** são apresentados os resultados da análise da estrutura horizontal para a comunidade arbórea amostrada.

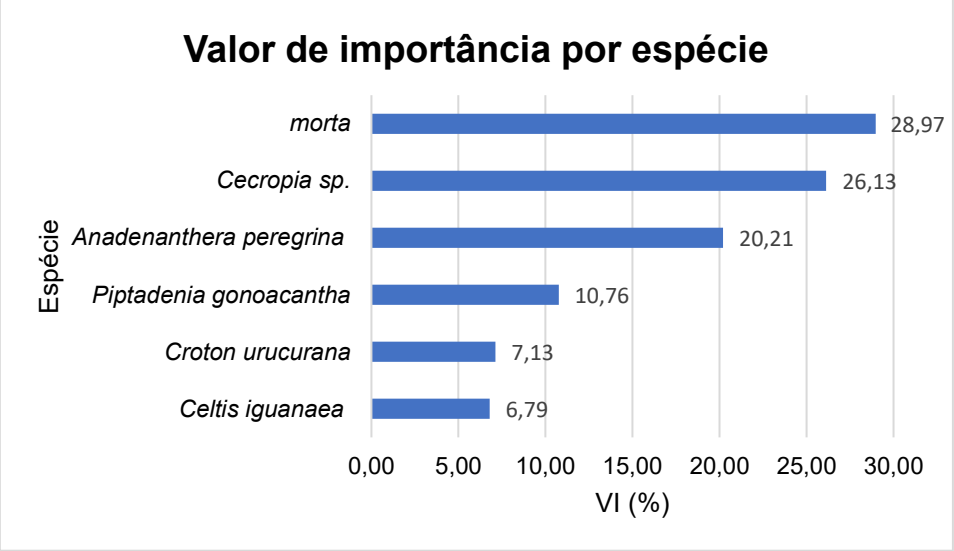


Figura 6.2-88 - Valores de IVI levantados em FES – Médio Antropizado, na Área Diretamente Afetada (ADA)

Quadro 6.2-21 - Parâmetros e índices fitossociológicos das espécies encontradas na área de FES Médio - Corte Seletivo.

Táxon	NI	G (m²/ha)	DA	DR	Do	DoR	VC	VI	VC (%)	VI (%)
morta	14	0,264	233,333	42,424	4,398	27,832	70,256	86,923	35,128	28,974
Cecropia sp.	12	0,241	200,000	36,364	4,009	25,369	61,733	78,400	30,866	26,133
Anadenanthera peregrina (L.) Speg.	3	0,331	50,000	9,091	5,508	34,861	43,951	60,618	21,976	20,206
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.	2	0,091	33,333	6,061	1,510	9,557	15,617	32,284	7,809	10,761
Croton urucurana Baill.	1	0,016	16,667	3,030	0,269	1,700	4,730	21,397	2,365	7,132
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.	1	0,006	16,667	3,030	0,108	0,682	3,712	20,379	1,856	6,793
Total Geral	**33**	**0,948**	**550,000**	**100,000**	**15,801**	**100,000**	**200,000**	**300,000**	**100,000**	**100,000**

Diversidade

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') expressa a riqueza e uniformidade da comunidade estudada, dessa maneira, quanto maior for o valor de H' (nats/indivíduos), maior será a diversidade florística. O valor do Índice de Shannon encontrado para a área amostrada foi de 1,331 nats.ind-1, sendo considerado um valor baixo, quando comparado a outros estudos feitos em ambientes.

Em estudo realizado em Poços de Caldas/MG, para o levantamento fitossociológico foi aplicado o método de quadrantes (Martins, 1991), com pontos locados a cada 10 m em linhas paralelas, distantes 20 m uns dos outros, distribuídos por toda a área de acordo com a declividade. No total foram amostrados 800 indivíduos, pertencentes a 40 famílias, 75 gêneros e 112 espécies. As famílias Myrtaceae, Lauraceae, Melastomataceae e Fabaceae destacaram-se pelo elevado número de espécies. O índice de diversidade de Shannon (H´) obtido foi igual a 3,93 nats/indivíduos, compatível com os valores estimados nas florestas de planalto, como o trabalho de Gibbs et al. (1979), realizado no município de Moji Guaçu (H'=3,16) no Estado de São Paulo. O valor obtido para a eqüabilidade (J´) foi de 0,83, indicando uma heterogeneidade florística relativamente alta para o componente arbóreo. (Vilela, 2007). de Floresta Estacional Semidecidual.

O valor de Shannon do estrato FES Médio - Corte Seletivo também é considerado baixo quando comparado ao valor apresentado para FES Médio neste mesmo documento (H'=3,77).

Portanto, comparando a presente análise em FES estágio médio corte seletivo é possível identificar uma diversidade baixa, tendo em vista a área total (0,06 ha) do estrato amostrado, em função das espécies levantadas.

Por sua vez, o Índice de Equabilidade de Pielou (J') possui valor máximo igual a 1 e representa a proporção da diversidade de espécies encontradas na amostragem em relação à diversidade máxima que a comunidade poderá atingir. Para a comunidade vegetal estudada o valor de J' foi de 0,82. Esse valor revela uma maior uniformidade na distribuição do número de indivíduos por espécies nesta vegetação, o que pode ser explicado pela elevada dominância das espécies

Estrutura Vertical

A estrutura vertical caracterizou-se predominantemente por indivíduos de altura entre 6 e 8 metros (**Figura 6.2-89**) que somam cerca dos 51,42% dos indivíduos, com uma média de altura das árvores de 6,5 m.

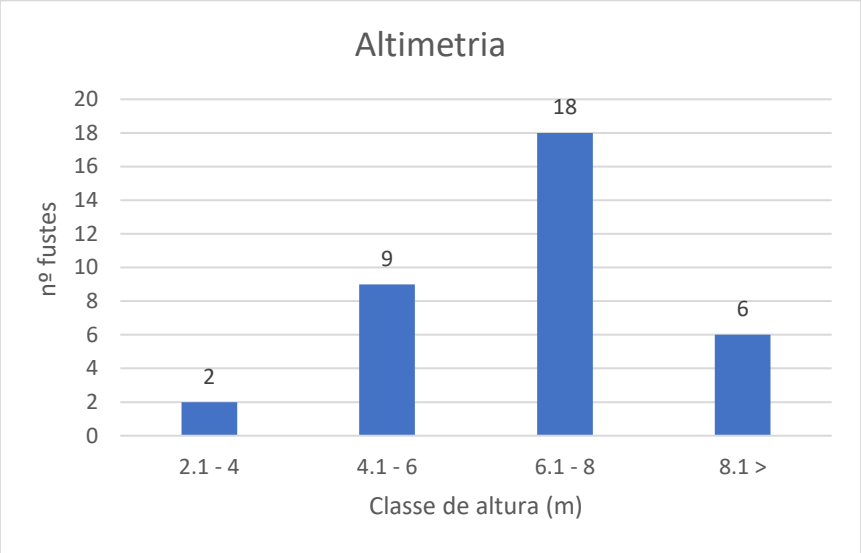


Figura 6.2-89 - Distribuição Altimétrica dos indivíduos levantados em FES- Médio Corte Seletivo, na Área Diretamente Afetada (ADA)

Distribuição diamétrica

Os diâmetros dos fustes mensurados no inventário foram distribuídos em sete classes diamétricas com amplitude de 5 cm. A estrutura da vegetação, examinada a partir da distribuição de frequência de indivíduos por classe de diâmetro, apontou uma elevada concentração de indivíduos nas classes iniciais e uma redução no número de indivíduos nas classes de diâmetro superiores (**Figura 6.2-90**). A segunda classe de diâmetro (10 a 15 cm), por exemplo, registrou 16 fustes (45,71%), e em contrapartida as duas últimas classes diamétricas (superiores a 20 cm) contabilizaram apenas 7 fustes (20%). Nesse caso, o padrão de distribuição na forma gráfica de “J invertido”, (exponencial negativo) retrata o comportamento normal verificado em vegetações em regeneração natural. Provavelmente essa comunidade não apresenta problemas de regeneração natural e possui capacidade de resiliência, caso não seja intensamente perturbada. O diâmetro médio dos indivíduos mensurados foi de 16,92 cm.

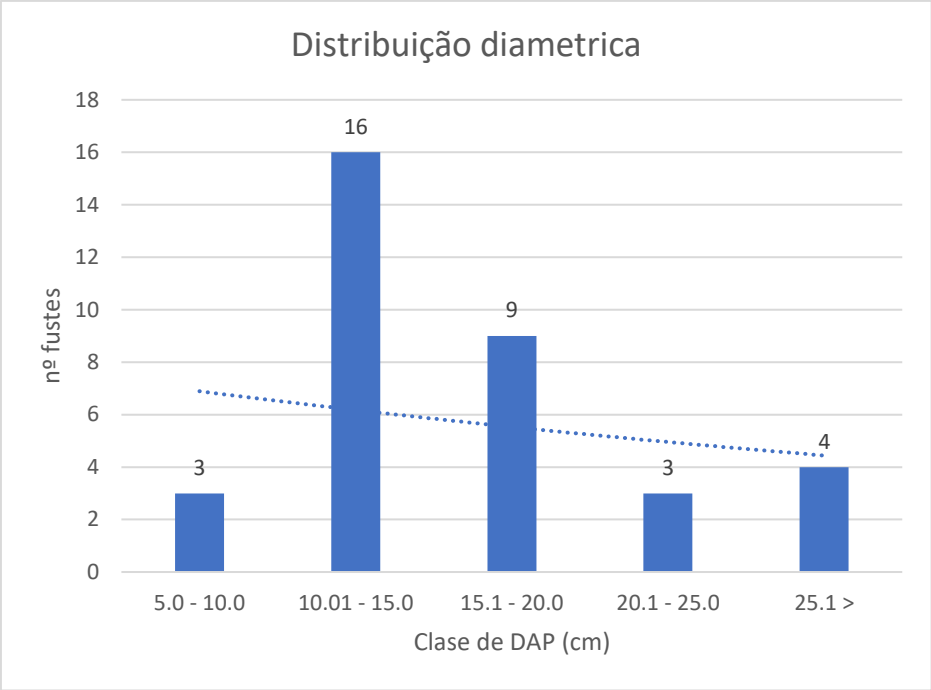


Figura 6.2-90 - Distribuição diamétrica dos indivíduos levantados em FES – Corte Seletivo, na Área Diretamente Afetada (ADA)

6.2.1.7.1.12.6. Classificação do estágio sucessional FES Médio – Corte Seletivo

Segundo exposto na RESOLUÇÃO CONAMA nº 392, de 25 de junho de 2007 que define a vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais, as áreas em estudo podem ser classificadas em estágio médio de regeneração, sendo que o DAP médio obtido nas áreas foi de 16,92 cm, sendo definido como estágio médio entre 10 e 20 cm, assim como a média de altura é de 6,5 m devido às árvores emergentes e pioneiras de crescimento, o que reforça a proximidade desse parâmetro ao estágio médio. Outro fator que caracteriza o estágio médio são as áreas apresentarem em sua maioria a presença de estratificação em dois estratos; presença de cipós herbáceos e serrapilheira média (**Quadro 6.2-22**, **Figura 6.2-91** e **Figura 6.2-92**).



Figura 6.2-91 - Registro de dossel em fragmento classificado como estágio médio na AIA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-92 - Vista externa de fragmento em estágio médio, na AIA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.

Quadro 6.2-22 - Tabela adaptada para identificação de estágio sucessional da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, de acordo com a Resolução CONAMA N°392/2007- Art. 2º.

Floresta Estacional Semidecidual - FES Médio – Corte Seletivo - B6, B7B e Grotas 2 e 3.			
Parâmetro	**Inicial**	**Médio**	**Avançado**
Fisionomia	Arbóreo/arbustiva e cipós	Predominância de espécies arbóreas	Florestal
Estratificação	Ausente	Incipiente - formação de dossel e sub-bosque	Definida - - dossel, sub-dossel e sub-bosque
Altura do Dossel	Até 5 m	5 - 12 m	Acima 12 m com árvores emergentes
Distribuição diamétrica	Baixa amplitude	Moderada amplitude	Grande amplitude
DAP médio	Até 10 cm	Entre 10 cm e 20 cm	DAP médio > 18 cm
Dominância de espécies indicadoras	Baixa dominância de espécies indicadoras	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas em relação ao estágio médio
Epífitas	Líquens, briófitas e pteridófitas com baixa diversidade	Maior riqueza e abundância de epífitas	Abundantes
Serapilheira	Camada fina, pouco decomposta	Presente, variando conforme a estação do ano e localização	Presente, variando conforme a localização
Trepadeiras	Quando presentes, são geralmente herbáceas	Abundantes, herbáceas ou lenhosas	Menor densidade em relação ao estágio médio e geralmente lenhosas
Sub-bosque	Ausente	Presente	Sub-bosque geralmente menos expressivo do que em estágio médio
Diversidade	Espécies pioneiras abundantes	Diversidade biológica significativa	Grande diversidade biológica
Espécies Indicadoras*	1*	1* com redução de arbustos	2*

6.2.1.7.1.13. Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Avançado de Regeneração

Os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em estágio Avançado de regeneração estão localizados somente próximos as barragens B6 e B7A e das Grotas 2 e 3. As áreas destinadas para as obras no Dique Auxiliar B5 e barragem B8 não possuem FES em estágio avançado de regeneração (**Figura 6.2-93**). Para as análises fitossociológicas e florísticas deste estudo em área de Floresta Estacional Semidecidual Estágio Avançado nas barragens B6 e B7A foram alocadas 21 parcelas.



Figura 6.2-93 - Fragmento de Floresta Estacional em estágio Avançado de regeneração identificados na ADA.

Fonte da imagem: Google Earth

6.2.1.7.1.13.1. Composição Florística – FES Avançado

O levantamento florístico do estrato arbóreo no estágio avançado registrou, em todas as 21 unidades amostrais, um total de 177 morfoespécies distribuídas por 94 gêneros e 47 famílias botânicas (**Quadro 6.2-23**). Das espécies encontradas, 130 tiveram determinação botânica ao nível de espécie, 25 ao nível de gênero, 13 a nível de família e 9 indeterminadas. As espécies arbóreas registradas neste estudo podem ser observadas abaixo. A diversidade

vegetal de espécies arbóreas encontrada no presente estudo é coerente comparada a outros estudos em Floresta Estacional Semidecidual no estado de Minas Gerais.

Em estudo fitossociológico realizado no município de Nova Lima, Região metropolitana de Belo Horizonte, em área de Floresta Semidecidual, foram instaladas 44 parcelas de 100 m² (20 × 5 m) (Werneck *et al*, 2010). Nas amostragens realizadas no Vale dos Cristais, foram identificadas 203 espécies, pertencentes a 120 gêneros, representando 50 famílias, sendo seis táxons identificados somente em gênero e seis apenas em família. Desse total, 163 espécies foram registradas nas parcelas e 40 espécies no levantamento florístico. As famílias mais representativas em espécies foram Fabaceae (35), Myrtaceae (33 espécies), Lauraceae (12), Rubiaceae (9), Annonaceae (7), Bignoniaceae (6), Meliaceae (6) e Salicaceae (6). O levantamento ainda se mostrou coerente em comparação a outros estudos, indicando que as famílias Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Melastomataceae e Euphorbiaceae são a mais dominantes no bioma Mata Atlântica e Cerrado (M. S. Werneck *et al*, 2010).

Assim como no estudo realizado por Werneck, o presente estudo apresentou um maior vínculo com o bioma Mata Atlântica, porém, com uma maior frequência em outras famílias representativas na floresta estudada, como Lauraceae, Moraceae e Annonaceae, que também são típicas das florestas semidecíduas e ombrófilas do domínio da Mata Atlântica (Oliveira-Filho & Fontes 2000).

O inventário florestal apresentou ainda a família Myrtaceae dentre famílias as de maior domínio, família esta, que segundo Peixoto & Gentry (1990), assume uma grande importância ecológica nas florestas ombrófilas da costa atlântica do Brasil, onde é encontrada com grande riqueza de espécies e abundância.

Cabe ainda ressaltar que no presente estudo, mais especificamente nas florestas semidecíduas altimontanas e montanas de relevo muito declivoso, foi comum a ocorrência de muitos dos gêneros citados por Webster (1985) como típicos de florestas de altitudes, como *Drymis, Podocarpus, Clethra, Ilex, Myrsine* e *Roupala*, o que evidencia o laço florístico entre as duas fisionomias. Além do mais, a grande diversidade de Lauraceae, Rubiaceae e Melastomataceae registrada na área estudada demonstra laços florísticos com as florestas ombrófilas e semidecíduas altimontanas presentes no domínio da Mata Atlântica (Veloso et al. 1991).

Quadro 6.2-23 - Lista de espécies levantadas na amostragem realizada em FES Avançado na Área Diretamente Afetada (ADA).

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Astronium nelson-rosae Santin	gonçalo-alves	Anacardiaceae		x	-
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	aroeira-branca	Anacardiaceae		x	-
Schinus terebinthifolia Raddi	aroeira-vermelha	Anacardiaceae		x	-
Tapirira guianensis Aubl.	pau-pombo	Anacardiaceae		x	-
Annona dolabripetala Raddi	araticum-cagão	Annonaceae		x	-
Annona sp.	araticum	Annonaceae		x	-
Guatteria australis A.St.-Hil.	araticum	Annonaceae		x	-
Guatteria sellowiana Schltdl.	envira-rosa	Annonaceae		x	-
Guatteria villosissima A.St.-Hil.	pindaída-peluda	Annonaceae		x	-
Xylopia brasiliensis Spreng.	pindaíba	Annonaceae	x		VU
Xylopia emarginata Mart.	pindaiba-branca	Annonaceae		x	-
Xylopia sericea A.St.-Hil.	pimenta-de-mico	Annonaceae		x	-
Aspidosperma olivaceum Müll.Arg.	peroba-amarela	Apocynaceae		x	-
Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.	peroba-rosa	Apocynaceae	x		-
Aspidosperma ramiflorum Müll.Arg.	peroba	Apocynaceae		x	-
Aspidosperma sp.	perobinha	Apocynaceae		x	-
Himatanthus obovatus (Müll. Arg.) Woodson	sucuuba	Apocynaceae		x	-
Ilex affinis Gardner	congonha	Aquifoliaceae		x	-
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	araucaria	Araucariaceae	x	x	EN

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. & Planch.	morototó	Araliaceae		x	-
Geonoma schottiana Mart.	guaricanga	Arecaceae		x	-
Piptocarpha rotundifolia (Less.) Baker	candeia-da-mata	Asteraceae		x	-
Vernonanthura divaricata (Spreng.) H.Rob.	assa-peixe-grande	Asteraceae		x	-
Handroanthus sp.1	ipê-rosa	Bignoniaceae		x	-
Protium brasiliense (Spreng.) Engl.	amescla	Burseraceae		x	-
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	breu	Burseraceae		x	-
Protium spruceanum (Benth.) Engl.	breu	Burseraceae		x	-
Calophyllum brasiliense Cambess.	guanandi	Calophyllaceae		x	-
Monteverdia evonymoides (Reissek) Biral	papagaio	Celastraceae		x	-
Monteverdia gonoclada (Mart.) Biral	papagaio-vermelho	Celastraceae		x	-
Salacia elliptica (Mart.) G. Don	siputá	Celastraceae		x	-
Hedyosmum brasiliense Mart. ex Miq.	cidreira	Chloranthaceae		x	-
Cordia sellowiana Cham.	louro-pardo	Cordiaceae		x	-
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo	Cordiaceae		x	-
Alsophila setosa Kaulf.	samambaiaçu	Cyatheaceae		x	-
Cyathea sp.	xaxim-de-espinho	Cyatheaceae		x	-
Cyathea villosa Willd.	xaxim	Cyatheaceae		x	-
Erythroxylum sp.	arco-de-pipa	Erythroxylaceae		x	-
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	tapiá	Euphorbiaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Aparisthmium cordatum (A.Juss.) Baill.	tapiá-branco	Euphorbiaceae		x	-
Croton urucurana Baill.	sangra-d´água	Euphorbiaceae		x	-
Maprounea guianensis Aubl.	canjiquinha	Euphorbiaceae		x	-
Abarema jupunba (Willd.) Britton & Killip	ingarana	Fabaceae		x	-
Anadenanthera peregrina (L.) Speg.	angico-do-cerrado	Fabaceae		x	-
Andira fraxinifolia Benth.	angelim	Fabaceae		x	-
Bauhinia rufa (Bong.) Steud.	pata-de-vaca	Fabaceae		x	-
Bowdichia virgilioides Kunth	sucupira-preta	Fabaceae		x	-
Cassia ferruginea (Schrad.) Schrad. ex DC.	cassia-amarela	Fabaceae		x	-
cf. Myrocarpus frondosus Allemão	balsámo-cabreúva	Fabaceae		x	-
Copaifera langsdorffii Desf.	copaíba	Fabaceae		x	-
Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-da-bahia	Fabaceae	x		VU
Fabaceae 1	angelim-de-sangue	Fabaceae		x	-
Fabaceae 2	favinha	Fabaceae		x	-
Hymenolobium janeirense Kuhlm.	angelim-falso	Fabaceae		x	-
Inga edulis Mart.	inga-de-metro	Fabaceae		x	-
Machaerium acutifolium Vogel	jacaranda-paulista	Fabaceae		x	-
Machaerium brasiliense Vogel	sapuuva-vermelha	Fabaceae		x	-
Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.	sapuuvinha	Fabaceae		x	-
Machaerium opacum Vogel	jacarandá-caviuna	Fabaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Machaerium stipitatum Vogel	sapuuva	Fabaceae		x	-
Machaerium villosum Vogel	jacarandá-do-campo	Fabaceae	x		-
Melanoxylon brauna Schott	braúna	Fabaceae	x		VU
Platypodium elegans Vogel	canzil	Fabaceae		x	-
Senna multijuga (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	fedegoso	Fabaceae		x	-
Senna pendula (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	pau-cigarra	Fabaceae		x	-
Swartzia flaemingii Raddi	pacová-de-macaco	Fabaceae		x	-
Swartzia pilulifera Benth.	gombeira	Fabaceae		x	-
Tachigali rugosa (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly	carvoeiro	Fabaceae		x	-
Vismia micrantha A.St.-Hil.	aruão	Hypericaceae		x	-
Indeterminada 1	Indeterminada	Indeterminada		x	-
Indeterminada 13		Indeterminada		x	-
Indeterminada 14		Indeterminada		x	-
Indeterminada 2	roxinho	Indeterminada		x	-
Indeterminada 3	biriba	Indeterminada		x	-
Indeterminada 4	falsa-guapeba	Indeterminada		x	-
Indeterminada 6		Indeterminada		x	-
Indeterminada 7		Indeterminada		x	-
Indeterminada 9		Indeterminada		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Hyptidendron asperrimum (Spreng.) Harley	lixeira	Lamiaceae		x	-
Vitex polygama Cham.	tarumã	Lamiaceae		x	-
Aiouea albopunctata Brotto	canela-laranja	Lauraceae		x	-
Endlicheria paniculata (Spreng.) J.F.Macbr.	canela-peluda	Lauraceae		x	-
Lauraceae sp.02	sassafras	Lauraceae		x	-
Lauraceae sp.03	canela-preta	Lauraceae		x	-
Lauraceae sp.04	itaúba	Lauraceae		x	-
Nectandra lanceolata Nees	canela-lança	Lauraceae		x	-
Nectandra oppositifolia Nees & Mart.	canelão	Lauraceae		x	-
Nectandra sp.	canelinha	Lauraceae		x	-
Ocotea corymbosa (Meisn.) Mez	sassafras	Lauraceae		x	-
Ocotea pulchella (Nees & Mart.) Mez	canela-ferrugem	Lauraceae		x	-
Ocotea sp.		Lauraceae		x	-
Ocotea sp. 01		Lauraceae		x	-
Ocotea sp. 02	canela	Lauraceae		x	-
Luehea grandiflora Mart.	açoita-cavalo	Malvaceae		x	-
Pseudobombax grandiflorum (Cav.) A.Robyns	embiruçu	Malvaceae		x	-
Pseudobombax majus (A.Robyns) Carv.-Sobr.	embiruçurana	Malvaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Miconia affinis DC.	pixirica	Melastomataceae		x	-
Miconia brunnea DC.	goiaba-de-anta	Melastomataceae		x	-
Miconia cinerascens Miq.	canela-de-velho	Melastomataceae		x	-
Miconia cinnamomifolia (DC.) Naudin	jacatirão	Melastomataceae		x	-
Miconia cubatanensis Hoehne	pixirica-dourada	Melastomataceae		x	-
Miconia sp.	pixirico	Melastomataceae		x	-
Pleroma candolleanum (Mart. ex DC.) Triana	manacá	Melastomataceae		x	-
Trichilia emarginata (Turcz.) C.DC.	catiguá-vermelho	Meliaceae		x	-
Trichilia hirta L.	catiguá-branco	Meliaceae		x	-
Ficus microcarpa L.f.	figueira-miúda	Moraceae		x	-
Ficus sp. 02	figueira-amarela	Moraceae		x	-
Ficus sp.1	figueira-branca	Moraceae		x	-
Moraceae 1	seringaí	Moraceae		x	-
Moraceae 2	figueira-vermelha	Moraceae		x	-
Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.	falsa-espinheira	Moraceae		x	-
Virola bicuhyba (Schott ex Spreng.) Warb.	bicuíba	Myristicaceae		x	-
Campomanesia rufa (O.Berg) Nied.	guabiroba	Myrtaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Eugenia sonderiana O.Berg		Myrtaceae		x	-
Eugenia sp. 05	pitangola	Myrtaceae		x	-
Eugenia sp.02	piun-amarela	Myrtaceae		x	-
Eugenia sp.03	eugenia 1	Myrtaceae		x	-
Eugenia sp.04	cambuí	Myrtaceae		x	-
Myrcia amazonica DC.	ingabaú	Myrtaceae		x	-
Myrcia hebepetala DC.	cambucá-amarelo	Myrtaceae		x	-
Myrcia mutabilis (O.Berg) N.Silveira	tinge-lingua	Myrtaceae		x	-
Myrcia neoclusiifolia A.R.Lourenço & E.Lucas	cambuí-folhão	Myrtaceae		x	-
Myrcia neolucida A.R.Lourenço & E.Lucas	guamirim-ferro	Myrtaceae		x	-
Myrcia sp.	falsa-guabiroba	Myrtaceae		x	-
Myrcia sp. 03	araçatuba	Myrtaceae		x	-
Myrcia sp.02	araça-cascudo	Myrtaceae		x	-
Myrcia splendens (Sw.) DC.	guamirim	Myrtaceae		x	-
Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.	goiabinha-da-mata	Myrtaceae		x	-
Myrcia venulosa DC.	piuninha	Myrtaceae		x	-
Myrciaria cf. guaquiea (Kiaersk.) Mattos & D.Legrand	guaquica	Myrtaceae		x	-
Myrciaria floribunda (H.West ex Willd.) O.Berg.	jabuticabinha	Myrtaceae		x	-
Myrtaceae 1	cambuí-sete-cascas	Myrtaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Myrtaceae 2		Myrtaceae		x	-
Myrtaceae 4	-	Myrtaceae		x	-
Psidium sp.01	araça-miúdo	Myrtaceae		x	-
Syzygium jambos (L.) Alston	jambo-branco	Myrtaceae		x	-
Neea oppositifolia Ruiz & Pav.	maria-mole	Nyctaginaceae		x	-
Hieronyma alchorneoides Allemão	licurana	Phyllanthaceae		x	-
Piper cernuum Vell.	jaborandi-folha-larga	Piperaceae		x	-
Piper sp.		Piperaceae		x	-
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoquinha	Primulaceae		x	-
Myrsine umbellata Mart.	capororoca	Primulaceae		x	-
Prunus myrtifolia (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	Rosaceae		x	-
Amaioua guianensis Aubl.	canela-de-veado	Rubiaceae		x	-
Coussarea sp.1	macucu-folhão	Rubiaceae		x	-
Faramea hyacinthina Mart.	cordiçeira-da-mata	Rubiaceae		x	-
Ixora brevifolia Benth.	cafenara-da-mata	Rubiaceae		x	-
Ladenbergia cujabensis Klotzsch	quina-do-rio	Rubiaceae		x	-
Palicourea pleiocephala (Müll. Arg.) C.M. Taylor	cafezinho	Rubiaceae		x	-
Palicourea sessilis (Vell.) C.M.Taylor	café-do-mato	Rubiaceae		x	-
Palicourea sp.	bate-caixa	Rubiaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Psychotria carthagenensis Jacq.	psychotria	Rubiaceae		x	-
Psychotria pedunculosa Rich.	jarana	Rubiaceae		x	-
Rubiaceae 1	falsa-negamina	Rubiaceae		x	-
Metrodorea stipularis Mart.	guarantam	Rutaceae		x	-
Meliosma sellowii Urb.	pau-fernandes	Sabiaceae		x	-
Casearia arborea (Rich.) Urb.	guaçatonga-miúda	Salicaceae		x	-
Casearia decandra Jacq.	lagarto-miúdo	Salicaceae		x	-
Casearia sylvestris Sw.	pau-lagarto	Salicaceae		x	-
Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	vacum	Sapindaceae		x	-
Cupania ludowigii Somner & Ferrucci	camboatá-miudo	Sapindaceae		x	-
Cupania oblongifolia Mart.	camboatá	Sapindaceae		x	-
Matayba guianensis Aubl.	miguel-pintado	Sapindaceae		x	-
Chrysophyllum sp.	guapeba	Sapotaceae		x	-
Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk.	abiu	Sapotaceae		x	-
Cestrum sp.	fumo-bravo	Solanaceae		x	-
Solanaceae 1	tomatão	Solanaceae		x	-
Solanaceae 2	quina-branca	Solanaceae		x	-
Styrax camporum Pohl	Laranjinha-do-mato	Styracaceae		x	-
Symplocos nitens (Pohl) Benth.	congonha-miúda	Symplocaceae		x	-
Symplocos pubescens Klotzsch ex Benth.	cinzeiro	Symplocaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Laplacea fruticosa (Schrad.) Kobuski	pau-de-santa-rita	Theaceae		x	-
Cecropia glaziovii Snethl.	embaúba-vermelha	Urticaceae		x	-
Cecropia hololeuca Miq.	embaúba--prateada	Urticaceae		x	-
Qualea gestasiana A.St.-Hil.	tucaneiro	Vochysiaceae		x	-
Vochysia schwackeana Warm.	canela-santa	Vochysiaceae		x	-
Vochysia tucanorum Mart.	tucaneira-verdadeira	Vochysiaceae		x	-
Drimys angustifolia Miers	casca-danta	Winteraceae		x	-

Legenda: categorias de espécies ameaçadas – VU = vulnerável; LC = menos preocupante; NT = Quase ameaçada; EN = Em perigo.

6.2.1.7.1.13.2.Fitossociologia – FES Avançado

A análise da composição florística indicou que as famílias botânicas de maior riqueza (**Figura 6.2-94**) no extrato arbóreo no inventário florestal foram Fabaceae (26 espécies); Myrtaceae (24 espécies), Lauraceae (13 epécies), Rubiaceae (11 espécies), Annonaceae (8 espécies). As quatro famílias com maior riqueza juntas somam 74 espécies, representando 41,80% das espécies encontradas no levantamento.

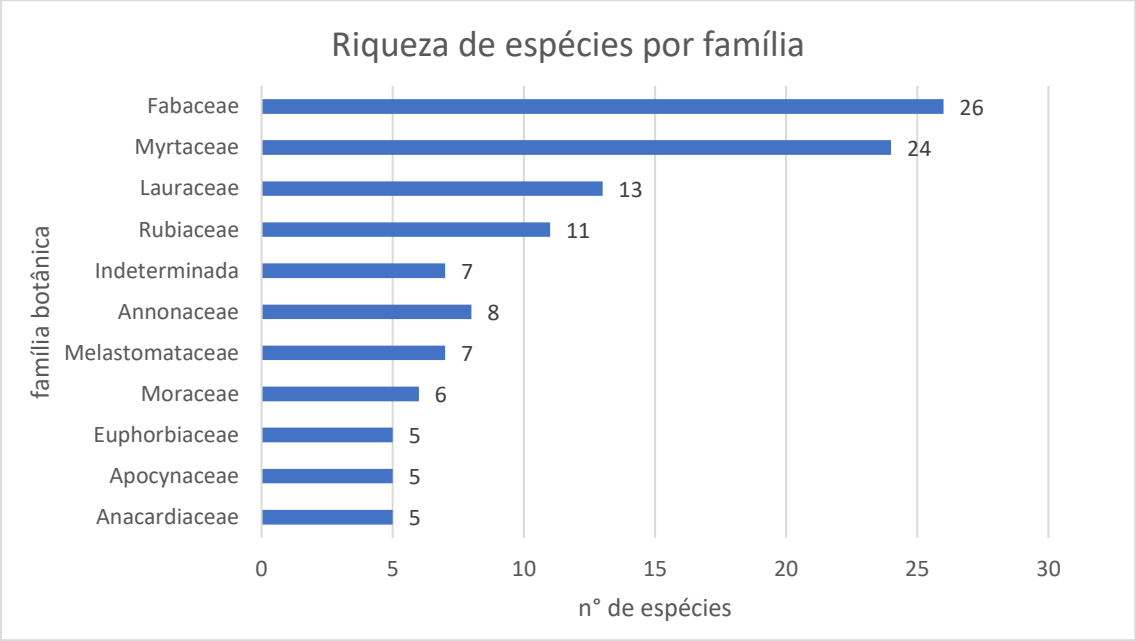


Figura 6.2-94 - Riqueza das famílias botânica identificadas na amostragem realizada em FES Avançado presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Dentre as 177 morfoespécies, 175 são nativas do Brasil e 2 naturalizadas. Dentre as nativas 50 são endêmicas do território brasileiro, sendo 5 espécies endêmicas do bioma cerrado: *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker; *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud.; *Swartzia pilulifera* Benth.; *Pleroma candolleanum* (Mart. ex DC.) Triana; *Myrcia nivea* Cambess. e 23 espécies endêmicas da Mata Atlântica: *Annona dolabripetala* Raddi, *Guatteria villosissima* A.St.-Hil., *Xylopia brasiliensis* Spreng., *Aspidosperma olivaceum* Müll.Arg., *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg., *Aspidosperma ramiflorum* Müll.Arg., *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth., *Hymenolobium janeirense* Kuhlm., *Tachigali rugosa* (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly, *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A.Robyns; *Pseudobombax majus* (A.Robyns) Carv.-Sobr., *Miconia brunnea* DC., *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin, *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb., *Myrcia hebepetala* DC., *Faramea hyacinthina* Mart., *Palicourea pleiocephala* (Müll. Arg.) C.M. Taylor, *Palicourea sessilis* (Vell.) C.M.Taylor, *Cupania ludowigii* Somner &

Ferrucci, *Cecropia glaziovii* Snethl., *Qualea gestasiana* A.St.-Hil., *Vochysia schwackeana* Warm. e *Drimys angustifolia* Miers.

Em relação ao grupo ecológico, destaque para as espécies pioneiras que representam cerca de 27,68% das espécies levantadas (49 spp.), enquanto o grupo de Secundárias representam 29,37% (52 spp.) e 8 espécies climácicas. No total, 65 táxons não puderam ser classificados por falta de informação na literatura.

Estrutura Horizontal

As dez espécies com maior valor de importância foram *Myrcia amazonica* DC., *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Metrodorea stipularis* Mart., *Qualea gestasiana* A.St.-Hil., *Cecropia hololeuca* Miq., *Tachigali rugosa* (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly, *Psychotria carthagenensis* Jacq., *Amaioua guianensis* Aubl. e *Machaerium villosum* Vogel. Juntas as dez espécies representam 26,90% do Valor de Importância (VI). No **Quadro 6.2-24** são apresentados os resultados da análise da estrutura horizontal para a comunidade arbórea amostrada.

É importante ressaltar que nenhuma espécie obteve um valor de importância consideravelmente superior em relação a população. A homogeneidade nos valores de VI observada na tabela indica uma comunidade vegetal ecologicamente madura e estruturalmente diversa, sem concentração de dominância. Esse padrão deve ser valorizado em estratégias de conservação, pois representa um sistema com alta capacidade adaptativa e potencial de regeneração natural.

Destaque para o maior valor de importância (IVI) para os indivíduos mortos na comunidade, indicando a dinâmica da sucessão ecológica no fragmento, com a provável substituição de espécies pioneiras e secundárias iniciais por espécies clímax. Além disso, é importante ressaltar que as árvores mortas continuam exercendo seu papel ecológico, sendo abrigo para a fauna, auxiliando na regulação da luminosidade e microclima na floresta e contribuem para ciclagem de nutrientes ao se decompor.

Quadro 6.2-24 - Parâmetros e índices fitossociológicos das espécies encontradas na área de FES avançado avaliada.

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
morta	43	17	0,785	102,381	5,780	3,738	5,604	1,869	5,604	11,383	16,987	5,662	5,692
Myrcia amazonica DC.	29	9	0,806	69,048	3,898	3,839	5,756	1,920	5,756	9,654	15,410	5,137	4,827
Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.	23	11	0,756	54,762	3,091	3,600	5,397	1,800	5,397	8,488	13,885	4,628	4,244
Copaifera langsdorffii Desf.	13	7	0,469	30,952	1,747	2,232	3,346	1,116	3,346	5,094	8,440	2,813	2,547
Metrodorea stipularis Mart.	22	6	0,367	52,381	2,957	1,747	2,620	0,874	2,620	5,577	8,196	2,732	2,788
Qualea gestasiana A.St.-Hil.	12	3	0,421	28,571	1,613	2,003	3,003	1,001	3,003	4,615	7,618	2,539	2,308
Cecropia hololeuca Miq.	7	4	0,349	16,667	0,941	1,664	2,494	0,832	2,494	3,435	5,930	1,977	1,718
Tachigali rugosa (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly	5	4	0,360	11,905	0,672	1,712	2,567	0,856	2,567	3,239	5,806	1,935	1,619
Psychotria carthagenensis Jacq.	16	4	0,245	38,095	2,151	1,166	1,748	0,583	1,748	3,898	5,646	1,882	1,949
Amaioua guianensis Aubl.	11	6	0,241	26,190	1,478	1,148	1,722	0,574	1,722	3,200	4,922	1,641	1,600
Machaerium villosum Vogel	7	4	0,274	16,667	0,941	1,303	1,953	0,651	1,953	2,894	4,847	1,616	1,447
Platypodium elegans Vogel	6	1	0,269	14,286	0,806	1,279	1,917	0,639	1,917	2,723	4,640	1,547	1,362
Indeterminada 14	3	1	0,289	7,143	0,403	1,377	2,064	0,688	2,064	2,467	4,532	1,511	1,234
Virola bicuhyba (Schott ex Spreng.) Warb.	10	6	0,221	23,810	1,344	1,054	1,580	0,527	1,580	2,924	4,504	1,501	1,462
Aspidosperma ramiflorum Müll.Arg.	15	3	0,162	35,714	2,016	0,770	1,154	0,385	1,154	3,170	4,323	1,441	1,585
Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.	10	4	0,206	23,810	1,344	0,979	1,468	0,489	1,468	2,812	4,279	1,426	1,406
Hieronyma alchorneoides Allemão	9	5	0,178	21,429	1,210	0,847	1,269	0,423	1,269	2,479	3,748	1,249	1,239
Tapirira guianensis Aubl.	11	7	0,159	26,190	1,478	0,755	1,132	0,377	1,132	2,610	3,742	1,247	1,305
Nectandra oppositifolia Nees & Mart.	7	4	0,182	16,667	0,941	0,866	1,298	0,433	1,298	2,238	3,536	1,179	1,119

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
Aparisthmium cordatum (A.Juss.) Baill.	16	5	0,088	38,095	2,151	0,420	0,629	0,210	0,629	2,780	3,409	1,136	1,390
Alsophila setosa Kaulf.	14	1	0,106	33,333	1,882	0,506	0,759	0,253	0,759	2,641	3,400	1,133	1,320
Ocotea corymbosa (Meisn.) Mez	3	3	0,202	7,143	0,403	0,964	1,445	0,482	1,445	1,848	3,293	1,098	0,924
Xylopia sericea A.St.-Hil.	12	7	0,117	28,571	1,613	0,557	0,835	0,278	0,835	2,447	3,282	1,094	1,224
Annona dolabripetala Raddi	4	3	0,185	9,524	0,538	0,879	1,318	0,440	1,318	1,856	3,174	1,058	0,928
Croton urucurana Baill.	11	5	0,118	26,190	1,478	0,563	0,843	0,281	0,843	2,322	3,165	1,055	1,161
Machaerium stipitatum Vogel	4	4	0,182	9,524	0,538	0,867	1,300	0,434	1,300	1,837	3,137	1,046	0,919
Lauraceae sp.03	3	2	0,190	7,143	0,403	0,904	1,355	0,452	1,355	1,758	3,113	1,038	0,879
Cyathea villosa Willd.	11	1	0,106	26,190	1,478	0,504	0,756	0,252	0,756	2,234	2,990	0,997	1,117
Xylopia brasiliensis Spreng.	5	4	0,161	11,905	0,672	0,767	1,151	0,384	1,151	1,823	2,973	0,991	0,911
Eugenia sp.02	6	3	0,151	14,286	0,806	0,719	1,077	0,359	1,077	1,884	2,961	0,987	0,942
Machaerium opacum Vogel	7	4	0,139	16,667	0,941	0,663	0,995	0,332	0,995	1,935	2,930	0,977	0,968
Protium brasiliense (Spreng.) Engl.	9	4	0,117	21,429	1,210	0,555	0,832	0,278	0,832	2,042	2,874	0,958	1,021
Vismia micrantha A.St.-Hil.	5	5	0,147	11,905	0,672	0,700	1,049	0,350	1,049	1,721	2,770	0,923	0,861
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	4	3	0,153	9,524	0,538	0,726	1,089	0,363	1,089	1,626	2,715	0,905	0,813
Luehea grandiflora Mart.	3	3	0,156	7,143	0,403	0,743	1,114	0,371	1,114	1,517	2,631	0,877	0,759
Cyathea sp.	9	1	0,099	21,429	1,210	0,472	0,708	0,236	0,708	1,917	2,625	0,875	0,959
Guatteria villosissima A.St.-Hil.	7	4	0,105	16,667	0,941	0,502	0,752	0,251	0,752	1,693	2,445	0,815	0,846
Ocotea pulchella (Nees & Mart.) Mez	7	3	0,104	16,667	0,941	0,495	0,742	0,247	0,742	1,683	2,425	0,808	0,841
Faramea hyacinthina Mart.	6	4	0,109	14,286	0,806	0,521	0,781	0,261	0,781	1,588	2,369	0,790	0,794
Hedyosmum brasiliense Mart. ex Miq.	4	3	0,128	9,524	0,538	0,608	0,912	0,304	0,912	1,450	2,362	0,787	0,725

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
Machaerium brasiliense Vogel	2	1	0,146	4,762	0,269	0,698	1,046	0,349	1,046	1,315	2,360	0,787	0,657
Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.	8	6	0,084	19,048	1,075	0,399	0,598	0,200	0,598	1,674	2,272	0,757	0,837
Myrcia sp.02	3	2	0,129	7,143	0,403	0,613	0,918	0,306	0,918	1,322	2,240	0,747	0,661
Cordia sellowiana Cham.	3	2	0,120	7,143	0,403	0,570	0,854	0,285	0,854	1,257	2,111	0,704	0,629
Casearia sylvestris Sw.	9	6	0,062	21,429	1,210	0,297	0,445	0,148	0,445	1,654	2,099	0,700	0,827
Handroanthus sp.1	4	3	0,106	9,524	0,538	0,507	0,760	0,253	0,760	1,298	2,057	0,686	0,649
Laplacea fruticosa (Schrad.) Kobuski	2	2	0,123	4,762	0,269	0,587	0,880	0,294	0,880	1,149	2,029	0,676	0,575
Styrax camporum Pohl	5	5	0,093	11,905	0,672	0,442	0,662	0,221	0,662	1,334	1,997	0,666	0,667
Guatteria sellowiana Schltdl.	4	3	0,102	9,524	0,538	0,485	0,727	0,243	0,727	1,265	1,992	0,664	0,633
Inga edulis Mart.	4	3	0,095	9,524	0,538	0,453	0,680	0,227	0,680	1,217	1,897	0,632	0,609
Ocotea sp. 02	4	3	0,091	9,524	0,538	0,432	0,647	0,216	0,647	1,185	1,832	0,611	0,592
Myrcia splendens (Sw.) DC.	8	8	0,050	19,048	1,075	0,240	0,361	0,120	0,361	1,436	1,796	0,599	0,718
Neea oppositifolia Ruiz & Pav.	2	1	0,107	4,762	0,269	0,508	0,761	0,254	0,761	1,030	1,791	0,597	0,515
Pleroma candolleanum (Mart. ex DC.) Triana	4	2	0,085	9,524	0,538	0,403	0,604	0,201	0,604	1,141	1,745	0,582	0,571
Coussarea sp.1	5	3	0,072	11,905	0,672	0,342	0,512	0,171	0,512	1,184	1,697	0,566	0,592
Vochysia tucanorum Mart.	6	2	0,061	14,286	0,806	0,291	0,437	0,146	0,437	1,243	1,680	0,560	0,622
Miconia affinis DC.	9	4	0,032	21,429	1,210	0,151	0,226	0,075	0,226	1,435	1,661	0,554	0,718
Rubiaceae 1	8	3	0,035	19,048	1,075	0,166	0,249	0,083	0,249	1,324	1,574	0,525	0,662
Moraceae 2	1	1	0,098	2,381	0,134	0,467	0,700	0,233	0,700	0,834	1,534	0,511	0,417
Geonoma schottiana Mart.	9	4	0,022	21,429	1,210	0,105	0,158	0,053	0,158	1,368	1,526	0,509	0,684
Piptocarpha rotundifolia (Less.) Baker	4	3	0,068	9,524	0,538	0,322	0,482	0,161	0,482	1,020	1,502	0,501	0,510

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
Annona sp.	6	2	0,046	14,286	0,806	0,221	0,331	0,110	0,331	1,137	1,468	0,489	0,569
Maprounea guianensis Aubl.	6	3	0,042	14,286	0,806	0,200	0,299	0,100	0,299	1,106	1,405	0,468	0,553
Solanaceae 2	1	1	0,088	2,381	0,134	0,418	0,626	0,209	0,626	0,761	1,387	0,462	0,380
Myrcia hebepetala DC.	4	4	0,058	9,524	0,538	0,278	0,417	0,139	0,417	0,955	1,371	0,457	0,477
Casearia arborea (Rich.) Urb.	6	5	0,039	14,286	0,806	0,187	0,281	0,094	0,281	1,087	1,368	0,456	0,544
Ilex affinis Gardner	5	3	0,046	11,905	0,672	0,218	0,327	0,109	0,327	0,999	1,327	0,442	0,500
Aspidosperma olivaceum Müll.Arg.	3	1	0,064	7,143	0,403	0,303	0,455	0,152	0,455	0,858	1,312	0,437	0,429
Bauhinia rufa (Bong.) Steud.	6	1	0,035	14,286	0,806	0,167	0,251	0,084	0,251	1,057	1,308	0,436	0,529
Indeterminada 1	1	1	0,076	2,381	0,134	0,364	0,546	0,182	0,546	0,680	1,226	0,409	0,340
Ocotea sp.	3	3	0,058	7,143	0,403	0,274	0,411	0,137	0,411	0,814	1,224	0,408	0,407
Andira fraxinifolia Benth.	5	3	0,037	11,905	0,672	0,174	0,261	0,087	0,261	0,934	1,195	0,398	0,467
Cecropia glaziovii Snethl.	4	2	0,043	9,524	0,538	0,206	0,309	0,103	0,309	0,846	1,155	0,385	0,423
Eugenia sp.04	6	3	0,024	14,286	0,806	0,112	0,168	0,056	0,168	0,974	1,142	0,381	0,487
Bowdichia virgilioides Kunth	2	2	0,059	4,762	0,269	0,283	0,424	0,141	0,424	0,693	1,117	0,372	0,346
Nectandra sp.	4	1	0,040	9,524	0,538	0,192	0,288	0,096	0,288	0,826	1,114	0,371	0,413
Lauraceae sp.04	1	1	0,066	2,381	0,134	0,314	0,470	0,157	0,470	0,605	1,075	0,358	0,302
Vitex polygama Cham.	2	2	0,056	4,762	0,269	0,267	0,401	0,134	0,401	0,669	1,070	0,357	0,335
Myrtaceae 1	3	3	0,046	7,143	0,403	0,217	0,326	0,109	0,326	0,729	1,055	0,352	0,365
Miconia cubatanensis Hoehne	5	3	0,025	11,905	0,672	0,117	0,175	0,058	0,175	0,847	1,022	0,341	0,424
Meliosma sellowii Urb.	3	2	0,043	7,143	0,403	0,206	0,309	0,103	0,309	0,712	1,021	0,340	0,356
Swartzia flaemingii Raddi	4	2	0,032	9,524	0,538	0,153	0,230	0,077	0,230	0,768	0,998	0,333	0,384
Astronium nelson-rosae Santin	1	1	0,060	2,381	0,134	0,287	0,430	0,143	0,430	0,564	0,994	0,331	0,282
Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	2	2	0,049	4,762	0,269	0,235	0,353	0,118	0,353	0,622	0,974	0,325	0,311
Myrciaria cf. *guaquiea* (Kiaersk.) Mattos & D.Legrand	2	1	0,049	4,762	0,269	0,234	0,351	0,117	0,351	0,619	0,970	0,323	0,310
Ficus sp. 02	2	2	0,047	4,762	0,269	0,223	0,335	0,112	0,335	0,603	0,938	0,313	0,302
Myrsine umbellata Mart.	5	4	0,018	11,905	0,672	0,088	0,132	0,044	0,132	0,804	0,935	0,312	0,402

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
Senna multijuga (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	1	1	0,053	2,381	0,134	0,251	0,376	0,126	0,376	0,511	0,887	0,296	0,255
Cupania oblongifolia Mart.	3	2	0,032	7,143	0,403	0,152	0,228	0,076	0,228	0,631	0,860	0,287	0,316
Trichilia emarginata (Turcz.) C.DC.	4	2	0,022	9,524	0,538	0,106	0,159	0,053	0,159	0,696	0,855	0,285	0,348
Myrcia neoclusiifolia A.R.Lourenço & E.Lucas	3	3	0,030	7,143	0,403	0,143	0,214	0,071	0,214	0,617	0,831	0,277	0,309
Myrtaceae 4	1	1	0,049	2,381	0,134	0,232	0,348	0,116	0,348	0,483	0,831	0,277	0,241
Indeterminada 13	1	1	0,047	2,381	0,134	0,222	0,332	0,111	0,332	0,467	0,799	0,266	0,233
Piper sp.	4	1	0,018	9,524	0,538	0,083	0,125	0,042	0,125	0,663	0,788	0,263	0,331
Indeterminada 6	1	1	0,045	2,381	0,134	0,215	0,322	0,107	0,322	0,457	0,779	0,260	0,228
Fabaceae 1	1	1	0,045	2,381	0,134	0,213	0,320	0,107	0,320	0,454	0,774	0,258	0,227
Endlicheria paniculata (Spreng.) J.F.Macbr.	3	3	0,024	7,143	0,403	0,115	0,173	0,058	0,173	0,576	0,749	0,250	0,288
Nectandra lanceolata Nees	3	2	0,024	7,143	0,403	0,115	0,173	0,058	0,173	0,576	0,749	0,250	0,288
Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. & Planch.	3	3	0,024	7,143	0,403	0,114	0,171	0,057	0,171	0,574	0,745	0,248	0,287
Myrcia neolucida A.R.Lourenço & E.Lucas	3	3	0,021	7,143	0,403	0,101	0,152	0,051	0,152	0,555	0,707	0,236	0,278
Matayba guianensis Aubl.	3	2	0,020	7,143	0,403	0,094	0,141	0,047	0,141	0,544	0,686	0,229	0,272
Cupania ludowigii Somner & Ferrucci	2	1	0,029	4,762	0,269	0,138	0,207	0,069	0,207	0,476	0,683	0,228	0,238
Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	1	1	0,038	2,381	0,134	0,180	0,270	0,090	0,270	0,405	0,675	0,225	0,202
Hymenolobium janeirense Kuhlm.	3	2	0,017	7,143	0,403	0,082	0,122	0,041	0,122	0,526	0,648	0,216	0,263
Pseudobombax grandiflorum (Cav.) A.Robyns	2	2	0,026	4,762	0,269	0,121	0,182	0,061	0,182	0,451	0,633	0,211	0,225
Palicourea pleiocephala (Müll. Arg.) C.M. Taylor	3	1	0,015	7,143	0,403	0,070	0,105	0,035	0,105	0,508	0,612	0,204	0,254
Indeterminada 7	1	1	0,033	2,381	0,134	0,156	0,233	0,078	0,233	0,368	0,601	0,200	0,184

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
Trichilia hirta L.	3	3	0,013	7,143	0,403	0,060	0,091	0,030	0,091	0,494	0,584	0,195	0,247
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	2	1	0,021	4,762	0,269	0,100	0,150	0,050	0,150	0,419	0,569	0,190	0,210
Myrcia sp. 03	2	2	0,020	4,762	0,269	0,097	0,145	0,048	0,145	0,414	0,559	0,186	0,207
Aspidosperma sp.	1	1	0,028	2,381	0,134	0,134	0,200	0,067	0,200	0,335	0,535	0,178	0,167
Casearia decandra Jacq.	2	2	0,018	4,762	0,269	0,088	0,132	0,044	0,132	0,401	0,533	0,178	0,200
Myrcia	1	1	0,027	2,381	0,134	0,128	0,192	0,064	0,192	0,326	0,518	0,173	0,163
Abarema jupunba (Willd.) Britton & Killip	2	2	0,017	4,762	0,269	0,083	0,124	0,041	0,124	0,393	0,518	0,173	0,197
Protium spruceanum (Benth.) Engl.	3	1	0,007	7,143	0,403	0,035	0,052	0,017	0,052	0,456	0,508	0,169	0,228
Swartzia pilulifera Benth.	2	1	0,017	4,762	0,269	0,079	0,118	0,039	0,118	0,387	0,505	0,168	0,193
Myrcia venulosa DC.	2	2	0,016	4,762	0,269	0,077	0,115	0,038	0,115	0,384	0,500	0,167	0,192
Ixora brevifolia Benth.	2	2	0,016	4,762	0,269	0,077	0,115	0,038	0,115	0,384	0,499	0,166	0,192
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	1	1	0,025	2,381	0,134	0,120	0,179	0,060	0,179	0,314	0,493	0,164	0,157
Myrcia mutabilis (O.Berg) N.Silveira	2	2	0,016	4,762	0,269	0,074	0,111	0,037	0,111	0,380	0,492	0,164	0,190
cf. Myrocarpus frondosus Allemão	1	1	0,024	2,381	0,134	0,115	0,172	0,057	0,172	0,306	0,478	0,159	0,153
Vernonanthura divaricata (Spreng.) H.Rob.	1	1	0,024	2,381	0,134	0,114	0,171	0,057	0,171	0,306	0,477	0,159	0,153
Schinus terebinthifolia Raddi	2	1	0,014	4,762	0,269	0,069	0,103	0,034	0,103	0,372	0,475	0,158	0,186
Pseudobombax majus (A.Robyns) Carv.-Sobr.	1	1	0,022	2,381	0,134	0,106	0,160	0,053	0,160	0,294	0,454	0,151	0,147
Solanaceae 1	1	1	0,022	2,381	0,134	0,106	0,160	0,053	0,160	0,294	0,454	0,151	0,147
Campomanesia rufa (O.Berg) Nied.	1	1	0,022	2,381	0,134	0,102	0,154	0,051	0,154	0,288	0,442	0,147	0,144
Chrysophyllum sp.	2	1	0,011	4,762	0,269	0,050	0,075	0,025	0,075	0,344	0,419	0,140	0,172
Melanoxylon brauna Schott	1	1	0,020	2,381	0,134	0,095	0,142	0,047	0,142	0,276	0,418	0,139	0,138
Indeterminada 2	1	1	0,018	2,381	0,134	0,087	0,131	0,044	0,131	0,265	0,396	0,132	0,133
Salacia elliptica (Mart.) G. Don	1	1	0,018	2,381	0,134	0,084	0,125	0,042	0,125	0,260	0,385	0,128	0,130

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
Ladenbergia cujabensis Klotzsch	2	2	0,007	4,762	0,269	0,036	0,053	0,018	0,053	0,322	0,375	0,125	0,161
Moraceae 1	1	1	0,017	2,381	0,134	0,080	0,120	0,040	0,120	0,255	0,375	0,125	0,127
Machaerium acutifolium Vogel	1	1	0,017	2,381	0,134	0,079	0,119	0,040	0,119	0,253	0,372	0,124	0,127
Cassia ferruginea (Schrad.) Schrad. ex DC.	2	1	0,007	4,762	0,269	0,032	0,049	0,016	0,049	0,317	0,366	0,122	0,159
Palicourea sessilis (Vell.) C.M.Taylor	2	1	0,006	4,762	0,269	0,030	0,045	0,015	0,045	0,314	0,360	0,120	0,157
Prunus myrtifolia (L.) Urb.	1	1	0,015	2,381	0,134	0,073	0,110	0,037	0,110	0,244	0,354	0,118	0,122
Xylopia emarginata Mart.	2	2	0,006	4,762	0,269	0,028	0,042	0,014	0,042	0,311	0,353	0,118	0,156
Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk.	2	2	0,006	4,762	0,269	0,028	0,041	0,014	0,041	0,310	0,352	0,117	0,155
Miconia brunnea DC.	2	2	0,006	4,762	0,269	0,027	0,040	0,013	0,040	0,309	0,348	0,116	0,154
Erythroxylum sp.	1	1	0,015	2,381	0,134	0,070	0,105	0,035	0,105	0,239	0,344	0,115	0,120
Senna pendula (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	1	1	0,015	2,381	0,134	0,070	0,105	0,035	0,105	0,239	0,344	0,115	0,120
Guatteria australis A.St.-Hil.	2	1	0,005	4,762	0,269	0,023	0,034	0,011	0,034	0,303	0,336	0,112	0,151
Piper cernuum Vell.	2	1	0,004	4,762	0,269	0,021	0,031	0,010	0,031	0,300	0,331	0,110	0,150
Indeterminada 4	1	1	0,013	2,381	0,134	0,064	0,095	0,032	0,095	0,230	0,325	0,108	0,115
Indeterminada 9	1	1	0,013	2,381	0,134	0,062	0,093	0,031	0,093	0,228	0,321	0,107	0,114
Miconia cinnamomifolia (DC.) Naudin	1	1	0,013	2,381	0,134	0,061	0,091	0,030	0,091	0,225	0,316	0,105	0,113
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	1	1	0,012	2,381	0,134	0,058	0,086	0,029	0,086	0,221	0,307	0,102	0,110
Himatanthus obovatus (Müll. Arg.) Woodson	1	1	0,011	2,381	0,134	0,055	0,082	0,027	0,082	0,216	0,298	0,099	0,108
Hyptidendron asperrimum (Spreng.) Harley	1	1	0,010	2,381	0,134	0,047	0,071	0,024	0,071	0,205	0,276	0,092	0,103
Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.	1	1	0,009	2,381	0,134	0,044	0,066	0,022	0,066	0,200	0,266	0,089	0,100

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
Anadenanthera peregrina (L.) Speg.	1	1	0,009	2,381	0,134	0,043	0,065	0,022	0,065	0,199	0,264	0,088	0,100
Myrtaceae 2	1	1	0,008	2,381	0,134	0,038	0,057	0,019	0,057	0,191	0,248	0,083	0,096
Indeterminada 3	1	1	0,007	2,381	0,134	0,034	0,051	0,017	0,051	0,186	0,237	0,079	0,093
Syzygium jambos (L.) Alston	1	1	0,007	2,381	0,134	0,034	0,051	0,017	0,051	0,186	0,237	0,079	0,093
Ficus microcarpa L.f.	1	1	0,007	2,381	0,134	0,032	0,048	0,016	0,048	0,182	0,230	0,077	0,091
Symplocos nitens (Pohl) Benth.	1	1	0,006	2,381	0,134	0,029	0,043	0,014	0,043	0,177	0,220	0,073	0,089
Monteverdia evonymoides (Reissek) Biral	1	1	0,006	2,381	0,134	0,028	0,041	0,014	0,041	0,176	0,217	0,072	0,088
Myrciaria floribunda (H.West ex Willd.) O.Berg.	1	1	0,006	2,381	0,134	0,028	0,041	0,014	0,041	0,176	0,217	0,072	0,088
Eugenia sonderiana O.Berg	1	1	0,006	2,381	0,134	0,027	0,040	0,013	0,040	0,174	0,214	0,071	0,087
Palicourea sp.	1	1	0,005	2,381	0,134	0,026	0,039	0,013	0,039	0,173	0,212	0,071	0,087
Vochysia schwackeana Warm.	1	1	0,005	2,381	0,134	0,026	0,038	0,013	0,038	0,173	0,211	0,070	0,086
Aiouea albopunctata Brotto	1	1	0,005	2,381	0,134	0,024	0,036	0,012	0,036	0,170	0,205	0,068	0,085
Fabaceae 2	1	1	0,005	2,381	0,134	0,022	0,033	0,011	0,033	0,167	0,200	0,067	0,084
Miconia sp.	1	1	0,004	2,381	0,134	0,020	0,030	0,010	0,030	0,165	0,195	0,065	0,082
Eugenia sp.03	1	1	0,004	2,381	0,134	0,020	0,030	0,010	0,030	0,164	0,195	0,065	0,082
Monteverdia gonoclada (Mart.) Biral	1	1	0,004	2,381	0,134	0,019	0,029	0,010	0,029	0,163	0,191	0,064	0,081
Psychotria pedunculosa Rich.	1	1	0,004	2,381	0,134	0,018	0,026	0,009	0,026	0,161	0,187	0,062	0,080
Ocotea sp. 01	1	1	0,003	2,381	0,134	0,016	0,024	0,008	0,024	0,159	0,183	0,061	0,079
Drimys angustifolia Miers	1	1	0,003	2,381	0,134	0,015	0,023	0,008	0,023	0,157	0,180	0,060	0,079
Calophyllum brasiliense Cambess.	1	1	0,003	2,381	0,134	0,015	0,023	0,008	0,023	0,157	0,180	0,060	0,079
Miconia cinerascens Miq.	1	1	0,003	2,381	0,134	0,014	0,021	0,007	0,021	0,155	0,175	0,058	0,077
Cestrum sp.	1	1	0,003	2,381	0,134	0,013	0,019	0,006	0,019	0,153	0,172	0,057	0,077
Ficus sp.1	1	1	0,003	2,381	0,134	0,012	0,018	0,006	0,018	0,153	0,171	0,057	0,076

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI	VI(%)	VC(%)
Symplocos pubescens Klotzsch ex Benth.	1	1	0,003	2,381	0,134	0,012	0,018	0,006	0,018	0,153	0,171	0,057	0,076
Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.	1	1	0,002	2,381	0,134	0,011	0,016	0,005	0,016	0,151	0,167	0,056	0,075
Lauraceae sp.02	1	1	0,002	2,381	0,134	0,011	0,016	0,005	0,016	0,151	0,167	0,056	0,075
Eugenia sp. 05	1	1	0,002	2,381	0,134	0,010	0,015	0,005	0,015	0,149	0,164	0,055	0,075
Psidium sp.01	1	1	0,002	2,381	0,134	0,009	0,014	0,005	0,014	0,149	0,163	0,054	0,074
Total Geral	**744**	**21**	**14,008**	**1771,429**	**100,000**	**66,705**	**100,000**	**33,352**	**100,000**	**200,000**	**300,000**	**100,000**	**100,000**

Legenda: N = nº de indivíduos, P = Nº de parcelas em que a espécie foi observada, G = área basal (m²), DA= densidade absoluta, DR = Densidade relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, DoA =dominância absoluta, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura e VI = Valor de importância.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024

Diversidade

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') expressa a riqueza e uniformidade da comunidade estudada, dessa maneira, quanto maior for o valor de H' (nats/indivíduos), maior será a diversidade florística. O valor do Índice de Shannon encontrado para a área amostrada foi de 4,70 nats.ind-1, sendo considerado um valor alto, quando comparado a outros estudos feitos em ambientes de Floresta Estacional no estado de Minas Gerais.

Em estudo de fitossociologia realizado no Parque Municipal da Matinha, localizado a menos de 3 km a sudoeste do centro da cidade de Monte Carmelo, mesorregião do Alto Paranaíba, Minas Gerais, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (120 ha), foi classificado o estado de conservação deste remanescente. Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com CAP > 15 cm, presentes em 25 parcelas permanentes (20 × 20 m) e as espécies foram classificadas por grupos sucessionais e síndrome de dispersão. Foram registrados 798 indivíduos distribuídos em 98 espécies, pertencentes a 37 famílias. O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e o valor de equabilidade de Pielou (J') da comunidade foram, respectivamente, 3,97 e 0,87. (Pedro Junior et al., 2012).

Os valores de H' e J' obtidos no presente estudo foram superiores ao encontrado no estudo citado acima e outros com o mesmo critério (Rosa & Schiavini 2006; Dias Neto *et al*. 2009; Gusson *et al*. 2009; Vale *et al*. 2009; Prado Júnior *et al*. 2010; Lopes *et al.* 2011; Prado Júnior *et al*. 2011), obtidos em outros fragmentos da região com predomínio de Floresta Estacional Semidecidual e com os mesmos critérios de inclusão.

Por sua vez, o Índice de Equabilidade de Pielou (J') possui valor máximo igual a 1 e representa a proporção da diversidade de espécies encontradas na amostragem em relação à diversidade máxima que a comunidade poderá atingir. Para a comunidade vegetal estudada o valor de J' foi de 0,907. Esse valor revela uma menor uniformidade na distribuição do número de indivíduos por espécies nesta vegetação, o que pode ser explicado pela baixa dominância das espécies.

Estrutura Vertical

A estrutura vertical caracterizou-se predominantemente por fustes de altura entre 6 e 12 metros, que somam cerca de 59,54% dos fustes, com uma média de altura das árvores de 8,72 m, como consta na **Figura 6.2-95**. Este resultado, apesar de não entrar no critério de altura estabelecido pela resolução CONAMA 392/2007 para classificar estágio avançado, que define a altura média do dossel de 12 metros, não anula os outros critérios que se encaixam na resolução.

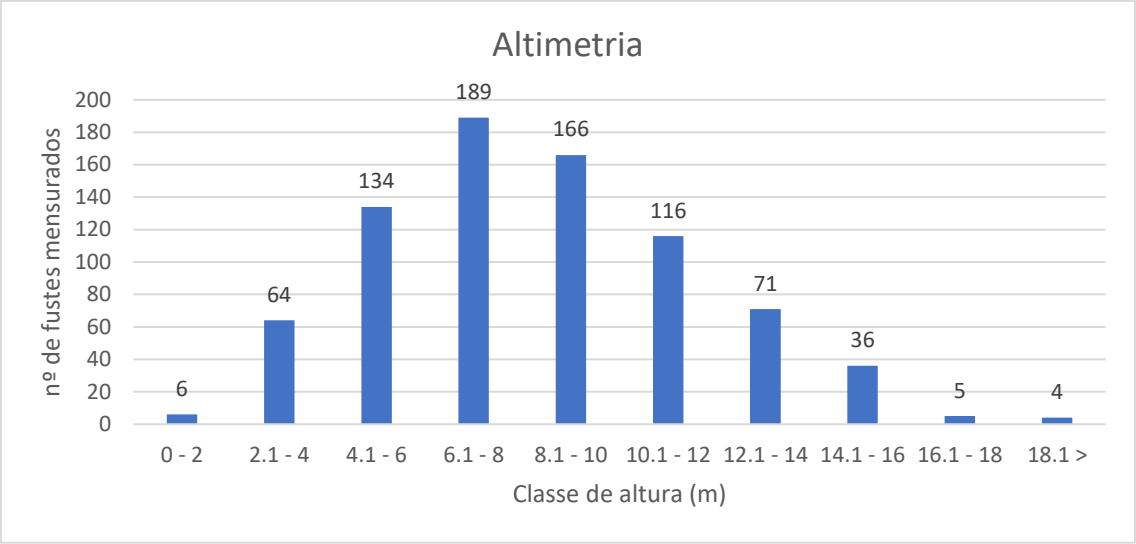


Figura 6.2-95 - Apresenta distribuição altimétrica por espécie na amostragem realizada em FES Avançado presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

Distribuição diamétrica

Os diâmetros dos fustes mensurados no inventário foram distribuídos em dez classes diamétricas com amplitude de 5 cm. A estrutura da vegetação, examinada a partir da distribuição de frequência de indivíduos por classe de diâmetro, apontou uma elevada concentração de indivíduos nas classes iniciais e uma redução no número de indivíduos nas classes de diâmetro superiores (**Figura 6.2-96**). A primeira classe de diâmetro (5 a 10 cm), por exemplo, registrou 439 fustes (55,49%), e em contrapartida as quatro últimas classes diamétricas (superiores a 35 cm) contabilizaram apenas 16 fustes (2,27%). Nesse caso, o padrão de distribuição na forma gráfica de “J invertido”, (exponencial negativo) retrata o comportamento normal verificado em vegetações estáveis. Provavelmente essa comunidade não apresenta problemas de regeneração natural e possui capacidade de resiliência, caso não seja intensamente perturbada. O diâmetro médio dos indivíduos mensurados foi de 12,59 cm.

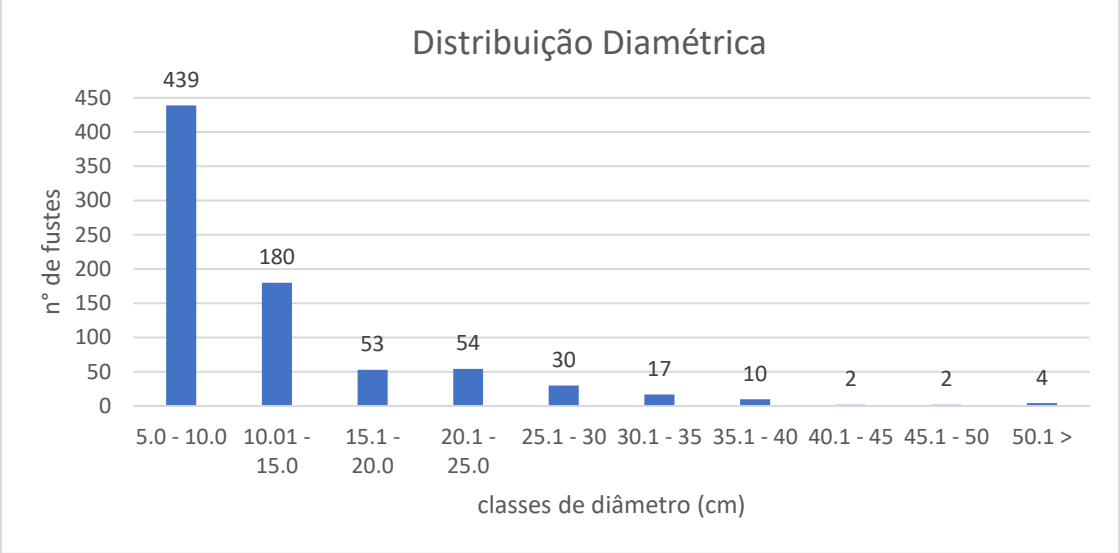


Figura 6.2-96 - Apresenta o número de indivíduos e fustes por espécie na amostragem realizada em FES Médio presente na Área Diretamente Afetada (ADA).

6.2.1.7.1.13.3. Classificação de estágio sucessional Floresta Estacional Semidecidual em Estágio Avançado

Na área de estudo das barragens B6 e B7A e das Grotas 2 e 3, os fragmentos de FES classificados como estágio avançado estão próximos somente da área das barragens e apresentam dossel superior a 12 (doze) metros, com indivíduos emergentes podendo chegar a 20 (vinte) metros. A serrapilheira encontrada variou de média a densa, em sua maioria. O sub-bosque era menos expressivo que o estágio médio, em contrapartida foram encontradas mais epífitas, e uma diversidade considerável de espécies de samambaia. Os cipós e trepadeiras são lenhosos, com CAP médio acima de 15 cm.

Os fragmentos classificados como FES em estágio avançado são marcados pela presença de árvores emergentes com DAP > 70 cm e altura total chegando a 22m, principalmente das famílias Vochysiaceae, Fabaceae e Lauraceae. A composição florística das espécies arbóreas é caracterizada pela alta diversidade das famílias Myrtaceae, Rubiaceae e Lauraceae. O sub-bosque apresenta alta diversidade, com presença da palmeira guaricanga (*Geonoma schottiana*) e Pteridófitas arbóreas como *Alsophyla setosa* e *Cyathea sp.* (samambaia-açu).

O levantamento florístico do estrato arbóreo no estágio avançado registrou, em todas as 21 unidades amostrais, um total de 177 morfoespécies distribuídas por 94 gêneros e 47 famílias botânicas.

Das espécies encontradas, 130 tiveram determinação botânica ao nível de espécie, 25 ao nível de gênero, 13 a nível de família e 9 indeterminadas. As espécies arbóreas registradas neste estudo podem ser observadas abaixo. A diversidade vegetal de espécies arbóreas encontrada no presente estudo é coerente comparada a outros estudos em Floresta Estacional Semidecidual no estado de Minas Gerais (Webster *et al*, 1985; Peixoto & Gentry, 1990; Oliveira Filho & Fontes, 2000; Werneck *et al*. 2010).

A estrutura vertical caracterizou-se predominantemente por fustes de altura entre 6 e 12 metros, que somam cerca de 59,54% dos fustes, com uma média de altura das árvores de 8,72 m. O diâmetro médio dos indivíduos mensurados foi de 12,59 cm.

No fragmento classificado como estágio avançado, foi possível observar o dossel contínuo e fechado (**Figura 6.2-97** e **Figura 6.2-98**), com presença de indivíduos emergentes. O sub-dossel é definido e com presença de espécies encontradas na tanto na regeneração quanto no dossel superior. O sub-bosque pode ser considerado presente e abundante, com a presença de samambaias, orquídeas e outras espécies hemi-epífitas. Além disso, apresentou abundância de trepadeiras e lianas lenhosas.

Apesar da média de diâmetro e altura não estarem de acordo com a classificação da resolução CONAMA 392/2007 para estágio avançado, a alta diversidade de espécies, presença de epífitas e trepadeiras lenhosas contribuem para esta classificação, além dos outros parâmetros apontados no **Quadro 6.2-25.**



Figura 6.2-97 - Registro de dossel em fragmento classificado como estágio avançado na ADA.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-98 - Vista externa de fragmento em estágio avançado, na ADA.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024.

Quadro 6.2-25 - Tabela adaptada para identificação de estágio sucessional da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, de acordo com a Resolução CONAMA N°392/97

Floresta Estacional Semidecidual - FES Avançado – Barragem B8 (MAC)			
Parâmetro	**Inicial**	**Médio**	**Avançado**
Fisionomia	Arbóreo/arbustiva e cipós	Predominância de espécies arbóreas	Florestal
Estratificação	Ausente	Incipiente - formação de dossel e sub-bosque	Definida - - dossel, sub-dossel e sub-bosque
Altura do Dossel	Até 5 m	5 - 12 m	Acima 12 m com árvores emergentes
Distribuição diamétrica	Baixa amplitude	Moderada amplitude	Grande amplitude
DAP médio	até 10 cm	entre 10 cm e 20 cm	DAP médio > 18 cm
Dominância de espécies indicadoras	Baixa dominância de espécies indicadoras	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas	Espécies indicadoras arbóreas com redução de arbustivas em relação ao estágio médio
Epífitas	Líquens, briófitas e pteridófitas com baixa diversidade	Maior riqueza e abundância de epífitas	Abundantes
Serapilheira	Camada fina, pouco decomposta	Presente, variando conforme a estação do ano e localização	Presente, variando conforme a localização
Trepadeiras	Quando presentes, são geralmente herbáceas	Abundantes, herbáceas ou lenhosas	Menor densidade em relação ao estágio médio e geralmente lenhosas
Sub-bosque	Ausente	Presente	Sub-bosque geralmente menos expressivo do que em estágio médio
Diversidade	Espécies pioneiras abundantes	Diversidade biológica significativa	Grande diversidade biológica
Espécies Indicadoras*	1*	1* com redução de arbustos	2*

Fitossociologia do Estrato não Arbóreo

6.2.1.7.1.14. Estrato Arbustivo

Para a caracterização do estrato arbustivo da ADA integrada, foram utilizados os dados qualiquantitativos coletados para o estudo das barragens B6 e B7, assim como as Grotas 2 e 3. Tendo em vista a similaridade das formações arbustivas na Mina Águas Claras, considerando as áreas de intervenção para as obras do Dique Auxiliar da B5 e barragem 8B.

6.2.1.7.1.14.1. Composição Florística Estrato Arbustivo

Na amostragem realizada neste estrato na tipologia Área Antropizada foram registrados um total de 394 indivíduos arbustivos, distribuídos em 14 famílias, 24 morfoespécies. Entre as morfoespécies, 19 foram identificadas a nível específico e 5 foram identificadas até o nível de gênero.

Quadro 6.2-26 - Lista de espécies arbustivas encontradas na ADA.

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	Aroeira-brava	Anacardiaceae		x	-
Schefflera vinosa (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	-	Araliaceae		x	-
Asteraceae sp.	-	Asteraceae		x	-
Baccharis dracunculifolia DC.	Alecrim-do-campo / Vassourinha	Asteraceae		x	-
Cyrtocymura scorpioides (Lam.) H.Rob.	Boquê de Nanã Perfumada	Asteraceae		x	-
Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis	Assa-peixe / Cambará-branco	Asteraceae		x	-
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	Ipê-de-jardim / Sinos-amarelos	Bignoniaceae		x	-
Chamaecrista flexuosa (L.) Greene	Peninha / Mimosa-amarela	Fabaceae		x	-
Erythrina speciosa Andrews	Mulungu-do-litoral / Eritrina	Fabaceae		x	-
Mimosa pigra L.	Malícia-de-boi / Juquiri-grande	Fabaceae		x	-
Sesbania virgata (Cav.) Poir.	cambaí-amarelo	Fabaceae		x	-
Peixotoa sp. 01	-	Malpighiaceae		x	-
Pavonia communis A.St.-Hil.	-	Malvaceae		x	-
Pleroma sp.1	-	Melastomataceae		x	-
Pleroma sp.2	-	Melastomataceae		x	-
morta	-	Morta		x	-
Eucalyptus sp.	Eucalipto	Myrtaceae		x	-
Myrcia amazonica DC.	-	Myrtaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Piper aduncum L.	Pimenta-de-macaco / Pimenta-longa	Piperaceae		x	-
Myrsine umbellata Mart.	-	Primulaceae		x	-
Nicotiana glauca Graham	Erva-de-passarinho / Fumo-bravo	Solanaceae		x	-
Solanum lycocarpum A.St.-Hil.	Fruta-do-lobo / Lobeira	Solanaceae		x	-
Solanum paniculatum L.	Jurubeba	Solanaceae		x	-
Solanum warmingii Hiern	-	Solanaceae		x	-
Vochysia thyrsoidea Pohl	-	Vochysiaceae		x	-

Em relação à abundância, a família Fabaceae se destacou sobre as demais com 231 indivíduos amostrados, seguida por Asteraceae (44 ind.), Piperaceae (41 ind.), Anacardiaceae (34 ind.) e mortas (16 ind.). As demais nove famílias botânicas apresentaram três ou menos indivíduos cada (**Figura 6.2-99**). Em relação à riqueza, as famílias Asteraceae, Fabaceae e Solanaceae se destacaram sobre as demais com quatro espécies identificadas em cada. Myrtaceae e Melastomataceae tiveram duas espécies identificadas. As demais nove famílias botânicas apresentaram um indivíduo cada (**Figura 6.2-99**).

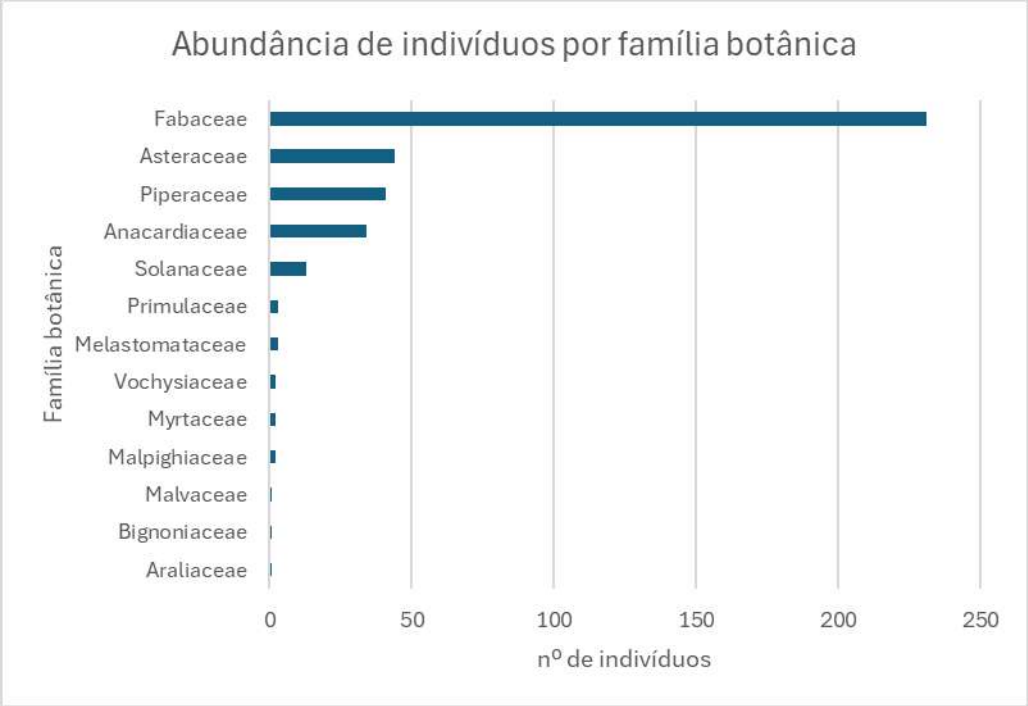


Figura 6.2-99 - Abundância de indivíduos por família botânica na amostragem do estrato arbustivo da tipologia Área Antropizada, presente na ADA.

Em relação à riqueza, as famílias Solanaceae, Fabaceae e Asteraceae somaram 4 espécies cada, seguida de Myrtaceae, Melastomataceae com 2 espécies. As demais famílias com 1 espécie cada, conforme visualizado na **Figura 6.2-100.**

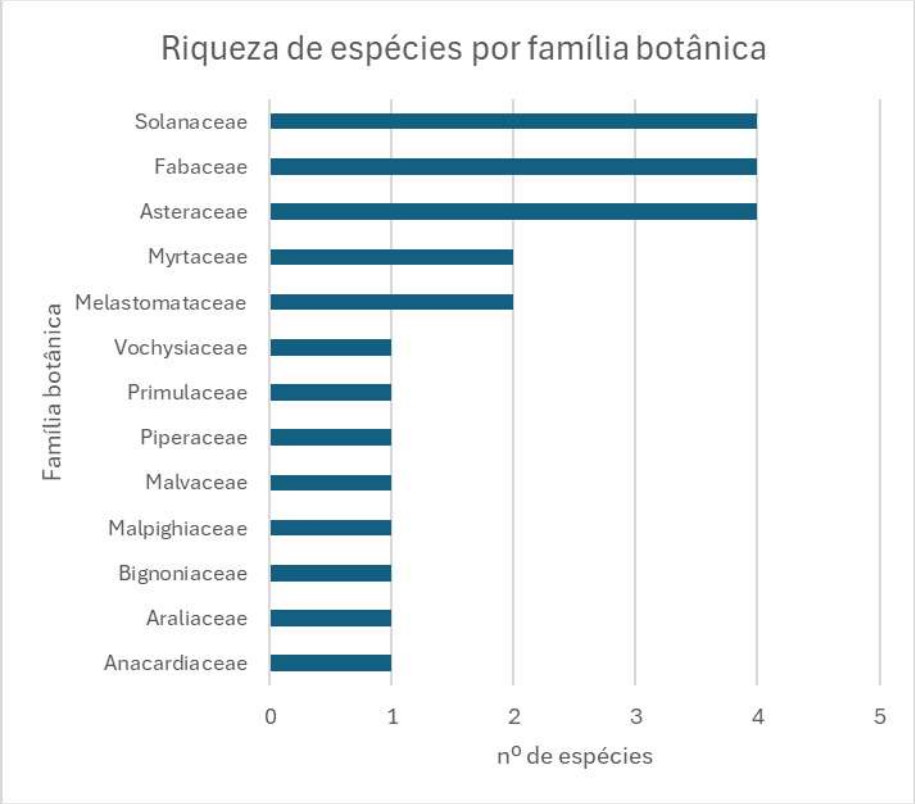


Figura 6.2-100 - Riqueza das espécies por família na amostragem do estrato arbustivo da tipologia Área Antropizada, presente na ADA.

6.2.1.7.1.14.2. Fitossociologia Estrato Arbustivo

O levantamento fitossociológico realizado no estrato arbustivo, através das 30 unidades amostrais alocadas na área, totalizou 394 indivíduos mensurados, dos quais, 16 (4,06%) estavam mortos em pé. A densidade da vegetação foi estimada em 5.253 indivíduos/ha e a cobertura estimada em 0,4 m²/ha (área basal/ha).

As espécies mais abundantes desse ambiente foram em ordem decrescente: Mimosa pigra (36,54%), *Lithraea molleoides* (21,31%), *Vernonanthura polyanthes (10,40%), Piper aduncum (*10,15%) e *Sesbania virgata* (8,63%).

Juntas, as cinco espécies mais abundantes representaram cerca de 87,67% dos indivíduos mensurados (**Figura 6.2-101**). Das 24 espécies mensuradas no presente trabalho, 37,5% (9 espécies) foram representadas por apenas um indivíduo e foram consideradas raras no ambiente.

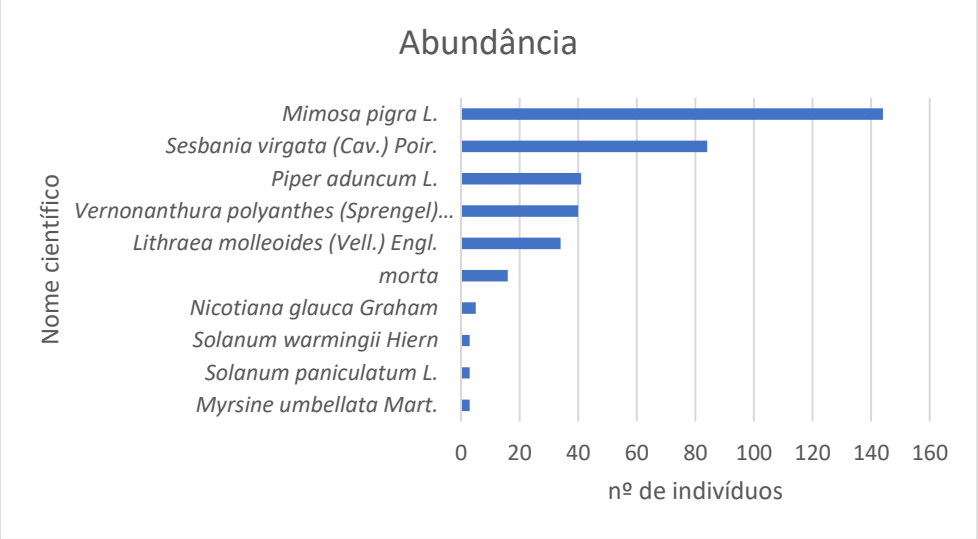


Figura 6.2-101 - Abundância das espécies por indivíduos na amostragem do estrato arbustivo da tipologia Área Antropizada, presente na ADA.

Distribuição Horizontal

As cinco espécies com maior valor de importância foram: *Mimosa pigra* L., *Sesbania virgata* (Cav.) Poir., *Piper aduncum* L., *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Vernonanthura polyanthes* (Sprengel) Vega & Dematteis. Juntas as cinco espécies representam 78,72% do Valor de Importância (VI). No **Quadro 6.2-27** são apresentados os resultados da análise da estrutura horizontal para a comunidade amostrada.

Os resultados apresentados corroboram a classificação como Área de Uso Antrópico, o conjunto de espécies listadas revela um perfil ecológico típico de ambientes perturbados, com forte influência humana. Diversas espécies são reconhecidas por seu comportamento ruderal, ou seja, colonizam rapidamente áreas abertas, degradadas ou em regeneração, como é o caso das espécies: *Mimosa pigra, Sesbania virgata, Piper aduncum, Nicotiana glauca,Tecoma stans e Solanum paniculatum.*

Quadro 6.2-27 - Parâmetros e índices fitossociológicos das espécies arbustivas encontradas na amostragem.

Táxon	NI	P	G (m²/ha)	DA	DR	FA	FR	Do	DoR	VC	VI
Mimosa pigra L.	144	16	0,089	1920,000	1,075	53,333	17,978	1,183	21,632	58,181	76,158
Sesbania virgata (Cav.) Poir.	84	14	0,094	1120,000	0,860	46,667	15,730	1,251	22,882	44,202	59,933
Piper aduncum L.	41	6	0,092	546,667	1,828	20,000	6,742	1,230	22,496	32,902	39,643
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	34	13	0,044	453,333	2,366	43,333	14,607	0,582	10,639	19,269	33,875
Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis	40	6	0,040	533,333	0,645	20,000	6,742	0,529	9,672	19,824	26,566
morta	16	11	0,015	213,333	2,688	36,667	12,360	0,199	3,641	7,702	20,061
Solanum paniculatum L.	3	3	0,004	40,000	0,968	10,000	3,371	0,047	0,865	1,627	4,998
Nicotiana glauca Graham	5	1	0,008	66,667	1,290	3,333	1,124	0,110	2,005	3,274	4,397
Myrsine umbellata Mart.	3	2	0,003	40,000	1,290	6,667	2,247	0,040	0,732	1,493	3,740
Chamaecrista flexuosa (L.) Greene	2	2	0,002	26,667	13,871	6,667	2,247	0,027	0,496	1,004	3,251
Solanum warmingii Hiern	3	1	0,004	40,000	0,753	3,333	1,124	0,047	0,863	1,624	2,748
Solanum lycocarpum A.St.-Hil.	2	1	0,003	26,667	1,075	3,333	1,124	0,040	0,727	1,235	2,358
Vochysia thyrsoidea Pohl	2	1	0,003	26,667	0,215	3,333	1,124	0,034	0,615	1,123	2,246
Peixotoa sp. 01	2	1	0,002	26,667	1,935	3,333	1,124	0,027	0,485	0,993	2,116
Pleoroma sp.1	2	1	0,002	26,667	1,505	3,333	1,124	0,023	0,429	0,936	2,060
Erythrina speciosa Andrews	1	1	0,002	13,333	2,581	3,333	1,124	0,031	0,561	0,815	1,938
Asteraceae sp.	2	1	0,000	26,667	24,194	3,333	1,124	0,005	0,085	0,593	1,716
Myrcia amazonica DC.	1	1	0,001	13,333	1,720	3,333	1,124	0,015	0,279	0,533	1,657
Pavonia communis A.St.-Hil.	1	1	0,001	13,333	1,075	3,333	1,124	0,011	0,209	0,462	1,586
Baccharis dracunculifolia DC.	1	1	0,001	13,333	11,398	3,333	1,124	0,011	0,194	0,448	1,571
Pleoroma sp.2	1	1	0,001	13,333	1,505	3,333	1,124	0,010	0,175	0,429	1,553
Schefflera vinosa (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	1	1	0,001	13,333	1,613	3,333	1,124	0,009	0,157	0,411	1,535
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	1	1	0,000	13,333	0,538	3,333	1,124	0,005	0,084	0,338	1,462
Cyrtocymura scorpioides (Lam.) H.Rob.	1	1	0,000	13,333	6,237	3,333	1,124	0,002	0,043	0,297	1,420
Eucalyptus sp.	1	1	0,000	13,333	4,624	3,333	1,124	0,002	0,032	0,286	1,410
Total Geral	**394**	**28**	**0,410**	**1660,714**	**100,00**	**296,66**	**100,00**	**5,468**	**100,00**	**200,00**	**300,00**

6.2.1.7.1.15. Estrato Herbáceo

Para a caracterização do estrato herbáceo da ADA integrada, foram utilizados os dados qualiquantitativos coletados para o estudo das barragens B6 e B7, assim como as Grotas 2 e 3. Tendo em vista a similaridade das formações herbáceas na Mina Águas Claras, considerando as áreas de intervenção para as obras do Dique Auxiliar da B5 e barragem 8B.

6.2.1.7.1.15.1. Composição Florística Estrato Herbáceo

Na amostragem realizada no estrato herbáceo da tipologia Área Antropizada na ADA presente na área de intervenção das barragens B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3, foram amostrados um total de 1.503 indivíduos herbáceos em 60 parcelas, distribuídos entre 16 famílias botânicas e 49 morfoespécies. Entre as morfoespécies, 34 foram identificadas a nível específico, 2 foram identificadas até o nível de família, 10 foram identificadas até o nível de gênero e 3 não puderam ser identificadas.

Quadro 6.2-28 - Lista de espécies arbustivas e herbáceas encontradas na ADA.

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Amaranthus spinosus L.	Caruru-de-espinho	Amaranthaceae		x	-
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	Aroeira-brava	Anacardiaceae		x	-
Asclepias curassavica L.	Oficial-de-sala	Apocynaceae		x	-
Ageratum fastigiatum (Gardner) R.M.King & H.Rob.	Matapasto	Asteraceae		x	-
Asteraceae sp.	-	Asteraceae		x	-
Baccharis crispa Spreng.	Carqueja-crespa	Asteraceae		x	-
Baccharis trinervis Pers.	Cambará-rebentão	Asteraceae		x	-
Chromolaena laevigata (Lam.) R.M.King & H.Rob.	Camará	Asteraceae		x	-
Chromolaena odorata (L.) R.M.King & H.Rob.	Arnica	Asteraceae		x	-
Emilia fosbergii Nicolson	Falsa-serralha	Asteraceae		x	-
Mikania sp.	-	Asteraceae		x	-
Tagetes minuta L.	Losna-brava	Asteraceae		x	-
Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis	Assa-peixe	Asteraceae		x	-
Cyperus aggregatus (Willd.) Endl.	-	Cyperaceae		x	-
Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & Kük.	-	Cyperaceae		x	-
Pteridium sp.	Samambaia	Dennstaedtiaceae		x	-
Euphorbia hirta L.	Erva-de-leite	Euphorbiaceae		x	-
Chamaecrista nictitans (L.) Moench	Dormideira	Fabaceae		x	-
Chamaecrista sp. 01	-	Fabaceae		x	-
Ctenodon elegans (Schltdl. & Cham.) D.B.O.S.Cardoso & A.Delgado	-	Fabaceae		x	-
Desmodium barbatum (L.) Benth.	-	Fabaceae		x	-
Desmodium incanum (Sw.) DC.	Amor-do-campo	Fabaceae		x	-
Desmodium sp.	-	Fabaceae		x	-
Desmodium sp. 01	-	Fabaceae		x	-
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	Timbó	Fabaceae		x	-

Nome Científico	Nome popular	Família	Espécie ameaçada de extinção, imune de corte ou especialmente protegida		Grau de vulnerabilidade
			Sim	Não	MMA, 2022
Mimosa pigra L.	Mimosa	Fabaceae		x	-
Mimosa pudica L.	Dormideira	Fabaceae		x	-
Mimosa sp.	-	Fabaceae		x	-
Sesbania virgata (Cav.) Poir.	-	Fabaceae		x	-
Zornia latifolia Sm.	-	Fabaceae		x	-
NI 01	-	Indeterminada		x	-
NI 02	-	Indeterminada		x	-
NI 03	-	Indeterminada		x	-
Aeghiphila sp.	-	Lamiaceae		x	-
Mesosphaerum suaveolens (L.) Kuntze	Falsa-erva-cidreira	Lamiaceae		x	-
Peltaea polymorpha (A.St.-Hil.) Krapov. & Cristóbal	-	Malvaceae		x	-
Sida rhombifolia L.	Guanxuma	Malvaceae		x	-
Sida urens L.	Guanxuma-branca	Malvaceae		x	-
Waltheria indica L.	Malva-brava	Malvaceae		x	-
Clidemia sp.	-	Melastomataceae		x	-
Leandra aurea (Cham.) Cogn.	-	Melastomataceae		x	-
Miconia albicans (Sw.) Steud	Pixirica	Melastomataceae		x	-
Pleoroma sp.	-	Melastomataceae		x	-
Myrcia splendens (Sw.) DC.	-	Myrtaceae		x	-
Melinis minutiflora P.Beauv.	Capim-gordura	Poaceae		x	-
Poaceae sp. 01		Poaceae		x	-
Urochloa sp.	Capim-braquiária	Poaceae		x	-
Borreria verticillata (L.) G.Mey.	Vassourinha-de-botão	Rubiaceae		x	-
Solanum americanum Mill.	Erva-moura	Solanaceae		x	-

Em relação à abundância, a família Poaceae se destacou sobre as demais, com 890 indivíduos amostrados, seguida por Fabaceae (225 ind.), Asteraceae (136 ind.), Cyperaceae (78 ind.), Malvaceae (65 ind.), Rubiaceae (49 ind.), Euphorbiaceae (27 ind.) e Lamiaceae (10 ind.). O restante das famílias apresentou 5 ou menos indivíduos cada (**Figura 6.2-102**).

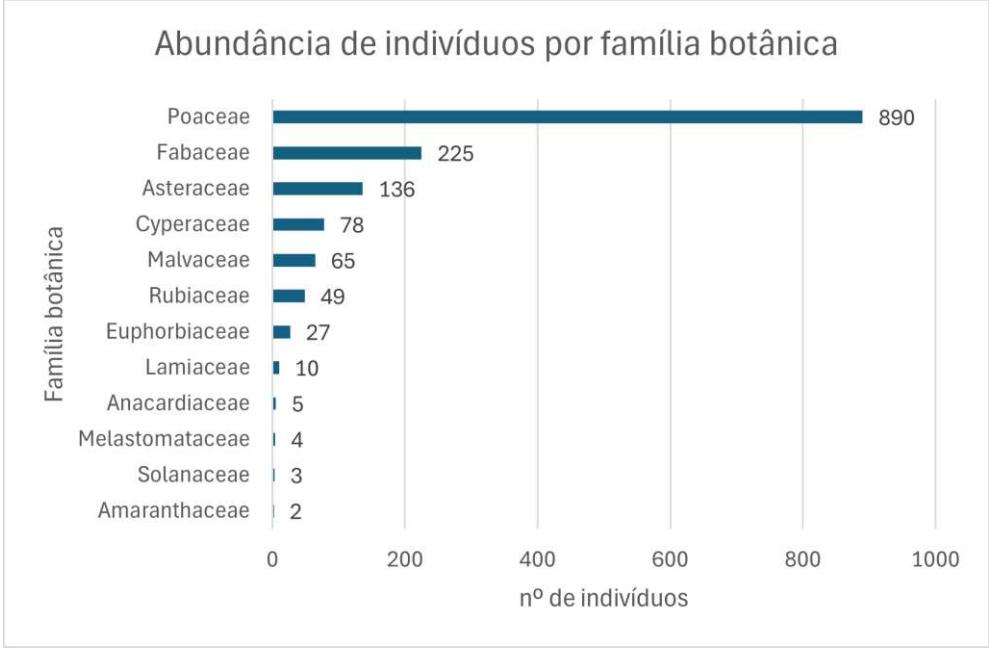


Figura 6.2-102 - Abundância de indivíduos por famílias botânicas na amostragem do estrato herbáceo presente na ADA.

Em relação à riqueza, a família Fabaceae se destacou sobre as demais com 13 espécies identificadas, seguida de Asteraceae (10 spp.), Melastomataceae e Malvaceae (4 spp. cada), Poaceae (3 spp.), Cyperaceae e Lamiaceae (2 spp.) e as demais com 1 espécie cada, conforme visualizado na **Figura 6.2-103**.

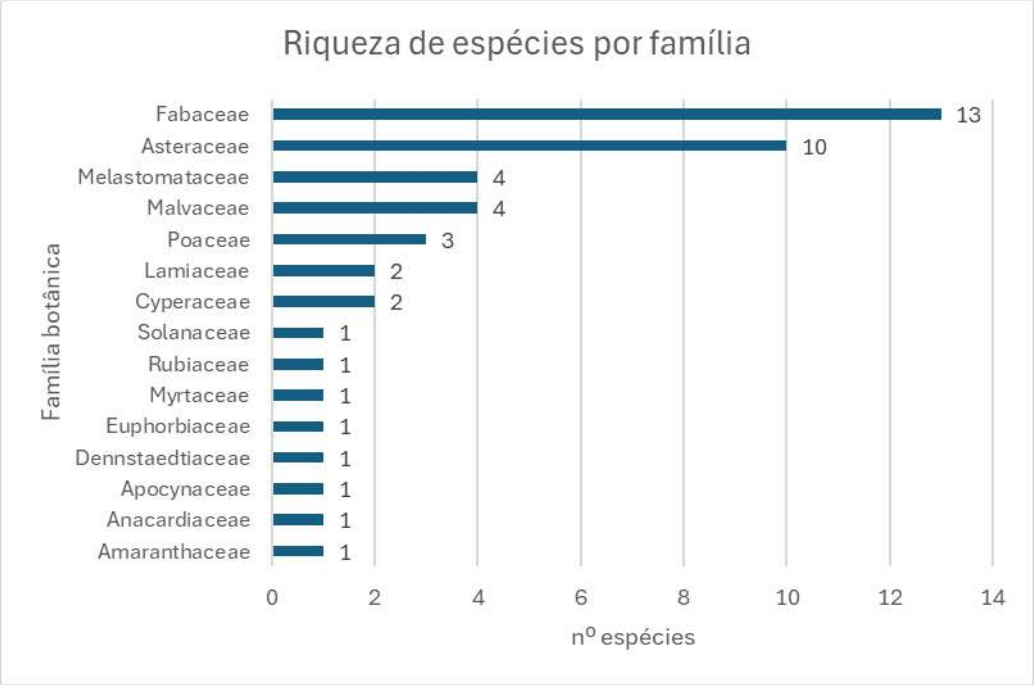


Figura 6.2-103 - Riqueza das famílias botânicas na amostragem do estrato herbáceo da tipologia Área Antropizada, presente na ADA.

6.2.1.7.1.15.2.Fitossociologia Estrato Herbáceo

As espécies mais abundantes do estrato herbáceo foram em ordem decrescente: *Urochloa sp.* (57,61%), *Tagetes minuta* (6,85%.), *Cyperus sesquiflorus* (5,05% ind.), *Sida rhombifolia* (3,99%) e *Desmodium incanum* (3,85%). Juntas, as cinco espécies mais abundantes representaram cerca de 77,37% dos indivíduos mensurados (**Figura 6.2-104**). Das 49 espécies mensuradas no presente trabalho, aproximadamente 30,61% (15 espécies) foram representadas por apenas um indivíduo e foram consideradas raras no ambiente.

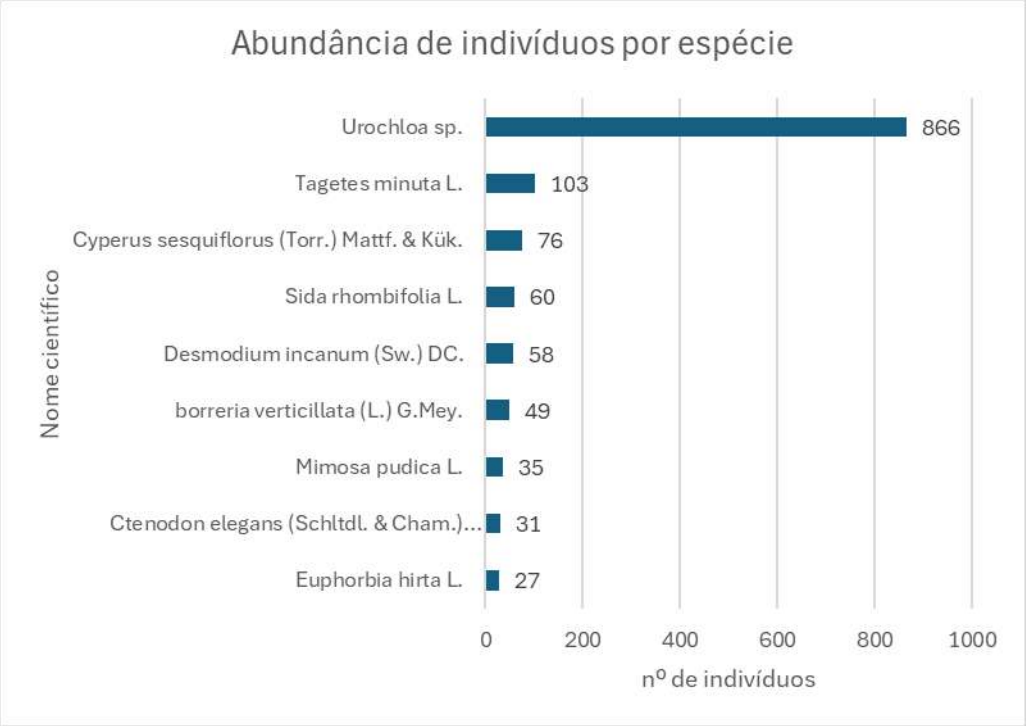


Figura 6.2-104 - Abundância das espécies na amostragem do estrato herbáceo da tipologia Área Antropizada, presente na ADA.

Distribuição Horizontal

Em relação ao Índice de Valor de Importância, as primeiras posições do IVI foram ocupadas por *Urochloa* sp. (43,50%), *Tagetes minuta* (7,29%), *Sida rhombifolia* (5,08%), *Desmodium incanum* (5,02%), *Borreria verticillata* (4,46%), *Cyperus sesquiflorus* (3,30%), *Mimosa pudica* (2,96%), *Euphorbia hirta* (2,70%) e *Baccharis crispa* (2,43%) (**Quadro 6.2-29** e **Figura 6.2-105**). Juntas estas morfoespécies somam 76,77% do VI. As 40 morfoespécies restantes, em conjunto, obtiveram 23,22% do VI, porém todas com valor de VI abaixo de 2%.

Quadro 6.2-29 - Parâmetros e índices fitossociológicos das espécies arbustivas e herbaceas encontradas na amostragem.

Táxon	NI	P	TC	IC	CE	CA	CR	FA	FR	VI	VI%
Urochloa sp.	866	57	2794	57,618	1,106	4656,569	57,618	95,000	29,381	87,000	43,500
Tagetes minuta L.	103	15	332	6,853	0,132	553,841	6,853	25,000	7,732	14,585	7,292
Sida rhombifolia L.	60	12	194	3,992	0,077	322,626	3,992	20,000	6,186	10,178	5,089
Desmodium incanum (Sw.) DC.	58	12	187	3,859	0,074	311,872	3,859	20,000	6,186	10,045	5,022
Borreria verticillata (L.) G.Mey.	49	11	158	3,260	0,063	263,478	3,260	18,333	5,670	8,930	4,465
Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & Kük.	76	3	245	5,057	0,097	408,660	5,057	5,000	1,546	6,603	3,301
Mimosa pudica L.	35	7	113	2,329	0,045	188,199	2,329	11,667	3,608	5,937	2,968
Euphorbia hirta L.	27	7	87	1,796	0,034	145,182	1,796	11,667	3,608	5,405	2,702
Baccharis crispa Spreng.	19	7	61	1,264	0,024	102,165	1,264	11,667	3,608	4,872	2,436
Chamaecrista sp. 01	26	4	84	1,730	0,033	139,805	1,730	6,667	2,062	3,792	1,896
Mimosa pigra L.	22	4	71	1,464	0,028	118,296	1,464	6,667	2,062	3,526	1,763
Desmodium sp. 01	25	3	81	1,663	0,032	134,428	1,663	5,000	1,546	3,210	1,605
Ctenodon elegans (Schltdl. & Cham.) D.B.O.S.Cardoso & A.Delgado	31	2	100	2,063	0,040	166,690	2,063	3,333	1,031	3,093	1,547
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	5	4	16	0,333	0,006	26,886	0,333	6,667	2,062	2,395	1,197
Melinis minutiflora P.Beauv.	9	3	29	0,599	0,011	48,394	0,599	5,000	1,546	2,145	1,073
Poaceae sp. 01	15	2	48	0,998	0,019	80,657	0,998	3,333	1,031	2,029	1,014
Aeghiphila sp.	3	3	10	0,200	0,004	16,131	0,200	5,000	1,546	1,746	0,873
Mesosphaerum suaveolens (L.) Kuntze	7	2	23	0,466	0,009	37,640	0,466	3,333	1,031	1,497	0,748
Zornia latifolia Sm.	10	1	32	0,665	0,013	53,771	0,665	1,667	0,515	1,181	0,590
Ageratum fastigiatum (Gardner) R.M.King & H.Rob.	2	2	6	0,133	0,003	10,754	0,133	3,333	1,031	1,164	0,582
Amaranthus spinosus L.	2	2	6	0,133	0,003	10,754	0,133	3,333	1,031	1,164	0,582

Táxon	NI	P	TC	IC	CE	CA	CR	FA	FR	VI	VI%
Cyperus aggregatus (Willd.) Endl.	2	2	6	0,133	0,003	10,754	0,133	3,333	1,031	1,164	0,582
Emilia fosbergii Nicolson	2	2	6	0,133	0,003	10,754	0,133	3,333	1,031	1,164	0,582
Sida urens L.	2	2	6	0,133	0,003	10,754	0,133	3,333	1,031	1,164	0,582
Chamaecrista nictitans (L.) Moench	6	1	19	0,399	0,008	32,263	0,399	1,667	0,515	0,915	0,457
Desmodium barbatum (L.) Benth.	5	1	16	0,333	0,006	26,886	0,333	1,667	0,515	0,848	0,424
Mimosa sp.	4	1	13	0,266	0,005	21,508	0,266	1,667	0,515	0,782	0,391
Baccharis trinervis Pers.	3	1	10	0,200	0,004	16,131	0,200	1,667	0,515	0,715	0,358
NI 03	3	1	10	0,200	0,004	16,131	0,200	1,667	0,515	0,715	0,358
Solanum americanum Mill.	3	1	10	0,200	0,004	16,131	0,200	1,667	0,515	0,715	0,358
Asteraceae sp.	2	1	6	0,133	0,003	10,754	0,133	1,667	0,515	0,649	0,324
Mikania sp.	2	1	6	0,133	0,003	10,754	0,133	1,667	0,515	0,649	0,324
NI 01	2	1	6	0,133	0,003	10,754	0,133	1,667	0,515	0,649	0,324
Waltheria indica L.	2	1	6	0,133	0,003	10,754	0,133	1,667	0,515	0,649	0,324
Asclepias curassavica L.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Chromolaena laevigata (Lam.) R.M.King & H.Rob.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Chromolaena odorata (L.) R.M.King & H.Rob.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Clidemia sp.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Desmodium sp.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Leandra aurea (Cham.) Cogn.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Miconia albicans (Sw.) Steud	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Myrcia splendens (Sw.) DC.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291

Táxon	NI	P	TC	IC	CE	CA	CR	FA	FR	VI	VI%
NI 02	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Peltaea polymorpha (A.St.-Hil.) Krapov. & Cristóbal	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Pleoroma sp.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
pteridium sp.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Sesbania virgata (Cav.) Poir.	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Vernonanthura polyanthes (Sprengel) Vega & Dematteis	1	1	3	0,067	0,001	5,377	0,067	1,667	0,515	0,582	0,291
Total Geral	**150**	**60**	**4849**	**100**	**1,919**	**8081,782**	**100,000**	**323,333**	**100**	**200**	**100**

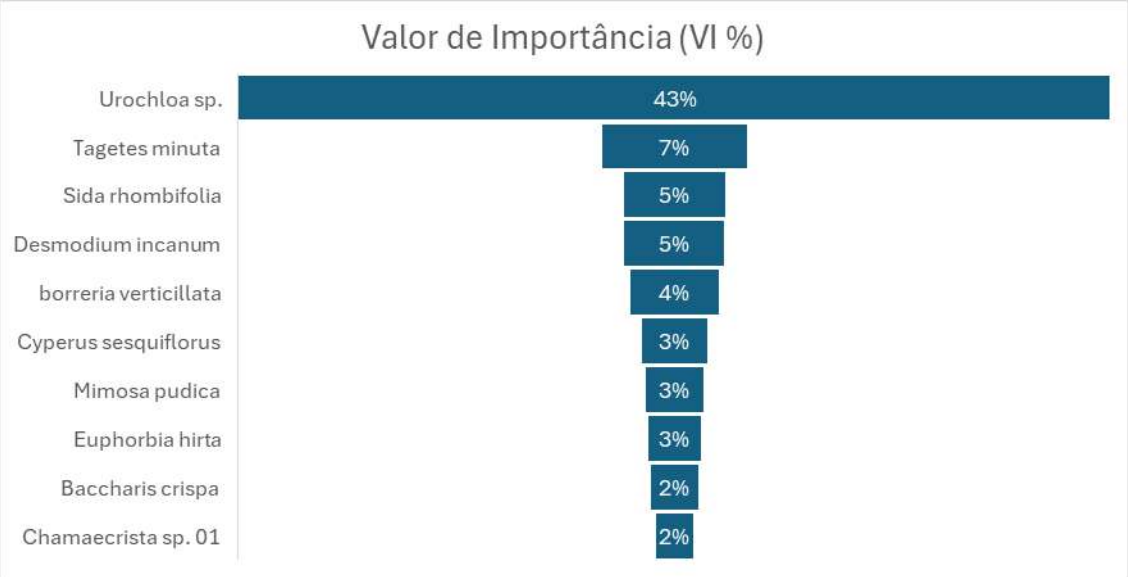


Figura 6.2-105 - Abundância das espécies na amostragem do estrato herbáceo da tipologia Área Antropizada, presente na ADA.

6.2.1.7.1.15.3. Caracterização do Estágio Sucessional- Área de Uso Antrópico

A Área de Uso Antrópico apresenta o estrato arbustivo e herbáceo dominado por espécies ruderais, pioneiras e invasoras e baixa representatividade de espécies exigentes ou tardias. Esses elementos caracterizam um ambiente antropizado, em processo de regeneração ou sob pressão ecológica.

A análise fitossociológica do estrato arbustivo revela uma comunidade vegetal fortemente influenciada por fatores antrópicos, caracterizada pela predominância de espécies ruderais, pioneiras e exóticas. Os maiores valores de IVI foram atribuídos a táxons como *Mimosa pigra*, *Piper aduncum*, *Solanum paniculatum* e *Nicotiana glauca*, os quais são reconhecidos por sua elevada capacidade de colonização em ambientes perturbados, elevada densidade populacional e ampla distribuição espacial. A dominância dessas espécies no estrato arbustivo indica um estágio sucessional inicial, com baixa complexidade estrutural e reduzida presença de espécies clímax ou exigentes em termos ecológicos.

A presença de espécies invasoras e espontâneas, reforça o diagnóstico de uma área sob influência antrópica direta ou indireta, possivelmente oriunda de atividades como pastagem, agricultura abandonada ou fragmentação florestal.

Do ponto de vista ecológico, esse cenário demanda atenção quanto ao controle de espécies invasoras e ao monitoramento da sucessão vegetal, visando à promoção da diversidade funcional e à recuperação da estrutura original do ecossistema. Estratégias de manejo devem

priorizar a conservação da vegetação nativa, o enriquecimento com espécies secundárias e tardias, e a mitigação de distúrbios que favoreçam o avanço de espécies oportunistas.

A composição florística em área antropizada é caracterizada por espécies herbáceas e arbustivas espontâneas, além de arbóreas pioneiras. Também é notório ressaltar a dominância das espécies exóticas: *Urochloa sp.(capim-braquiaria)* e *Tagetes minuta* (cravo-de-difunto) que representam 64% da cobertura viva o que reafirma a classificação da área como antropizada.

Sobretudo, vegetação herbácea, destaque para predominância espécies não nativas, resultando em um valor de cobertura das espécies exóticas maior do que o valor de cobertura das espécies nativas. Contudo, apesar da área se classificada como Uso Antrópico, tendo em vista aspectos discutidos neste estudo, também foi analisada a Resolução CONAMA Nº 423, de 12 de abril de 2010 que dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica, corroborado o fato de mesmo se fosse classificada como formação campestre, tratar-se de vegetação em estágio inicial de regeneração, caracterizadas por serem remanescentes de vegetação que apresentam representatividade de espécies exóticas ou ruderais correspondendo a 50% ou mais da cobertura vegetal viva, bem como a ausência ou presença esporádica de espécies raras e endêmicas. Além disso, foi observada uma baixa diversidade vegetal com predomínio de espécies herbáceas como gramíneas e de ampla distribuição.

De acordo com os parâmetros da resolução CONAMA nº 423 a área apresenta:

a) remanescentes de vegetação campestre com porção subterrânea incipiente ou ausente;
b) fisionomia herbácea aberta, com índice de cobertura vegetal viva inferior a 50%, medido no nível do solo;
c) representatividade de espécies exóticas ou ruderais correspondendo a 50% ou mais, da cobertura vegetal viva;
d) ausência ou presença esporádica de espécies raras e endêmicas;
e) Espécies indicadoras conforme Anexo I da resolução.

6.2.1.7.1.16. Epífitas

No estudo da ADA integrada, considerando as barragens 6 e 7, assim como as Grotas 2 e 3, além do Dique Auxiliar da B5 e barragem 8, foram identificadas 10 (dez) espécies que possuem a forma de vida epifítica (**Figura 6.2-106** e **Figura 6.2-107**), pertencente a sete famílias botânicas e dez gêneros (**Quadro 6.2-30**). Em relação às formas de vida das espécies epífitas encontradas na área de intervenção, todas são herbáceas.

Todas as espécies são de origem nativa, e três (30 %) são endêmicas da Mata Atlântica, sendo elas, *Philodendron propinquum*, *Lomaridium plumieri e Polybotrya speciosa*.

Apesar de não constarem em Listas de espécies ameaçadas, a espécie *Epiphyllum phyllanthus* são citadas no Apêndice I da CITES (Comercio internacional restrito). Enquanto as espécies da família Orchidaceae (*Cattleya bicolor* e *Encyclia* sp.) são Listadas na CITES Apêndice II.

Quadro 6.2-30 - Lista de espécies epífitas encontradas na ADA.

Nome Científico	Nome popular	Família	Grau de vulnerabilidade
			MMA, 2022
Philodendron propinquum Schott	imbé	Araceae	-
Lomaridium plumieri (Desv.) C. Presl	samambaia	Blechnaceae	-
Aechmea sp.	ninho-de-passarinho	Bromeliaceae	-
Tillandsia stricta Sol.	tilandisia	Bromeliaceae	-
Epiphyllum phyllanthus (L.) Haw.	-	Cactaceae	-
Polybotrya speciosa Schott	-	Dryopteridaceae	-
Cattleya bicolor Lindl.	catleia	Orchidaceae	-
Encyclia sp.	orquidea	Orchidaceae	-
Microgramma squamulosa (Kaulf.) de la Sota	-	Polypodiaceae	-
Serpocaulon catharinae (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	-	Polypodiaceae	-



Figura 6.2-106 - Registro de *Encyclia* sp. (Orchidaceae), em fragmento classificado como estágio avançado.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.



Figura 6.2-107 - Registro de samambaia em fragmento classificado como estágio de sucessão avançado.

Fonte: Concremat Ambiental, 2024.

6.2.1.7.1.17. Trepadeiras

No estudo da ADA integrada, considerando as barragens 6 e 7, assim como as Grotas 2 e 3, além do Dique Auxiliar da B5 e barragem 8 foram registradas 25 morfoespécies de plantas trepadeiras na área de intervenção, pertencentes a 15 famílias e 20 gêneros botânicas. A família Asteraceae apresenta a maior riqueza de espécies (seis; 24,00%), seguida por Fabaceae (cinco; 20,00%) e Vitaceae (duas; 8,00%), as demais famílias apresentam uma espécie cada (**Figura 6.2-108**). O gênero *Mikania* apresenta maior riqueza (quatro; 16,00%); seguido por *Baccharis* e *Cissus* (duas spp. cada; 8,00% cada), os demais gêneros apresentam uma espécie cada.

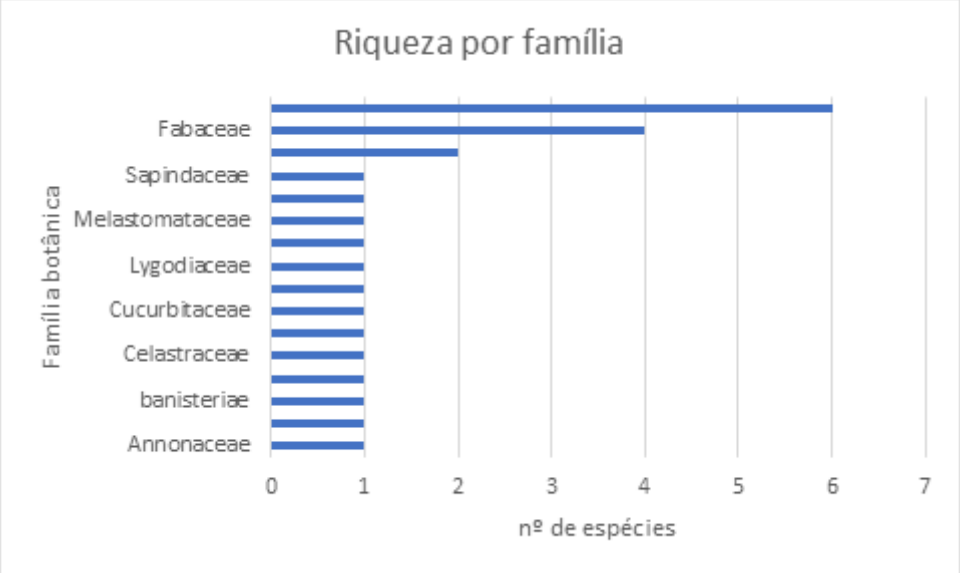


Figura 6.2-108 - Riqueza de famílias das espécies trepadeiras identificadas na Área Diretamente Afetada

Em relação ao substrato de desenvolvimento das espécies trepadeiras encontradas na área de intervenção, a maioria é terrícola (19; 76,00%), seguida pelas rupícolas/terrícolas (quatro; 16,00%), pelas hemiepífitas/terrícolas (uma; 4,00%) e pelas aquática/epífita/rupícola/terrícola (uma; 4,00%). Quanto ao grupo ecológico, cinco espécies são classificadas como pioneiras (20,00%) e quatro como secundárias (16,00%), sendo que as demais 18 espécies não possuem dados sobre a qual grupo ecológico pertencem (**Quadro 6.2-32**).

Das 25 espécies, 23 são nativas (92,00%) e duas são naturalizadas (8,00%). Apenas uma espécie é endêmica, *Banisteriopsis argyrophylla*, e ocorre apenas no Bioma Cerrado.

Quadro 6.2-31 - Lista de espécies trepadeiras identificadas na área de intervenção

Nome Científico	Família	Origem	Grupo ecológico	Grau de vulnerabilidade MMA, 2022
Annona sp.	Annonaceae	Nativa	-	-
Oxypetalum sp.	Apocynaceae	Nativa	-	-
Baccharis sp.	Asteraceae	Nativa	-	-
Baccharis trinervis Pers.	Asteraceae	Nativa	-	-
Macroptilium atropurpureum (Sessé & Moc. ex DC.) Urb.	Asteraceae	Nativa	-	-
Mikania glomerata Spreng.	Asteraceae	Nativa	-	-
Mikania glomerata Spreng.	Asteraceae	Nativa	-	-
Mikania sp.	Asteraceae	Nativa	-	-

Nome Científico	Família	Origem	Grupo ecológico	Grau de vulnerabilidade MMA, 2022
Mikania banisteriae DC.	Asteraceae	Nativa	-	-
*Pyrostegia venusta (*Ker Gawl.) Miers	Bignoniaceae	Nativa	Pioneira	-
*Salacia elliptica (*Mart.) G. Don	Celastraceae	Nativa	Secundária	-
Ipomoea cynanchifolia Meisn.	Convolvulaceae	Nativa	-	-
Momordica charantia L.	Cucurbitaceae	Naturalizada	Pioneira	-
Dioscorea laxiflora Mart. ex Griseb.	Dioscoreaceae	Nativa	-	-
Betencourtia scarlatina (Mart. ex Benth.) L.P.Queiroz	Fabaceae	Nativa	Pioneira	-
Machaerium brasiliense Vogel	Fabaceae	Nativa	Pioneira	-
Piptadenia adiantoides (Spreng.) J.F.Macbr.	Fabaceae	Nativa	-	-
Senna sp.	Fabaceae	Nativa	-	-
Lygodium volubile Sw.	Lygodiaceae	Nativa	Secundária	-
Banisteriopsis argyrophylla	Malpighiaceae	Nativa	-	-
Miconia sp.	Melastomataceae	Nativa	-	-
Piper sp.	Piperaceae	Nativa	-	-
Paullinia carpopoda Cambess.	Sapindaceae	Nativa	Secundária	-
Cissus erosa Rich.	Vitaceae	Nativa	-	-
Cissus verticillata (L.) Nicolson & C.E.Jarvis	Vitaceae	Nativa	Secundária	-

Levantamento Florístico - Análise Compilada para a ADA Integrada

6.2.1.7.1.18. Espécies arbóreas (Dique Auxiliar B5, B6, B7A, Grotas 2 e 3, e B8B)

Na análise da composição florística de espécies arbóreas na ADA foram considerados os estudos realizados para: I) Barragens B6 e B7A, bem como as Grotas 2 e 3; II) Contenção Emergencial no Dique Auxiliar da B5; III) Descaracterização do Dique Auxiliar da B5; IV) Árvores com Risco de Queda no Acesso para o Dique Auxiliar da B5 e V) Descaracterização da Barragem 8B, sendo todos os componentes localizados na Mina Água Claras (MAC).

Para análise florística das espécies arbóreas dos estudos para o Dique Auxiliar B5, barragem 8B, barragens B6 e B7A, bem como as Grotas 2 e 3, foram registrados um total de 328 táxons,

distribuídos entre 58 famílias botânicas e 154 gêneros. Entre as morfoespécies, 242 foram identificadas a nível específico, 20 foram identificadas até o nível de família, 55 foram identificadas até a nível de gênero e 11 não puderam ser identificadas. A lista de espécies completa pode ser consultada no **Anexo 6.2.1-2**.

A diversidade associada a cada estrutura é apresentada na **Figura 6.2-109**. A área com maior porção de vegetação impactada é no entorno das barragens B6 e B7A, por isso foi possível observar maior diversidade de espécies arbóreas distribuídas em 4 classes de uso de solo: Área Antropizada com árvores Isoladas; Floresta Estacional em estágio Inicial, Médio e Avançado. No total foram registrados 294 táxons no levantamento feito na área das barragens B6 e B7A e das Grotas 2 e 3. Enquanto foram registrados 90 táxons para a ADA da barragem 8B e 85 táxons para todas as áreas associadas às obras emergenciais do dique auxiliar da B5.

Em relação a diversidade associada as tipologias de uso do solo, destaque para a classe de Floresta Estacional Semidecidual em estágio avançado, com o registro de 178 espécies arbóreas, representando cerca de 55% das espécies registradas.

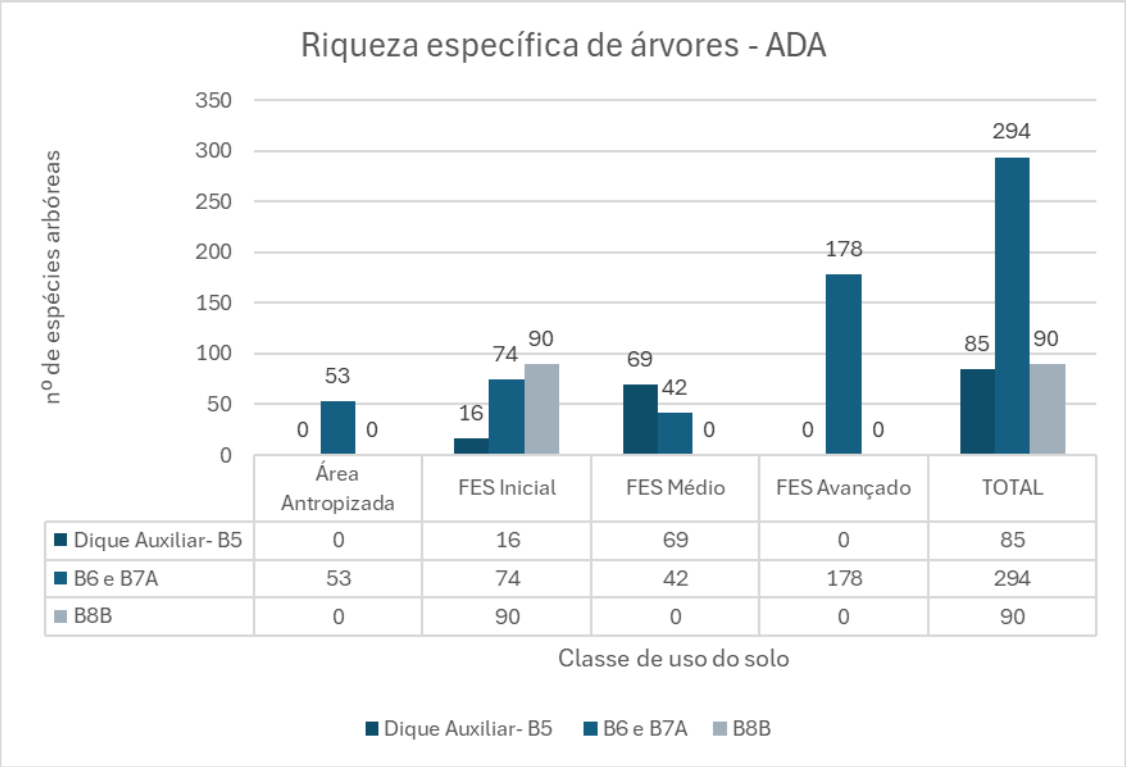


Figura 6.2-109 - Riqueza de espécies arbóreas registrada nos estudos da ADA.
Fonte: Concremat Ambiental, 2025.

Em relação à riqueza, a família Fabaceae se destacou sobre as demais com 51 espécies (15,5%); seguida de Myrtaceae com 45 espécies (13,7%) e Rubiaceae e Lauraceae com 17 espécies cada (5,2%), conforme visualizado na **Figura 6.2-110**. A riqueza das três famílias mais representativas somadas representa cerca de 40% espécies arbóreas na área diretamente afetada.

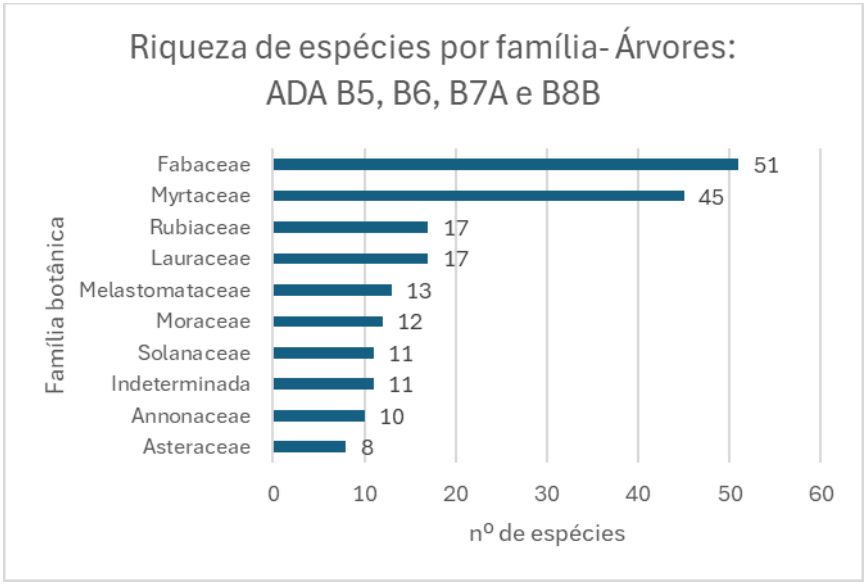


Figura 6.2-110 - Riqueza de espécies arbóreas por família botânica registrada na ADA do Dique Auxiliar B5, barragem 8B e barragens B6 e B7A, bem como as Grotas 2 e 3.
Fonte: Concremat Ambiental, 2025.

Em relação a origem, 296 espécies são nativas do Brasil, representando 98% da riqueza total, enquanto 7 espécies (2%) são consideradas naturalizadas segundo a Flora do Brasil (**Figura 6.2-111**).

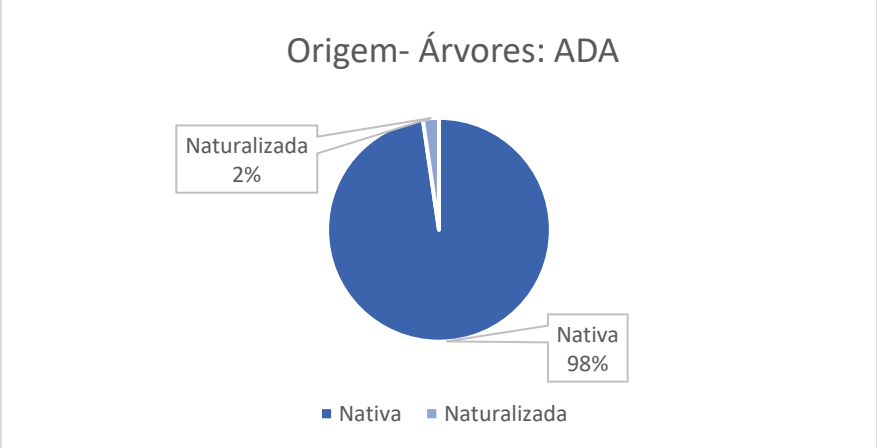


Figura 6.2-111 - Origem das espécies arbóreas registrada na ADA
Fonte: Concremat Ambiental, 2025.

Em relação ao grupo ecológico, 112 espécies foram classificadas como Secundárias, 76 espécies como Pioneira e 16 como Climácica e 126 táxons não puderam ser classificados, seja por falta de informação na literatura ou identificação a nível de família, genero e táxons indeterminados (**Figura 6.2-112**).

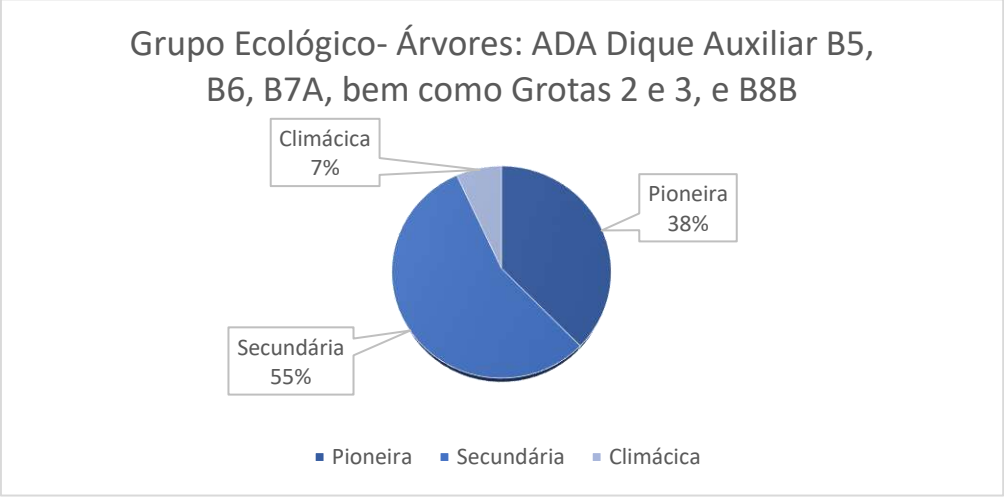


Figura 6.2-112 - Grupo ecológico das espécies arbóreas registrada na ADA
Fonte: Concremat Ambiental, 2025

Em relação ao endemismo, 89 espécies são endêmicas do território nacional, enquanto 138 não são endêmicas do Brasil (**Figura 6.2-113**). O resultado ressalta a importancia da região reconhecida como *hotspot* de diversidade e com a ocorrência de muitas espécies exclusivas do Brasil.

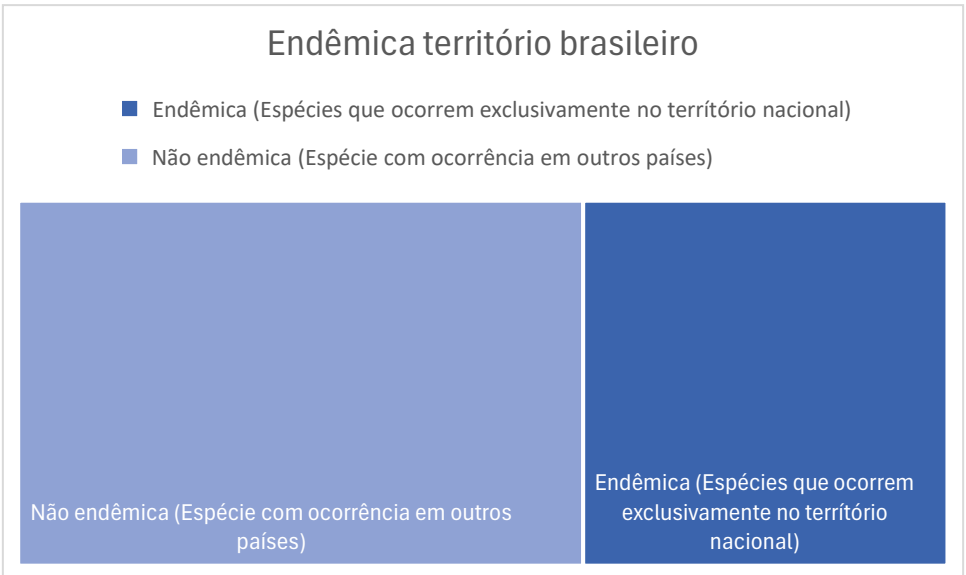


Figura 6.2-113 - Endemismo (Brasil) espécies arbóreas registrada na AIDA.
Fonte: Concremat Ambiental, 2025

Em relação a ocorrência restritas aos domínios fitogeográficos, 35 espécies ocorrem exclusivamente na Mata Atlântica, 8 endêmicas do Cerrado e 49 espécies tem ocorrência nos domínios Mata Atlântica e Cerrado (**Figura 6.2-114**).

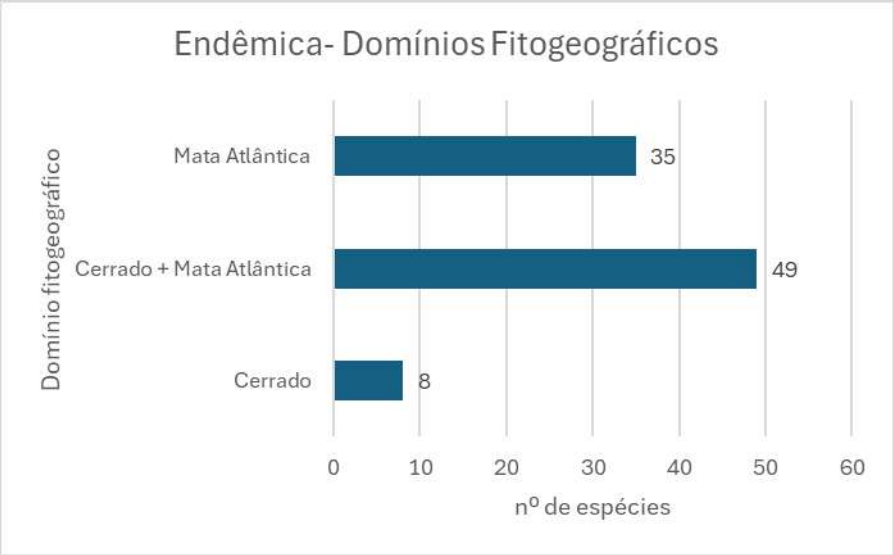


Figura 6.2-114 - Endemismo (Domínios fitogeográficos) das espécies arbóreas registrada na ADA.
Fonte: Concremat Ambiental, 2025

As possíveis utilizações das espécies amostradas foram verificadas através de consultas a bibliografias especializadas (LORENZI, 2008; LORENZI, 2002; LORENZI, 2009; CARVALHO, 2003; CARVALHO, 2006; CARVALHO, 2008; CARVALHO, 2010; CARVALHO, 2014). O conjunto de informações encontradas foi sobre uso madeireiro, medicinal, recuperação de áreas degradadas, ornamental e paisagística, uso na alimentação humana, carvão e lenha, atraente para fauna silvestre. Foram encontrados dados para 52 das 70 morfoespécies encontradas. O resultado dessa pesquisa pode ser consultado no **Anexo 6.2.1-2**, juntamente com as informações sobre o Hábito, Grupo Ecológico, Uso Potencial, Fenologia, Endemismo, Distribuição Geográfica, Domínio Fitogeográfico e Origem.

As espécies indicadas para Recuperação de Áreas Degradadas e projetos de Reflorestamento foram as mais representativas, com 183 ocorrências, seguida do uso Alimentício e Medicinal, que foi identificado para 143 espécies (**Figura 6.2-115**).

Outro destaque são para as espécies atrativas da fauna, dos 328 táxons registrados neste estudo, 130 são classificados como atrativos para a fauna.

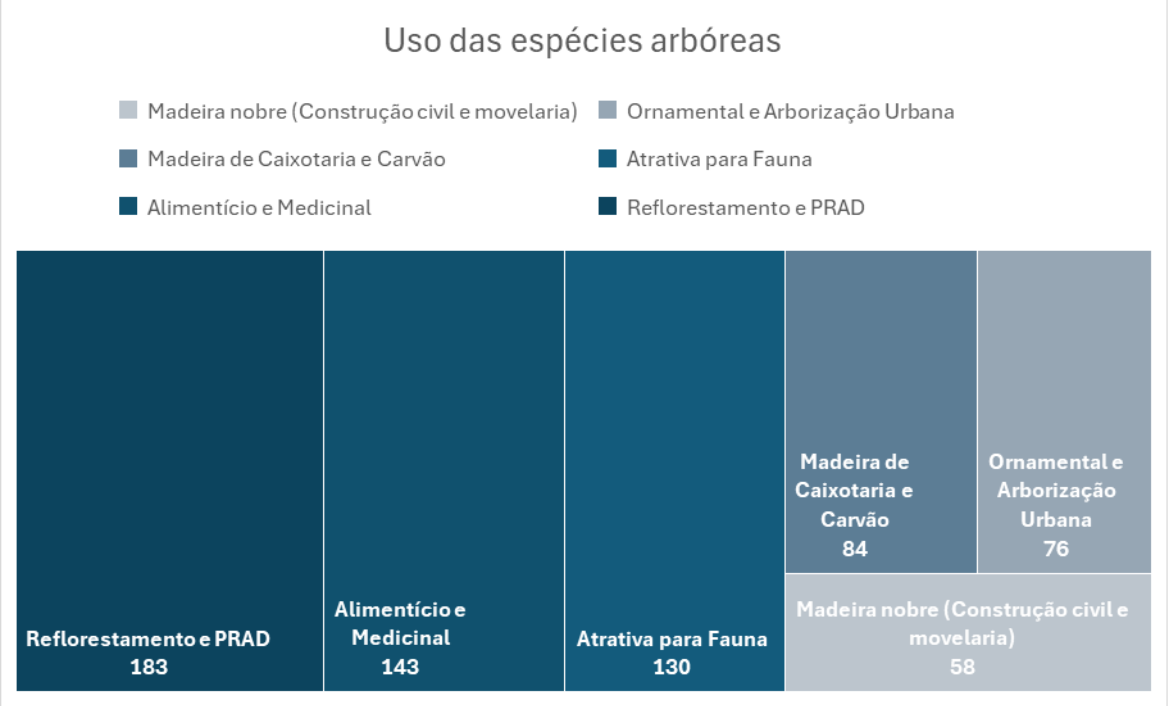


Figura 6.2-115 - Uso associado as espécies arbóreas registrada na ADA.

Fonte: Concremat Ambiental, 2025

6.2.1.7.1.19. Espécies de Flora Ameaçadas de Extinção e Imunes Ao Corte

Todas as espécies arbóreas registradas no levantamento florístico da ADA considerando os componentes: I) Barragens B6 e B7A, bem como as Grotas 2 e 3; II) Contenção Emergencial no Dique Auxiliar da B5 ; III) Descaracterização do Dique Auxiliar da B5; IV) Árvores com Risco de Queda no Acesso para o Dique Auxiliar da B5 e V) Descaracterização da Barragem 8B, foram investigadas quanto aos seus atributos ecológicos, tais como hábito, origem e estado de conservação, endemismo e distribuição geográfica. A verificação do estado de conservação das espécies registradas no presente estudo foi feita através de consulta aos instrumentos normativos e listas de espécies ameaçadas de extinção listados a seguir:

- Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 07 de junho de 2022, que Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção;

- Lei nº 20.308, de 27 de julho de 2012 – Altera a Lei nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Mina Gerais, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*).

- Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988, que declara de interesse comum, de preservação permanente e ipê-amarelo.

Durante os levantamentos de campo na Área Diretamente Afetada foi registrada uma espécie considerada imune de corte ou especialmente protegida no estado de Minas Gerais, a espécie *Handroanthus ochraceus* (ipê-amarelo), de acordo com a Lei Estadual nº 20.308 de 27/07/2012 (MINAS GERAIS, 2012). Já a espécie *Araucaria angustifolia* é protegida pelo Decreto Estadual nº 46.602/2014 (MINAS GERAIS, 2014), apenas quando os indivíduos estiverem em fragmento de vegetação nativa, como ocorre neste estudo, em que a espécie está localizada em fragmento de FES Médio.

Através de consulta às principais referências sobre o estado de conservação das espécies vegetais, foram encontradas oito (8) espécies presentes na área de estudo, citadas em pelo menos uma das listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção e/ou legislações que dispõem sobre proibição de corte (**Quadro 6.2-32**).

Desse total, quatro (4) são classificadas como “Vulnerável (VU)”: *Xylopia brasiliensis*, *Apuleia leiocarpa*, *Dalbergia nigra* e *Melanoxylon brauna* (**Figura 6.2-116** e **Figura 6.2-117**), enquanto três (3) espécies são classificadas como “Em Perigo (EN)”: *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* (**Figura 6.2-118** e **Figura 6.2-119**) e *Virola bicuhyba* (**Figura 6.2-118** e **Figura 6.2-119**). (MMA, 2022).



Figura 6.2-116 - Registro da espécie *Melanoxylon brauna* (braúna) na ADA da B7A - (FES avançado).

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-117 - Registro da espécie *Melanoxylon brauna* (braúna) na. ADA da B7A - (FES avançado).

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-118 - Registro da espécie *Cedrela fissilis* (cedro) na ADA da B6 – (Área de uso antrópico).

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-119 - Registro da espécie *Cedrela fissilis* (cedro) na ADA da B6 – (Área de uso antrópico).

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-120 - Registro da espécie *Virola bicuhyba* (ucuuba) na ADA da B7A - (FES avançado).

Fonte: Concremat Ambiental, 2024



Figura 6.2-121 - Registro da espécie *Virola bicuhyba* (ucuuba) na ADA da B7A - (FES avançado).

Fonte: Concremat Ambiental, 2024

Quadro 6.2-32 - Lista de Espécies citadas em pelo menos uma das listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção e/ou legislações que dispõem sobre proibição de corte.

Taxonomia			EIA Obras Emergenciais Dique Auxiliar da B5		PUP Barragem 8B	PIA B6, B7A e Grotas 2 e 3				Dados ecológicos e de Distribuição das espécies			Grau de vulnerabilidade (2025)
Família	Nome Científico	Nome Popular	FES- Médio-Dique Auxiliar B5	FES Inicial e Área Antropizada Dique Auxiliar B5	Censo de árvores isoladas-B8B	Área Antropizada-B6 e B7A	FES-Inicial-B6 e B7A	FES-Avançado - B6 e B7A	FES-Médio-B6 e B7A	Grupo Ecológico	Endêmica Brasil	Endemismo	MMA, 2022
Annonaceae	*Xylopia brasiliensis* Spreng.	pindaíba	X	-	X	-	-	X	-	Secundária	Endêmica	MATLA	VU
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze	araucária	-	-	-	-	-	X	X	Não Classificado	Não endêmica	MATLA	EN
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus (*Cham.) Mattos	ipê-do-cerrado	-	-	-	-	-	-	-	Secundária	Não endêmica	-	-
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.	Garapa	X	-	-	-	-	-	-	Secundária	Não endêmica	-	VU
Fabaceae	*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-da-bahia	X	X	X	-	X	X	-	Pioneira	Endêmica	MATLA	VU
Fabaceae	*Melanoxylon brauna Schott*	braúna	-	-	X	-	-	X	-	Secundária	Endêmica		VU
Meliaceae	*Cedrela fissilis* Vell.	cedro-rosa	-	-	-	X	-	-	-	Pioneira	Não endêmica	-	EN
Myristicaceae	*Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb.	bicuíba	-	-	X	-	-	X	-	Climácica	Endêmica	MATLA	EN

Legenda: CERR = Cerrado/MATLA = Mata atlântica / EN = Em perigo / VU = Vulnerável / LC = Pouco preocupante

Em relação a ocorrência ao longo da ADA, a espécie *Apuleia leiocarpa* foi registrada apenas na região do Dique Auxiliar B5; as espécies *Xylopia brasiliensis* e *Dalbergia nigra* ocorrem nas áreas do Dique Auxiliar B5, B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3 e Barragem 8B; enquanto as espécies *Araucaria angustifolia*, *Handroanthus ochraceus* e *Cedrela fissilis* foram registradas apenas no estudo para B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3. Já as espécies *Melanoxylon brauna* e *Virola bicuhyba* foram registradas no estudo para B6, B7A, bem como Grotas 2 e 3, e Barragem 8B. **(Quadro 6.2-33**).

Quadro 6.2-33 - Tabela resumo das espécies ameaçadas ou protegidas encontradas no estudo.

Família	Nome Científico	Nome Popular	Localização na ADA	MMA, 2022
Annonaceae	*Xylopia brasiliensis* Spreng.	pindaíba	Dique Auxiliar B5, B6 e B7A, Barragem 8B (FES avançado)	VU
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze	araucaria	B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3 (FES médio)	EN
Bignoniaceae	*Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos	ipê-do-cerrado	B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3 (FES incial)	-
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.	garapa	Dique Auxiliar B5 (FES médio corte seletivo)	VU
Fabaceae	*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-da-bahia	Dique Auxiliar B5, B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3, Barragem 8B (FES inicial, avançado e médio)	VU
Fabaceae	*Melanoxylon brauna* Schott	braúna	B6, B7A, bem como Grotas 2 e 3 e Barragem 8B (FES avançado)	VU
Meliaceae	*Cedrela fissilis* Vell.	cedro-rosa	B6 e B7A, bem como Grotas 2 e 3 (Área de uso antrópico)	EN
Myristicaceae	*Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb.	bicuíba	B6, B7A, bem como Grotas 2 e 3 e Barragem 8B (FES avançado)	EN

6.2.1.8. Análise Comparada entre Dados Primários e Secundários

Como apotado neste estudo, a Mina Águas Claras (MAC), localizada no municpio de Nova Lima, está inserida no contexto regional em área prioritária para conservação da biodiversidade e marginal a diversas Unidades de Conservações. Diante disso, o estudo encontrou resultados satísfatórios para o disgnóstico de flora, abordando o tema em diferentes escalas espaciais, permitindo uma comparação entre a Flora Regional (dados secundários) e Flora Local (dados primários). É importante ressaltar que cerca de 64% da ADA é representada por Áreas de Uso Antrópico, com árvores isoladas e os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual estão na margem do grande maciço florestal presente na região.

Por meio da análise comparada na composição florística, pode-se afirmar que a diversidade total registrada com os dados secundários é maior em comparação a diversidade na Área de Intervenção (dados primários). Enquanto foram encontradas 1.897 espécies para o município

de Nova Lima, no estudo da área de intervenção foram registradas 432 espécies vegetais. Contudo, 88% das espécies registradas em dados secundários não serão diretamente afetadas pelas intervenções.

Dentre as famílias com maior diversidade, destaque para Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Rubiaceae e Poaceae, tanto na flora regional quanto na flora da área diretamente afetada pelas obras.

Em relação a forma de vida, no estudo da Flora Regional (Dados Secundários), as ervas representam cerca de 36% da riqueza (661 espécies); seguidas de Arbustos (20% e 369 espécies), Árvores (19% e 345 espécies), Subarbustos (18% 317 espécies) e Lianas/trepadeiras (7% e 125 espécies). Já no estudo da Flora na ADA, destaque para as diversidade de árvores com 328 espécies, seguido das ervas com 45 espécies.

A diferença na riqueza de espécies do estrato herbáceo (**Figura 6.2-122**), comparando dados primários e secundários, corrobora os resultados que identificaram o capim brachiaria com maior abundância e valor de importância na distribuição horizontal do estrato herbaceo do estudo na ADA.

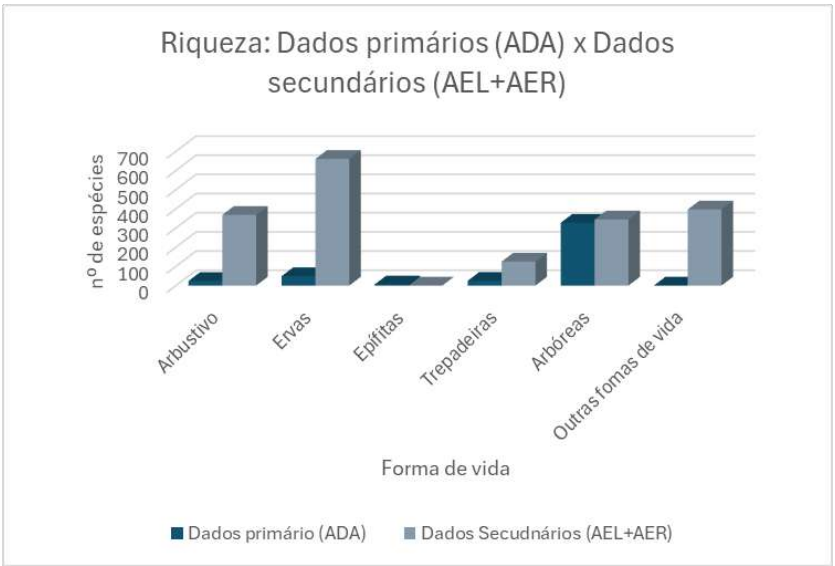


Figura 6.2-122 - Riqueza associada a formas de vida para espécies encontradas (Dados Primários x Dados Secundários) –

Fonte: Concremat, 2025

Em relação à forma de vida, destacou-se a equivalência na diversidade do estrato arbóreo entre os dados primários e secundários. Esse resultado reflete o esforço empregado no estudo desse estrato, que incluiu tanto o censo de árvores isoladas quanto a amostragem em fragmentos de Floresta Estacional.

Dentre as 1.897 espécies registradas com base em dados de herbário, foram encontradas 52 com status de ameaça de extinção de acordo com a Lista de espécies do MMA, 2022. Dentre estes, 32 espécies são classificadas como Em Perigo (EN), 16 espécies como Vulnerável (VU) e 4 espécies como Criticamente em Perigo (CR). Contudo, é importante destacar que dentre as 52 espécies ameaçadas, 24 são endêmicas do estado de Minas Gerais e só ocorrem nesta federação.

Em contrapartida, no estudo com os dados primários, foram encontradas oito (8) espécies presentes na área de estudo, citadas em pelo menos uma das listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção e/ou legislações que dispõem sobre proibição de corte. Desse total, quatro (4) são classificadas como “Vulnerável (VU)”; três (3) espécies são classificadas como “Em Perigo (EN)”, segundo o MMA e uma (01) espécie é imune ao corte de acordo com a Lei Estadual nº 20.308 de 27 de julho de 2012.Nenhuma das vinte e quatro (24) espécies endêmicas do estado de Minas Gerais encontradas no estudo da Flora Reginal, foram localizadas na área de estudo, indicando que os habitats preferenciais destas espécies não estão inseridos na Área de Intervenção.

Contudo, apesar da interferência direta das obras sobre a vegetação local, é notório ressaltar que a área de estudo apresenta alta grau de perturbação em decorrência de décadas de exploração de minério e outras atividades humanas, além da localização dos fragmentos florestais em posição marginal às unidades de conservação local. Pórem, foram encontradas espécies ameaçadas de extinção no presente estudo, mas as espécies identificadas possuem ampla distribuição no território nacional, sendo reconhecidas com status de ameaçadas, o que favoreceu o desenvolvimento de estudos, incluindo os planos de conservação para espécies ameaçadas de extinção. Além disso, o presente estudo apresenta a análise quanto ao risco de sobrevivência *in situ* das espécies de flora oficialmente ameaçadas de extinção.

6.2.1.9. Análise Quanto ao Risco de Sobrevivência in situ das Espécies de Flora Oficialmente Ameaçadas de Extinção

A análise do risco de sobrevivência in situ de espécies ameaçadas avalia as intervenções ou empreendimentos em áreas específicas que podem comprometer a continuidade de populações em seus habitats naturais. Essa ferramenta é essencial para subsidiar a definição de estratégias de conservação, bem como para orientar a implementação de medidas mitigadoras, visando assegurar a perpetuação das espécies.

A classificação das espécies ameaçadas leva em consideração critérios quantitativos e qualitativos, como a redução da população, a distribuição geográfica, viabilidade populacional e perda de habitat. Dentre as medidas que visam mitigar os impactos à população dessas espécies, as mais usuais são a elaboração e execução de programas de resgate de germoplasma, onde as espécies raras e ameaçadas se tornam alvo de conservação, através de coleta de sementes e transplantio de plântulas. A criação e o monitoramento de unidades de conservação existentes também são medidas efetivas. Além disso, o próprio estudo ambiental contribui para o entendimento acerca das espécies ameaçadas e dos impactos que uma intervenção pode trazer.

Neste tópico serão apresentados os mapas de distribuição das espécies oficialmente ameaçadas de extinção e as principais causas que as levaram a esse status.

Araucaria angustifolia

A *Araucaria angustifolia* é popularmente conhecida como araucária, pinheiro-brasileiro ou pinheiro-do-paraná. Pertence à família Araucariaceae, a qual tem sua distribuição no sul e sudeste do Brasil. Na lista atual de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022), a *A. angustifolia* é classificada como Em Perigo (EN).

Sobre a sua extensa área de ocupação, a exploração indiscriminada colocou-a na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e atualmente está situada na categoria criticamente em perigo em nível global, segundo a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (*International Union for Conservation Nature*) (IUCN, 2022).

Como a *Araucaria angustifolia* apresenta uma ampla distribuição geográfica, com ocorrência em diversos estados brasileiros (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais) (**Figura 6.2-123** e **Figura 6.2-124**), e está representada em várias unidades de conservação de proteção integral, não corre risco iminente de extinção devido à supressão vegetal em decorrência das obras na MAC. Além disso, a espécie possui alto

potencial de cultivo e é uma colonizadora de áreas abertas, o que contribui para sua preservação e expansão. Assim, embora tenha sofrido uma redução populacional severa e seja considerada em perigo, não está classificada como criticamente em perigo (CR) neste contexto, conforme a avaliação do CNCFLORA (2012).

O portal SiBBR (Sistema de informação sobre a biodiversidade do Brasil) (SIBBR, 2025), concentra informações sobre a biodiversidade e as ocorrências confirmadas das espécies. De acordo com os dados disponíveis, existem 3.369 registros documentados que contam com coordenadas geográficas.

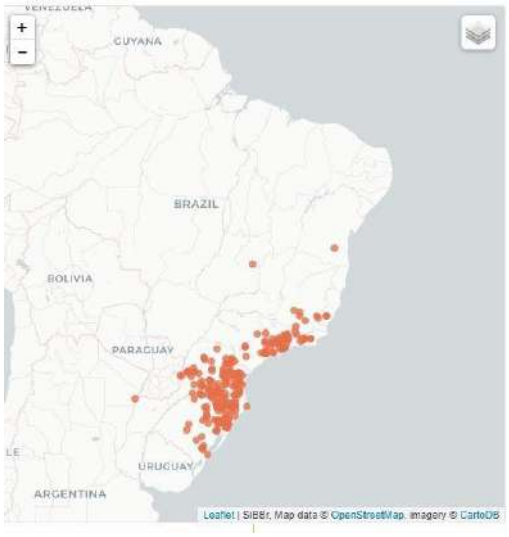


Figura 6.2-123 - Mapa de distribuição de *Araucaria angustifolia* para o Brasil.
Fonte: SIBBR, 2025



Figura 6.2-124 - Mapa de distribuição de *Araucaria angustifolia* para o Brasil.
Fonte: Flora do Brasil, 2025

Dalbergia nigra

D. nigra, conhecida como jacarandá-da-bahia, é classificada como vulnerável (VU) na lista atual de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022), e na Lista vermelha do CNC flora e IUCN (2022). Segundo os critérios da IUCN, as espécies vulneráveis enfrentam um alto risco de extinção na natureza e respondem a qualquer um dos critérios quantitativos de determinação de status (IUCN, 2012).

A espécie tem alto valor econômico, tendo sido considerada a melhor madeira do Brasil para construção civil e fabricação de móveis finos e instrumentos musicais. A extração de sua madeira, no passado, foi intensa, e ainda hoje a exploração ilegal é uma realidade (CNCFLORA, 2021).

A espécie *Dalbergia nigra* ocorre naturalmente em diversas regiões do Brasil, abrangendo os estados do Sul (Paraná), Nordeste (Bahia, Pernambuco, Paraíba, Alagoas e Sergipe), Centro-Oeste (Goiás) e Sudeste (Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo). Sua ampla distribuição geográfica e presença em unidades de conservação de proteção integral indicam que as atividades de supressão vegetal em decorrência das obras na MAC não representam uma ameaça imediata à sua sobrevivência.

Observa-se que a espécie apresenta notável capacidade de adaptação, sendo frequentemente encontrada em áreas com diferentes níveis de perturbação antrópica. Essa característica demonstra sua resiliência e contribui para sua manutenção nos ecossistemas onde ocorre. Embora os registros históricos apontem para uma expressiva redução em suas populações, os dados mais recentes não justificam sua classificação na categoria "Criticamente em Perigo" (CR), mantendo-se na categoria "Em Perigo" (EN) conforme avaliação do CNCFlora, 2021.

A combinação entre sua ampla distribuição, ocorrência em unidades de conservação e adaptabilidade a ambientes modificados sugere que a espécie possui condições favoráveis para sua preservação a médio e longo prazo, desde que mantidas as atuais medidas de proteção.

O portal SiBBR (Sistema de informação sobre a biodiversidade do Brasil) (SIBBR, 2025), concentra informações sobre a biodiversidade e as ocorrências confirmadas das espécies. De acordo com os dados disponíveis, existem 2.011 ocorrências documentadas que contam com coordenadas geográficas apresentadas na **Figura 6.2-125** e **Figura 6.2-126.**

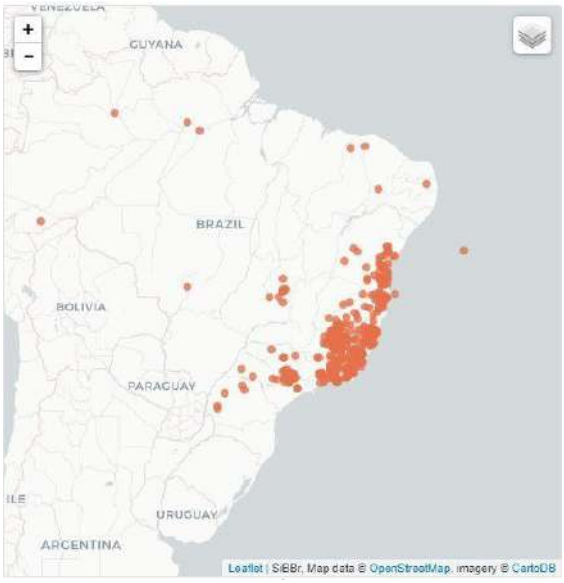


Figura 6.2-125 - Mapa de distribuição de *Dalbergia nigra* para o Brasil.
Fonte: SIBBR, 2025



Figura 6.2-126 - Mapa de registros de *Dalbergia nigra* segundo.
Fonte: CNCFLORA, 2021

Melanoxylum brauna

A *M. brauna* é uma espécie arbórea descrita como uma árvore de grande porte, alcançando até 25 metros de altura. Ocorre na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, em diferentes fitofisionomias. Contudo, é típica de florestas primárias, mas podendo ser encontradas em formações secundárias mais avançadas no estágio regenerativo. Segundo a lista atual de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022), *M. brauna* é classificada como vulnerável (VU). Segundo os critérios da IUCN, as espécies vulneráveis enfrentam um alto risco de extinção na natureza e respondem a qualquer um dos critérios quantitativos de determinação de status (IUCN, 2012).

A madeira, por ser compacta e pesada, remete ao uso intensivo na indústria civil, assim como na confecção de instrumentos musicais, cabos de ferramenta, postes e mourões. A *M. brauna* é uma espécie semidecídua, heliófila, encontrada em florestas tanto primárias como em florestas secundárias tardias (CNCFLORA, 2021).

Melanoxylum brauna possui distribuição natural nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, ocorrendo nos estados de Alagoas, Bahia, Sergipe, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte na região Nordeste, e em todos os estados da região Sudeste. Sua ampla ocorrência geográfica, associada à presença em unidades de conservação de proteção integral, sugere

que a espécie não sofrerá impactos significativos com as atividades de supressão vegetal em decorrência das obras na MAC.

Apesar de ter sofrido redução populacional ao longo do tempo, conforme evidenciado por registros históricos, as avaliações mais recentes realizadas pelo CNCFlora em 2021 indicam que a espécie não preenche os critérios para ser classificada como "Criticamente em Perigo" (CR), mantendo-se na categoria "Vunerável" (VU). Essa classificação leva em consideração sua distribuição relativamente ampla e a existência de populações estáveis em áreas protegidas. O portal SiBBR (Sistema de informação sobre a biodiversidade do Brasil) (SIBBR, 2025) concentra informações sobre a biodiversidade e as ocorrências confirmadas das espécies. De acordo com os dados disponíveis existem 1.301 ocorrências documentadas que contam com coordenadas geográficas, apresentadas na **Figura 6.2-127** e **Figura 6.2-128.**

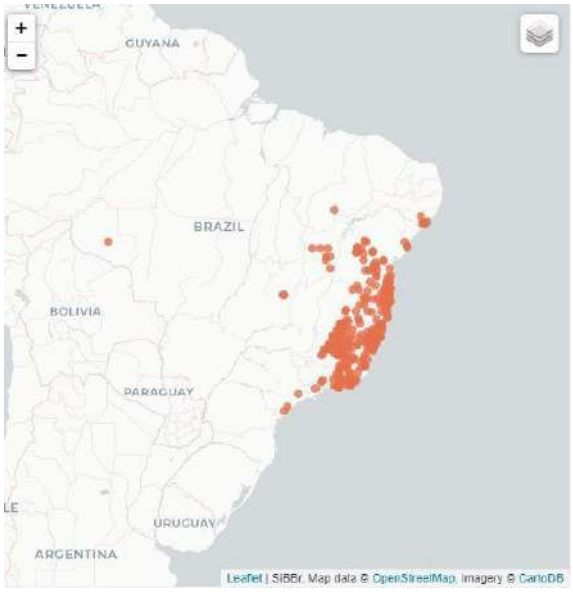


Figura 6.2-127 - Mapa de distribuição de *Melanoxylum brauna* para o Brasil.
Fonte: SIBBR, 2025



Figura 6.2-128 - Mapa de registros de *Melanoxylum brauna*.
Fonte: CNCFLORA, 2021

Xylopia brasiliensis

Segundo a lista atual de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022), X. brasiliensis é classificada como vulnerável (VU). Segundo os critérios da IUCN, as espécies vulneráveis enfrentam um alto risco de extinção na natureza e respondem a qualquer um dos critérios quantitativos de determinação de status (IUCN, 2012).

A espécie é amplamente distribuída na região Sul e Sudeste do país (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina), havendo coletas esparsas nos estados da Bahia e Rio Grande do Sul. A literatura apresenta dados populacionais que indicam populações relativamente grandes e em aparente expansão, além de uma boa representatividade nos locais onde ocorre. Portanto, não corre risco iminente de extinção devido a supressão vegetal em decorrência das obras na MAC. (CNCFLORA, 2021).

A madeira é utilizada em construção civil, como tabuado, caibros, vigas e para confecção de mastros e caixotaria. Sendo assim sua exploração deve ser bem controlada para que não ocorra uma exploração excessiva na região que possa trazer algum dano para população local (CNCFLORA, 2021).

Estudos históricos demonstram que a espécie apresentou declínio populacional significativo ao longo dos anos. No entanto, conforme a última avaliação do CNCFlora (2021), seus atuais níveis de ocorrência não atendem aos requisitos para enquadramento na categoria "Criticamente em Perigo" (CR). Dessa forma, permanece classificada como "Vulnerável" (VU) devido a fatores como sua ampla distribuição geográfica e a presença de populações estabilizadas em unidades de conservação.

O portal SiBBR (Sistema de informação sobre a biodiversidade do Brasil) (SIBBR, 2025) concentra informações sobre a biodiversidade e as ocorrências confirmadas das espécies. De acordo com os dados disponíveis, existem 1.021 registros documentados que contam com coordenadas geográficas, apresentadas na **Figura 6.2-129** e **Figura 6.2-130.**



Figura 6.2-129 - Mapa de distribuição de *Xylopia brasiliensis* para o Brasil.
Fonte: SIBBR, 2025



Figura 6.2-130 - Mapa de registros de *Xylopia brasiliensis*.
Fonte: CNCFLORA, 2021

Cedrela fissilis

Pode ser conhecida popularmente como cedro-rosa, essa espécie é classificada como vulnerável (VU) na lista atual de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022), na Lista vermelha do CNC flora e IUCN (2022). Segundo os critérios da IUCN, as espécies vulneráveis enfrentam um alto risco de extinção na natureza e respondem a qualquer um dos critérios quantitativos de determinação de status (IUCN, 2012).

É uma espécie amplamente distribuída em todo o Brasil, sendo particularmente mais frequente nas regiões sul e sudeste do país. Seu domínio fitogeográfico se expande por todos os biomas brasileiros demonstrando grande resiliência às diferentes condicionantes de solo e clima. A espécie historicamente vem sofrendo com a exploração madeireira ao longo de toda a sua ocorrência, o que levou muitas das subpopulações à extinção. Além disso, grande parte dos seus habitats foram completamente degradados, tendo sido convertidos em áreas urbanas, pastagens, plantações, entre outros. Suspeita-se, devido a esses fatores, que tenha sofrido um declínio populacional de pelo menos 30% ao longo das últimas três gerações. (CNCFLORA 2025).

Dados de Lima *et al.* (2024) apontam uma baixa no declínio populacional, porém a espécie ainda apresenta populações em declínio contínuo. A espécie não é endêmica do Brasil e ocorre nos seguintes países: Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador,

Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela (Carvalho, 2003). Como a *C. fissilis* apresenta uma ampla distribuição geográfica, com ocorrência em quase todos os estados brasileiros, e está representada em várias unidades de conservação de proteção integral, não corre risco iminente de extinção devido à supressão vegetal em decorrência das obras na MAC.

A espécie *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) destaca-se por sua elevada capacidade de adaptação a ambientes alterados, demonstrando aptidão para cultivo, com desempenho satisfatório em plantios homogêneos e sistemas agroflorestais, além da capacidade de colonização de áreas abertas com crescimento espontâneo em clareiras naturais e áreas antropizadas. Essas características favorecem sua preservação ativa e possibilitam a expansão de populações em paisagens fragmentadas. Apesar desse cenário, a avaliação do CNCFlora (2025) manteve a classificação da espécie como "Vulnerável" (VU) - e não "Criticamente em Perigo" (CR) -, considerando a sua ampla distribuição geográfica, êxito em estratégias de regeneração natural e existência de populações estáveis em unidades de conservação.

O portal SiBBR (Sistema de informação sobre a biodiversidade do Brasil) (SIBBR, 2025) concentra informações sobre a biodiversidade e as ocorrências confirmadas das espécies. De acordo com os dados disponíveis, existem 3.182 ocorrências documentadas que contam com coordenadas geográficas apresentadas na **Figura 6.2-131 e Figura 6.2-132**.



Figura 6.2-131 - Mapa de distribuição de *Cedrela fissilis* para o Brasil.

Fonte: SIBBR, 2025



Figura 6.2-132 - Mapa de registros de *Cedrela fissilis.*

Fonte: CNCFLORA, 2025

Virola bicuhyba

Conhecida como bicuíba, essa espécie é classificada como EN (Em perigo) na Lista Vermelha do CNC flora e IUCN (2022). Apresenta distribuição ampla, porém restrita à fitofisionomias florestais severamente fragmentadas, preferencialmente em áreas pouco perturbadas, AOO=424 km², e apresenta Tempo de Geração estimado em 10 anos (CNCFlora, 2012). Com grande valor econômico, é de uso estratégico para agricultura familiar que realiza cortes seletivos de seus indivíduos para obterem madeira de boa qualidade e remédios. É usada em vigamentos, assoalhos, moirão de cerca, na indústria de laminação e na construção civil, onde é utilizada em acabamentos internos como molduras, rodapés, forros e sarrafos. (CORADIN 2011).

Sua distribuição geográfica está restrita a Mata Atlântica, sendo uma espécie endêmica para o bioma, podendo ocorrer desde a Bahia até o Paraná (CNCFLORA, 2012). A espécie Virola bicuhyba (conhecida como bicuíba) possui ocorrência garantida em diversas Unidades de Conservação (UCs) de proteção integral em território brasileiro, o que reduz significativamente seu risco de extinção imediato, mesmo nos cenários de supressão vegetal em decorrência das obras na MAC.

Apesar de ter sofrido um declínio populacional acentuado devido à exploração madeireira histórica e à fragmentação de habitats, a espécie não atende atualmente aos critérios para ser classificada como "Criticamente em Perigo" (CR). Conforme avaliação do CNCFlora (2021), ela permanece categorizada como "Em Perigo" (EN). Embora ameaçada, a bicuíba não enfrenta risco iminente de extinção, desde que mantidas as políticas de conservação e o combate ao desmatamento ilegal em seu habitat.

O portal SiBBR (Sistema de informação sobre a biodiversidade do Brasil) (SIBBR, 2025) concentra informações sobre a biodiversidade e as ocorrências confirmadas das espécies. De acordo com os dados disponíveis, existem 739 ocorrências documentadas que contam com coordenadas geográficas apresentadas na **Figura 6.2-133** e **Figura 6.2-134**.



Figura 6.2-133 - Mapa de distribuição de Virola bicuhyba para o Brasil.
Fonte: SIBBR, 2025



Figura 6.2-134 - Mapa de registros de *Virola bicuhyba*.
Fonte: CNCFLORA, 2021

Apuleia leiocarpa

A espécie *Apuleia leiocarpa,* conhecida como garapa, é classificada como LC (menor preocupação) (IUCN, 2021) e VU (Vulnerável) pelo CNCFlora, 2012 e pela Portaria MMA nº 148, 2022. Apresenta distribuição ampla na América do Sul, porém com populações fragmentadas em florestas estacionais e áreas de Cerrado, preferencialmente em solos bem drenados, com AOO estimado em declínio devido à perda de habitat. Apresenta Tempo de Geração estimado em 20-25 anos (dados de crescimento para espécies arbóreas de médio porte). Com grande valor econômico, é de uso estratégico para comunidades tradicionais e madeireiras que realizam cortes seletivos de seus indivíduos para obter madeira de alta qualidade e produtos medicinais. É usada em pisos, vigas, móveis finos, tonéis e na construção civil, onde é valorizada por sua durabilidade e cor amarelada em acabamentos internos e externos (LORENZI, 2002).

Sua distribuição geográfica abrange desde a Venezuela até o sul do Brasil, ocorrendo em biomas como Mata Atlântica, Cerrado e Pampa, com registros também no bioma Amazônia (CNCFlora, 2025) (**Figura 6.2-135** e **Figura 6.2-136**) A espécie *Apuleia leiocarpa* possui ocorrência confirmada em diversas Unidades de Conservação (UCs) de proteção integral no território brasileiro, como os Parques Nacional da Serra do Cipó e Parque Estadual do Rio Doce no estado de Minas Gerais, o que ajuda a mitigar seu risco de extinção imediato.

Apesar de ter sofrido um declínio populacional acentuado devido à exploração madeireira histórica e à fragmentação de habitats, a espécie não atende atualmente aos critérios para ser classificada como "Criticamente em Perigo" (CR). Conforme avaliação do CNCFlora (2021), ela permanece categorizada como "Vulnerável" (VU). Evidenciando que embora ameaçada, a garapa não enfrenta risco iminente de extinção, desde que mantidas as políticas de conservação e o combate ao desmatamento ilegal em seu habitat.

O portal SiBBR (Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira) registra mais de 1.000 ocorrências documentadas com coordenadas geográficas para a espécie, com concentração nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (SiBBR, 2023). Estudos indicam sua presença em 34% dos conglomerados amostrados no Cerrado pelo Inventário Florestal Nacional.

De acordo com o portal SIBBR (2025), a ocorrência das espécies ameaçadas de extinção encontradas no estudo não se concentram somente na ADA, portanto a intervenção não põe em risco a sobrevivência e perpetuação das espécies. Além disso, a área de intervenção não exerce nenhuma função efetiva para proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão, visto que já se encontra em um estado de degradação devido as atividades mineradoras na região.



Figura 6.2-135 - Mapa de distribuição de *Apuleia leiocarpa* para o Brasil.
Fonte: SIBBR, 2025



Figura 6.2-136 - Mapa de registros de *Apuleia leiocarpa*.
Fonte: CNCFLORA, 2021

6.2.1.10. Manifestação conclusiva sobre a análise realizada para cada uma das alíneas do Art. 11 da Lei Federal nº 11.428, de 2006, demonstrando que nenhuma das vedações previstas se aplicam ao empreendimento

Diante da análise detalhada de cada uma das alíneas do Art. 11 da Lei Federal nº 11.428, de 2006, verifica-se que nenhuma das vedações previstas se aplica ao empreendimento em questão. A avaliação realizada considerou os critérios estabelecidos na legislação, assegurando que o projeto não incorre em restrições ambientais que possam comprometer sua viabilidade. A seguir, apresenta-se a fundamentação específica para cada uma das alíneas, demonstrando a conformidade do empreendimento com os requisitos legais.

a) abriga espécies da flora e da fauna silvestres ameaçadas de extinção, em território nacional ou em âmbito estadual, assim declaradas pela União ou pelos Estados, e se a intervenção ou o parcelamento põem em risco a sobrevivência dessas espécies;

Considerando as obras para a descaracterização das barragens 8B, B6, B7A e Dique Auxiliar B5, bem como o fechamento das Grotas 2 e 3, será necessária a supressão de 7 espécies vegetais ameaçadas de extinção identificadas na área de intervenção pela portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Desse total, quatro (4) são classificadas como “Vulnerável (VU)”: *Xylopia brasiliensis*, *Apuleia leiocarpa*, *Dalbergia nigra* e *Melanoxylon brauna* (**Figura 6.2-116** e **Figura 6.2-117**), enquanto três (3) espécies são classificadas como “Em Perigo (EN)”: *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* (**Figura 6.2-118** e **Figura 6.2-119**) e *Virola bicuhyba* (**Figura 6.2-120** e **Figura 6.2-121**) (MMA, 2022). No entanto, destaca-se que essas atividades não colocam em risco a sobrevivência dessas espécies.

Todas as medidas mitigatórias necessárias serão adotadas, seguindo os protocolos ambientais estabelecidos pelos órgãos competentes, garantindo o monitoramento e a compensação ambiental adequada para minimizar os impactos à biodiversidade local. Essas iniciativas visam minimizar os efeitos negativos sobre a vegetação e assegurar a recomposição ambiental das áreas impactadas, em conformidade com as diretrizes ambientais aplicáveis.

A supressão de indivíduos de espécies ameaçadas de extinção e endêmicas é uma medida necessária para a viabilidade das obras na ADA, visando eliminar riscos associados às estruturas e garantir a segurança ambiental e humana. Embora essas espécies possuam elevado valor ecológico, a intervenção é imprescindível para prevenir

possíveis acidentes e minimizar impactos ambientais decorrentes de eventuais falhas nas estruturas.

b) exerce a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão;

As áreas impactadas estão localizadas no interior de uma área de mineração, de forma que os remanescentes de vegetação não exercem função de proteção de mananciais diretamente. Em relação a processos erosivos, a vegetação possui importância de forma a prevenir o desencadeamento desses processos no interior da ADA. No entanto, as áreas impactadas serão objeto de PRAD com ações voltadas para o controle de processos erosivos, condução da drenagem e revegetação de taludes.

c) forma corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração;

No interior da ADA foi identificado um remanescente de vegetação secundária em estágio avançado de regeneração próximo às barragens 6 e 7A, mais especificamente localizado ao longo de encostas mais inclinadas. No entanto, a descaracterização dessas estruturas é indispensável devido aos riscos apresentados para a segurança da população, do patrimônio e do meio ambiente. Assim, a descaracterização dessas estruturas torna-se essencial para garantir a segurança e a preservação ambiental, mesmo considerando as interações ecológicas relevantes na região.

d) protege o entorno das unidades de conservação;

A vegetação localizada nas barragens da Mina de Águas Claras não possui a função de proteção de Unidades de Conservação (UC) já que estão inseridas dentro de uma área operacional de mineração. No entanto, foram localizadas 7 UC em um raio de 3 Km da ADA referente às obras no Dique Auxiliar da B5, barragens 6 e 7A., bem como as Grotas 2 e 3 e Barragem 8B. A ADA intercepta a Área de Proteção Ambiental (APA Estadual Sul RMBH), também se encontra a cerca de 750m de distância do limite e inserida na Zona de Amortecimento do Parque Municipal das Mangabeiras. Considerando o Plano de Manejo do Parque Estadual Serra do Rola Moça, pode-se concluir que a ADA também se encontra na Zona de Amortecimento desta UC. Além disso, a ADA se encontra mais próxima das seguintes áreas protegidas: Reserva Particular do Patrimônio Natural RPPN-Mata do Jambreiro (0,04 Km); Parque Estadual da Baleia (1,7km); MONA Morro do Elefante (3 km) e MONA Serra do Souza (3 km). Destaca-se que a descaracterização das barragens e o fechamento das Grotas são ações fundamentais para reduzir riscos de acidentes e desastres hídricos, protegendo a biodiversidade e os recursos naturais

próximos às estruturas. Dessa forma, a descaracterização das barragens e o fechamento das Grotas eliminam um passivo ambiental e fortalecem a segurança hídrica e ecológica da região.

e) possui excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA.

Não foi verificada a ocorrência de áreas reconhecidas como excepcional valor paisagístico na ADA ou seu entorno. Com base nas informações disponíveis até o momento, não há registro oficial de que a área da Mina Águas Claras (MAC), em Nova Lima, seja reconhecida como de “excepcional valor paisagístico” pelos órgãos executivos do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente). O Plano Diretor de Fechamento da Mina, elaborado pela Vale em parceria com órgãos ambientais e urbanistas, reconhece o potencial paisagístico e ecológico da região, mas isso não equivale a um reconhecimento formal como “excepcional valor paisagístico” nos termos legais do SISNAMA. O IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais de Meio Ambiente de Minas Gerais) não indica, até o momento, nenhuma classificação específica da área como de valor paisagístico excepcional. Contudo, a área possui atributos ambientais e paisagísticos relevantes, mas não há reconhecimento formal como “área de excepcional valor paisagístico” nos cadastros públicos consultados, como o IDE-Sisema ou documentos do SISEMA e SISNAMA.

6.2.2. Fauna

O conceito de megadiversidade tem sido aplicado ao Brasil por abrigar uma das maiores riquezas, em termo de espécies da fauna em função de seu vasto território e da ocorrência de diferentes biomas e paisagens. Apesar de toda essa riqueza, atualmente, muitas espécies são catalogadas em algum grau de ameaça de extinção em listas oficiais, seja a nível global (IUCN, 2024), nacional (MMA, 2022) ou local (COPAM, 2010). Fatores como a interferência antrópica e a retirada completa ou fragmentação de áreas originais são apontados como as principais causas para essa ameaça, agravando-se próximo a áreas urbanas (ROCHA *et al.,* 2003).

As atividades relacionadas aos empreendimentos ocorrem sob regulação ambiental. Dentre uma gama de estudos demandados, um deles é o diagnóstico de fauna, instrumento que permite avaliar a complexidade da fauna local e suas sensibilidades frente aos empreendimentos. Tais diagnósticos são necessários para identificar os impactos aos quais o meio está sujeito durante as demandas de cada empreendimento, como a atividade de obras de descaracterização de barragens e fechamento de pilhas, com vistas a obter subsídios para as avaliações de impacto e proposição de programas para minimizá-los.

Além disso, considerando que a maioria dos estudos científicos são realizados em áreas preservadas, como unidades de conservação, a utilização de informações oriundas de outras fontes, como aquelas obtidas a partir de programas ambientais, se torna uma importante ferramenta para estratégias de conservação em áreas de menor interesse científico.

Região de estudo

A Mina de Águas Claras, localizada no município de Nova Lima, região do Quadrilátero Ferrífero (QF), está inserida na porção sul da Cadeia do Espinhaço (SILVA, 2008), no centro-sul do estado de Minas Gerais. A área está situada em uma zona de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2012), ambos reconhecidos mundialmente como hotspots de biodiversidade por apresentarem notáveis riquezas de fauna terrestre, com diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, distribuídas entre os diferentes fragmentos remanescentes de vegetação nativa (**Mapa 6.2.2-1**).

A importância na conservação das espécies e a manutenção da conectividade desses remanescentes naturais coloca essa região como uma das áreas prioritárias para conservação (MMA, 2018; DRUMOND *et al.,* 2005), integra parte da reserva da biosfera (SISEMA, 2018; UNESCO, 2019), assim como reserva da biosfera da Serra do Espinhaço (**Mapa 6.2.2-2**). As Áreas Prioritárias para a conservação são um instrumento de política

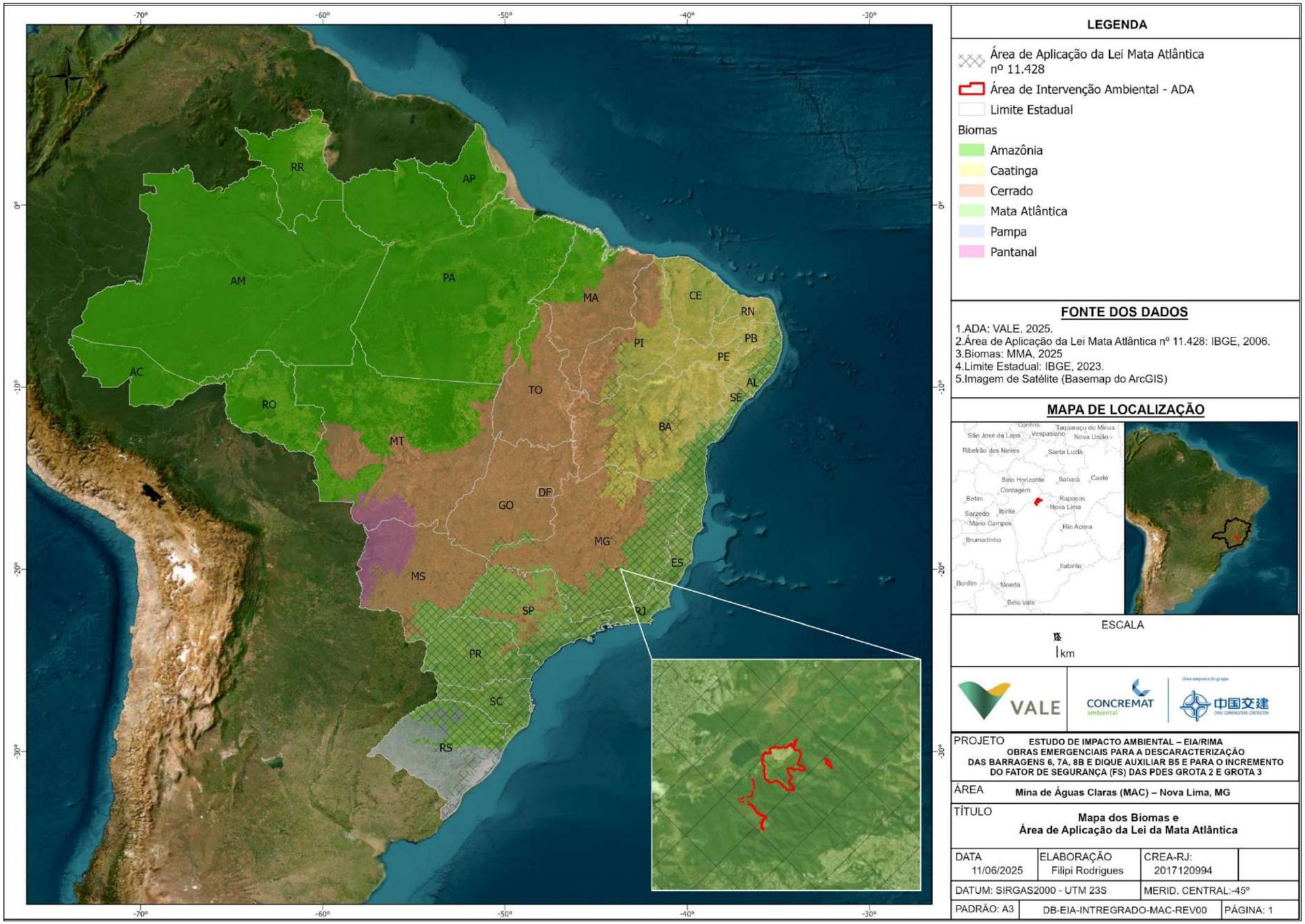
pública para apoiar a tomada de decisão no planejamento e implementação de ações, tais como a criação de unidades de conservação. Segundo Drumond *et al*. (2005), a região da mina Águas claras está inserida em um nível de prioridade especial para conservação. Para a classificação do MMA (SISEMA, 2018) a importância biológica na região é classificada como extremamente alta e com prioridade de conservação também extremamente alta. Essa classificação é dada devido a ocorrência de alta diversidade de espécies, incluindo endêmicas e raras. O local é também considerado uma zona de amortecimento (onde somente são admitidas atividades que não resultem em danos para as áreas-núcleo) da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. O Brasil reconhece essas áreas, as quais têm por objetivo promover a conservação da biodiversidade e da paisagem, bem como contribuir para pesquisas científicas para produção e difusão do conhecimento e educação ambiental.

Quanto à fitofisionomia, a região é influenciada por fatores geoclimáticos, incluindo cursos d'água, altitudes elevadas e solos de diferentes profundidades. Nas regiões mais altas do relevo, em solos rasos, predominam formações campestres e savânicas (RIBEIRO & WALTER, 2008; SILVA, 2008; JACOBI & CARMO, 2008; SANTOS, 2010; LAMOUNIER *et al*., 2010; CARMO & JACOBI, 2013). Já nas áreas mais baixas, associadas a latossolos, solos profundos geralmente associados a colúvios e às drenagens locais, encontram-se as formações florestais (LAMOUNIER *et al*., 2010; SANTOS, 2010; OLIVEIRA, 2017; SILVA, 2008; TEIXEIRA & LEMOS FILHO, 2013) (**Mapa 6.2.2-3**).

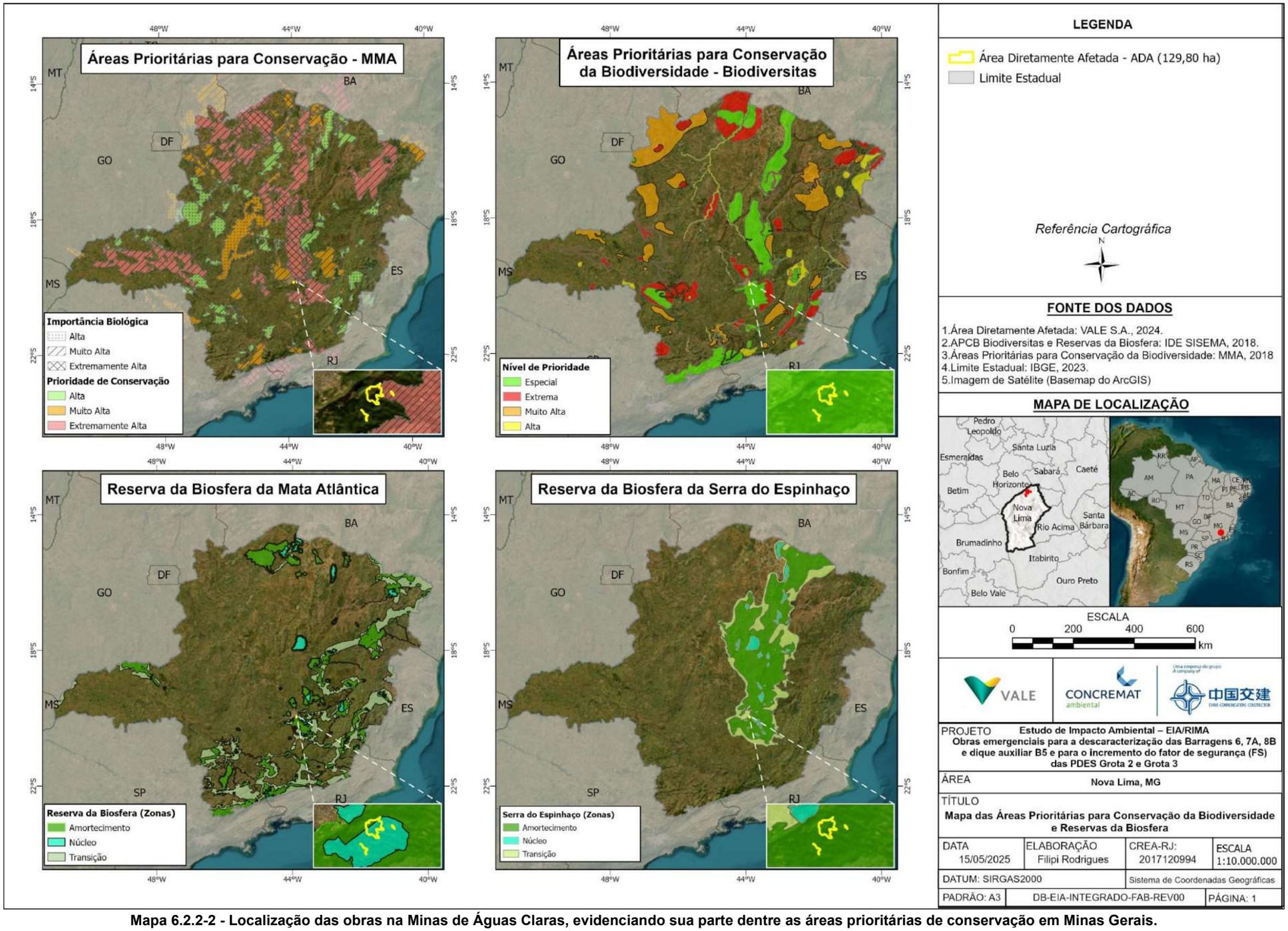
Dados da fauna regional e da área de estudo local

Para caracterização e diagnóstico da fauna local, foram utilizados dados primários coletados na Área de Estudo Local (AEL) e na área diretamente afetada (ADA) pelas obras de descaracterização de barragens B6, B7A, B8B e Dique Auxiliar da B5 e para o incremento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 (**Mapa 6.2.2-4**), conforme malha amostral apresentada no **Mapa 6.2.2-5**.

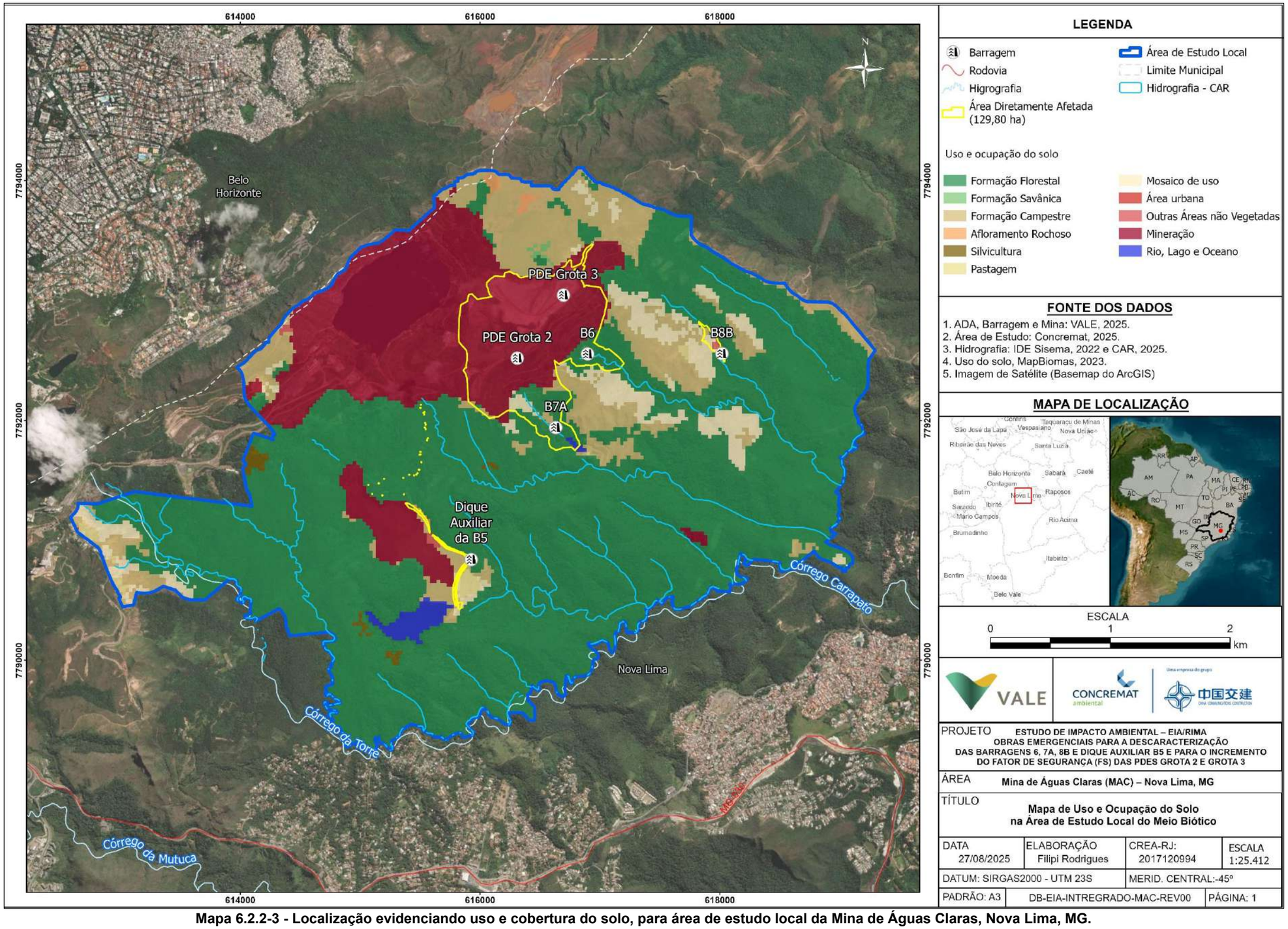
Já para a escala regional, foram utilizados dados secundários, referentes à Área de Estudo Regional (AER) conforme apresentado no **Mapa 6.2.2-6**. Para ambos os casos são apresentados nas seções a seguir a caracterização da entomofauna, herpetofauna, ornitofauna, mastofauna e ictiofauna.



Mapa 6.2.2-1 - Localização da Mina de Águas Claras evidenciando os Biomas brasileiros.

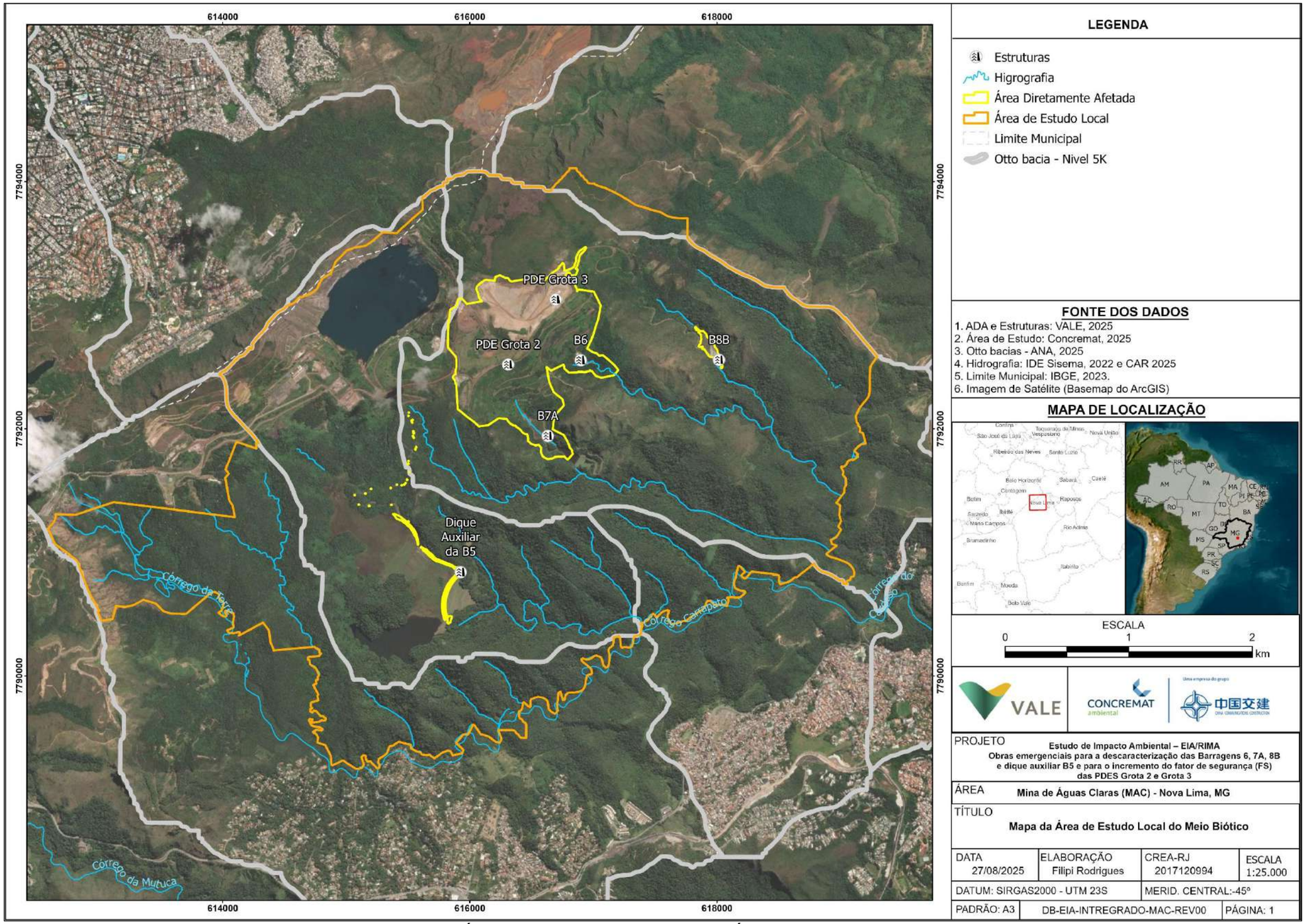


Mapa 6.2.2-2 - Localização das obras na Minas de Águas Claras, evidenciando sua parte dentre as áreas prioritárias de conservação em Minas Gerais.

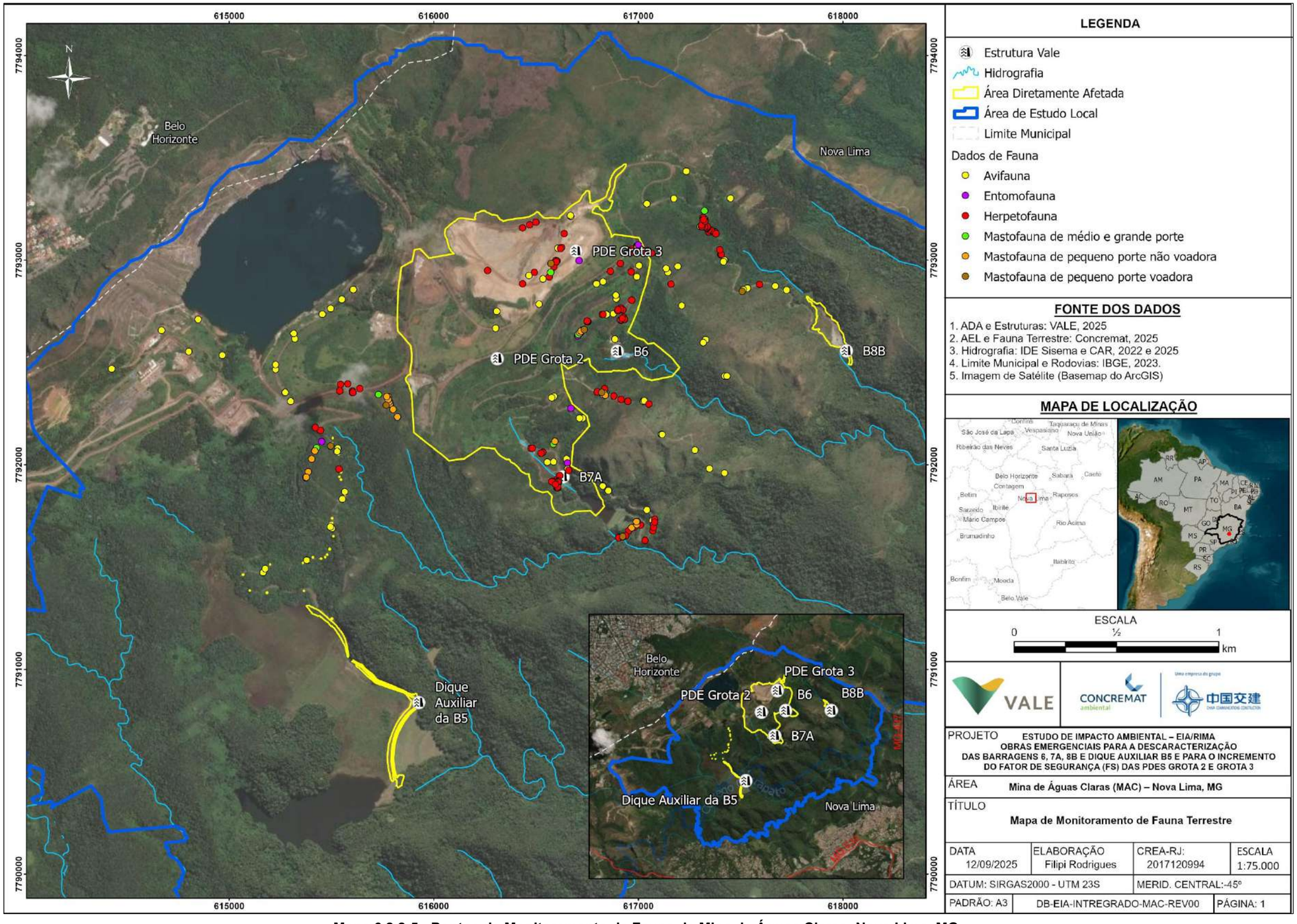


PROJETO	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA/RIMA OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3		
ÁREA	Mina de Águas Claras (MAC) – Nova Lima, MG		
TÍTULO	Mapa de Uso e Ocupação do Solo na Área de Estudo Local do Meio Biótico		
DATA 27/08/2025	ELABORAÇÃO Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA 1:25.412
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45°	
PADRÃO: A3	DB-EIA-INTREGRADO-MAC-REV00		PÁGINA: 1

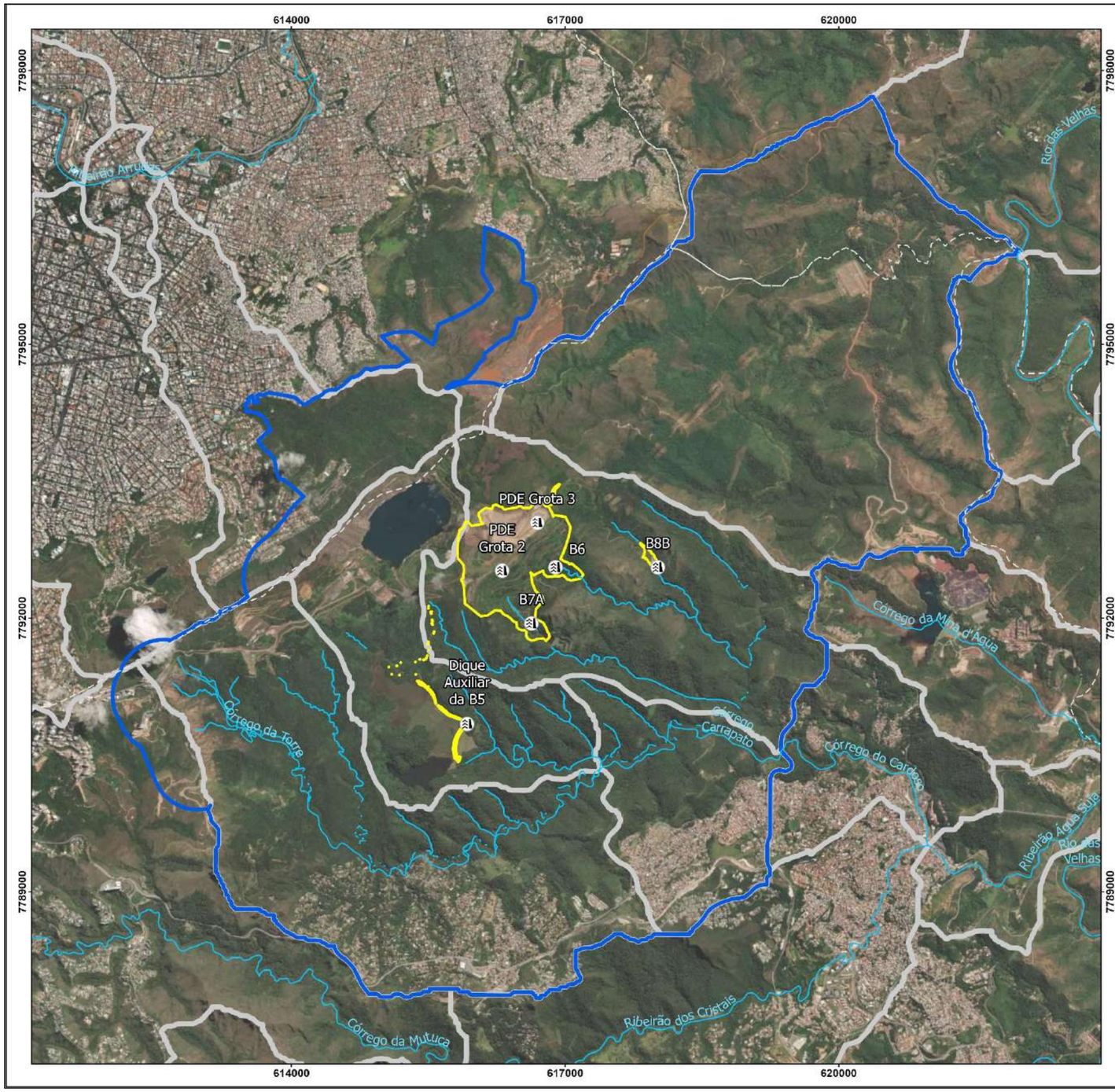
Mapa 6.2.2-3 - Localização evidenciando uso e cobertura do solo, para área de estudo local da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.



Mapa 6.2.2-4 - Área de Estudo Local (AEL) da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.



Mapa 6.2.2-5 - Pontos de Monitoramento da Fauna da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.



LEGENDA

- Estruturas
- Higrografia
- Área Diretamente Afetada
- Área de Estudo Regional
- Limite Municipal
- Otto bacia - Nivel 5K

FONTE DOS DADOS

1. ADA e Estruturas: VALE, 2025
2. Área de Estudo: Concremat, 2025
3. Otto bacias - ANA, 2025
4. Hidrografia : IDE Sisema, 2022 e CAR 2025
5. Limite Municipal: IBGE, 2023.
6. Imagem de Satélite (Basemap do ArcGIS)

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



ESCALA

0 1 2 km

PROJETO: Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA Obras emergenciais para a descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e dique auxiliar B5 e para o incremento do fator de segurança (FS) das PDES Grota 2 e Grota 3			
ÁREA: Mina de Águas Claras (MAC) - Nova Lima, MG			
TÍTULO: Mapa da Área de Estudo Regional do Meio Biótico			
DATA: 27/08/2025	ELABORAÇÃO: Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA: 1:40.000
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45º	
PADRÃO: A3	DB-EIA-INTREGRADO-MAC-REV00		PÁGINA: 1

Mapa 6.2.2-6 - Área de Estudo Regional (AER) da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.1. Análise dos descritores ecológicos das comunidades

Os principais descritores ecológicos para a biota terrestre e aquática serão apresentados na caracterização da fauna local, a qual foi elaborada a partir de dados primários, e seguiram as metodologias conforme descritas a seguir.

A riqueza foi obtida através da contagem do número de espécies capturadas em cada ponto amostral (MAGURRAN, 2013). A abundância relativa foi avaliada através do percentual de número de indivíduos por espécie em relação a amostra total. A partir deste percentual, foi possível determinar a ocorrência de indivíduos por espécie.

O índice de diversidade de Shannon (SHANNON & WEAVER, 1949) é baseado no fundamento de que a diversidade biológica em um sistema natural pode ser mensurada da mesma maneira de uma informação contida em um código ou mensagem (MAGURRAN, 2013). Assume-se então que os indivíduos são aleatoriamente amostrados de uma comunidade infinitamente grande (PIELOU, 1975) e que todas as espécies estão representadas na amostra. O índice de Shannon (H') foi calculado através da seguinte equação:

$$H' = \sum_{i}^{S} (pi) \times (ln\ pi)$$

Onde:
S = número total de espécie na amostra;
i = espécie 1, 2, 3... i na amostra;
pi = proporção do número de indivíduos da espécie i na amostra;
ln = logaritmo natural.

O índice de Equitabilidade de Pielou (J) é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1975). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). A equitabilidade foi calculada através da seguinte equação:

$$J = \frac{H'}{\log S}$$

Onde:
H' = Índice de Shannon;
S = número de espécies amostradas.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie. Varia de 0 a 1 e quanto mais baixo for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

A eficiência amostral do monitoramento foi avaliada através da curva de rarefação de espécies, comparando a riqueza observada e a riqueza esperada dada pelo índice Jackknife 1, em função da abundância de organismos. Para a análise, foram utilizados todos os pontos amostrados, número de espécies e o número de espécimes obtidos.

O índice de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J), Dominância (D) e eficiência amostral foram calculados com auxílio do pacote Vegan (OKSANEN *et al*., 2019) no programa R – versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2018).

6.2.2.2. Fauna Terrestre

6.2.2.2.1. Herpetofauna

No que tange às particularidades dos grupos inseridos na herpetofauna, os anfíbios apresentam determinadas características fisiológicas e ecológicas, que os tornam fortemente dependentes da água. Esses animais apresentam forte sensibilidade a alterações de parâmetros físicos e químicos da água, e várias espécies são também sensíveis a alterações na estrutura da vegetação nas vizinhanças dos corpos d'água (SILVANO & PIMENTA, 2003; JIM, 1980, BURKETT & THOMPSON, 1994; WATSON *et al.,* 1995). No geral, as intervenções humanas levam a um empobrecimento da estrutura e da diversidade da vegetação (LIDDLE & SCORGIE, 1980) e tais fatores contribuem para que as populações de algumas espécies de anfíbios venham sofrendo declínios populacionais em escala global, tornando-os ótimos indicadores de qualidade ambiental.

No tocante às características relacionadas aos répteis, eles também podem ser considerados interessantes indicadores de qualidade ambiental, sobretudo ao observar espécies de tamanho diminuto, as quais são extremamente afetadas pelo desmatamento e, consequentemente, pelo efeito de borda (CAMPOS & SANTOS, 2010). A fragmentação florestal forma uma barreira natural, interrompendo a comunicação e o fluxo gênico entre diferentes populações aumentando o número de cruzamentos entre parentes e, em consequência, promovendo o empobrecimento genético a médio e longo prazo (CAMPOS & SANTOS, 2010). Pequenos lagartos, por exemplo, podem ser considerados importantes ferramentas para o conhecimento do estado de conservação dos ambientes naturais, as quais podem ocupar posições mais elevadas na cadeia alimentar, até mesmo como predadores de topo, funcionando como bioindicadores da primitividade dos ecossistemas e, assim, dos níveis de alteração ambiental.

6.2.2.2.1.1. Caracterização da Fauna Regional Baseada em Dados Secundários

A caracterização da área de estudo regional é de extrema importância para melhor compreender a composição faunística com potencial ocorrência para a área de estudo local relacionada às obras emergenciais para descaracterização das Barragens 6, 7A e 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3, da Mina de Águas Claras.

Para caracterização da fauna da área de estudo regional foram utilizados dados secundários obtidos na Base de Dados de Biodiversidade – BDBio (VALE S.A., 2020), abrangendo o período de 2010 a 2020, utilizando como filtro o município de Nova Lima/ MG, no qual se situa a área de estudo. Adicionalmente, foram incluídos dados oriundos de Relatórios técnico-científicos, Planos de Manejo e Artigos Científicos com ênfase no levantamento da herpetofauna (**Quadro 6.2.2-1, Mapa 6.2.2-7**).

Quadro 6.2.2-1 - Estudos consultados para elaboração do presente Diagnóstico da herpetofauna da área de estudo regional (dados secundários).

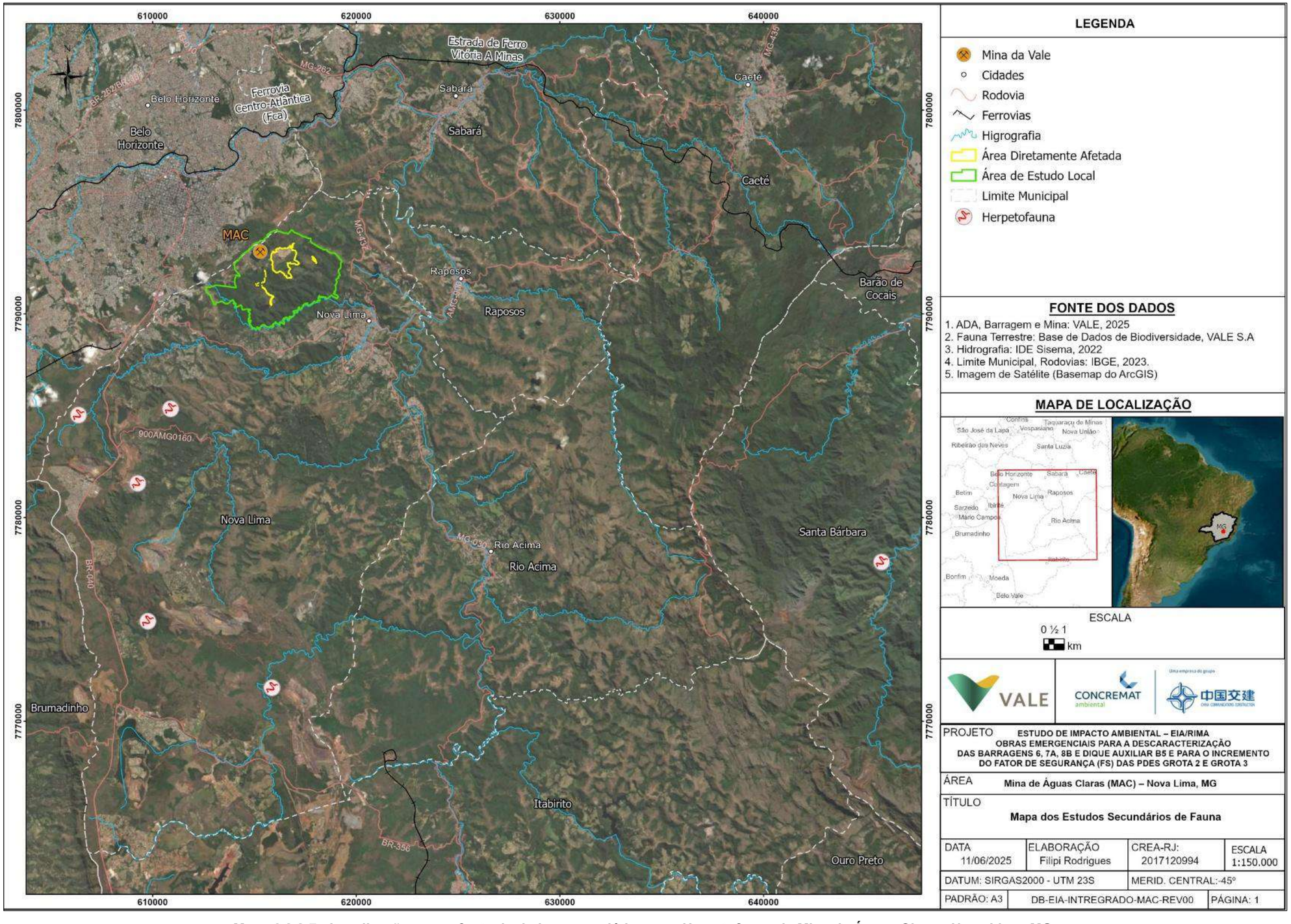
Grupo	Riqueza	Local	Referência
Herpetofauna	95 espécies	Município Nova Lima	Vale S.A., 2020
	18 espécies	Munícipio de Belo Horizonte	Torres, 2012
	27 espécies	RPPN Mata Samuel de Paula, Município Nova Lima	Leite; Butti, 2009

Fonte: Concremat, 2025.

Os resultados obtidos foram apresentados em listas de espécies por grupo-alvo de acordo com o arranjo taxonômico e filogenético propostos a seguir:

1. Herpetofauna: lista da Sociedade Brasileira de Herpetologia para anfíbios (SEGALLA *et al*., 2021); lista da Sociedade Brasileira de Herpetologia (GUEDES et al., 2023); base de dados "*reptile database*" para os répteis (UETZ *et al*., 2022).

Os graus de ameaça das espécies foram consultados em listas oficiais de diferentes níveis. Em nível global foi consultada a listagem de espécies ameaçadas no livro vermelho da *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2024). Para a listagem de espécies ameaçadas em âmbito nacional foi consultada a listagem elaborada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade instrumentalizado na portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022). E em nível local foi consultada a lista de espécies da fauna ameaçadas no estado de Minas Gerais, constante na Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010 (COPAM, 2010). Espécies ameaçadas e sujeitas ao interesse comercial foram consultadas nos apêndices do *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2024).



Mapa 6.2.2-7 - Localização para a fonte de dados secundários para Herpetofauna da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.1.1.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

O BD Biodiversidade da Vale trata de bases de dados originados de diferentes programas ambientais desenvolvidos pela Vale, para atendimento a processos de licenciamento anteriores na região, como programas de diagnósticos de fauna e programas de afugentamento e resgate de fauna.

No estudo de Torres (2012) a amostragem da fauna foi não interventiva, isto é, consistiram em busca ativa visual e auditiva, entretanto, algumas coletas foram realizadas em caso de dúvidas taxonômicas. Nesses casos, foi realizada a eutanásia por meio de absorção por contato durante 5 a 10 minutos com o ventre mergulhado em solução de Cloridrato de Lidocaína a 2%, ou solução aquosa de Lidocaína 5%, na dosagem de 0,5 a 5,0 mg/ml, de acordo com o tamanho do animal, conforme técnica descrita em Sebben (2009). Após isso, os exemplares foram fixados em formalina 10% e etiquetados. A destinação foi realizada para a Coleção Herpetológica da UFMG.

Leite e Butti (2009) realizaram campanhas em setembro/2006, agosto/2007 e setembro/2007 em 12 pontos de amostragem, de forma a representar ambientes que apresentassem um conjunto de características ideais e necessárias para sustentar uma comunidade de anfíbios e répteis, como tipo e estrutura da vegetação, características do corpo de água e disponibilidade de abrigos. O registro de anfíbios foi feito por meio de busca ativa noturna, zoofonia, visualizações ocasionais e captura manual de exemplares. As amostragens diurnas objetivaram a visualização e coleta de girinos, desovas e adultos abrigados ou que apresentassem atividade diurna. Para os répteis, foram realizadas buscas em pedras e frestas em afloramentos rochosos, tocos caídos, serrapilheira, tocas de outros animais e demais esconderijos. Armadilhas de interceptação e queda (tipo *pitfall*) não foram especificamente instaladas para este estudo. Porém, a equipe de mastozoologia da UFMG cedeu os dados de répteis e anfíbios capturados por essas armadilhas. Os espécimes foram coletados e fixados segundo as técnicas usuais em herpetologia (ÁVILA-PIRES, et al 2007) e foram depositados na coleção de herpetologia de Museu de Ciências Naturais da PUC Minas (MCNAM). A identificação em laboratório foi feita com auxílio de literatura especializada, comparação com material já determinado de coleções científicas e, caso necessário, envio de espécimes para especialistas.

6.2.2.2.1.1.2. Inventário dos táxons

O compilado dos dados secundários agrupou uma listagem de 108 espécies com possibilidade de serem registradas na área de estudo regional. Destes, 73 espécies são de

anfíbios, distribuídas em duas ordens e 11 famílias; 35 espécies são répteis escamados, incluídas em 12 famílias de lagartos e serpentes e uma única espécie de testudíneo (**Figura 6.2.2-1**).

Entre as famílias com maior riqueza, destaca-se os anfíbios Hylidae (pererecas e afins; 38 espécies), seguido por Leptodactylidae (rãs e afins; 15 espécies). Considerando os répteis, o estaque cabe à família de serpentes Dipsadidae (15 espécies) (**Figura 6.2.2-1**). A maior representatividade observada para as famílias Hylidae e Leptodactylidae corrobora o que vem sendo apresentado em diversos estudos, os quais apontam uma alta riqueza de espécies destas famílias em ambientes neotropicais (DUELLMAN, 1999; RIBEIRO-JUNIOR & BERTOLUCI, 2008). As espécies das famílias Hylidae e Leptodactylidae geralmente são dependentes de ambientes alagáveis para sua reprodução e sincronizam seu período de atividade com a estação chuvosa (SEGALLA *et al.*, 2021). A família Dipsidae, por sua vez, é amplamente distribuída pela região neotropical e suas inúmeras espécies apresentam grande variabilidade ecológica (GRAZZIOTIN *et al.*, 2012).

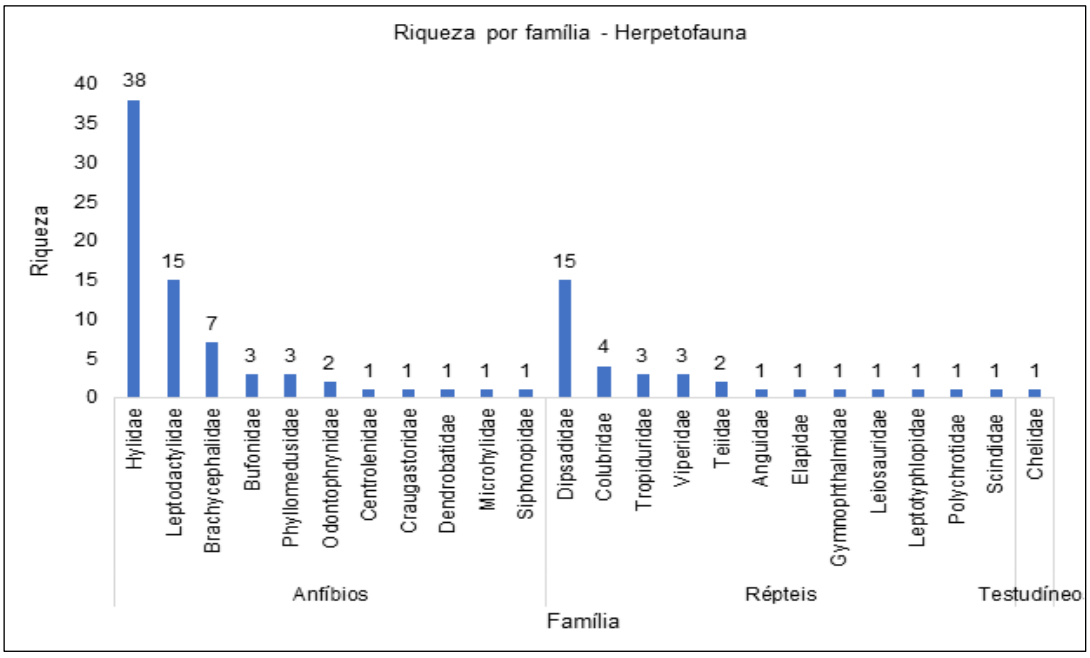


Figura 6.2.2-1 – Riqueza das famílias registradas através do levantamento de dados secundários para a área de estudo regional das obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima - MG.

Fonte: Concremat (2025).

6.2.2.2.1.1.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Foram registradas três espécies ameaçadas, sendo dois anfíbios e um testudíneo (**Quadro 6.2.2-2**): as pererecas *Pithecopus ayeaye* e *Sphaenorhynchus canga* e o cágado *Hydromedusa maximiliani*.

A perereca-da-folhagem (*Pithecopus ayeaye*) é classificada como “Criticamente em Perigo - CR” de acordo com a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais (COPAM, 2010). É uma espécie endêmica do Brasil, com ampla distribuição geográfica pelo Quadrilátero Ferrífero, Serra da Mantiqueira e Serra da Canastra (ARAUJO; CONDEZ; HADDAD, 2007; CARAMASCHI *et al*., 2016). Dessa forma, não existem indícios de grandes declínios populacionais e, por isso, torna-se necessário uma reavaliação do *status* de conservação de *P. ayeaye* (DEL PRETTE, 2021; SILVEIRA *et al*., 2019).

A perereca (*Sphaenorhynchus canga*) é classificada como “Criticamente em Perigo – CR” de acordo com a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção da Portaria do Ministério do Meio Ambiente n° 148 (MMA, 2022). A espécie possui distribuição geográfica restrita à região da Chapada de Canga, na borda leste do Quadrilátero Ferrífero (SILVEIRA *et al*., 2019). No entanto, após amplo levantamento em coleções cientificas, o mesmo autor (SILVEIRA *et al*., 2020) observou registros da espécie nos municípios de Mariana, Ouro Preto, Catas Altas, Santa Bárbara, Rio Acima, Itabirito, Nova Lima, Itabira e nove Unidades de Conservação, evidências que podem ampliar a distribuição geográfica da espécie.

Já o *Hydromedusa maximiliani (*cágado-da-serra) é classificada como “Vulnerável – VU” no Livro Vermelho da *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2024). Esta espécie ocorre em ambientes florestais e dentre as principais ameaças se destacam a diminuição e a degradação de seus hábitats.

Das 108 espécies da herpetofauna registradas, 44 são espécies endêmicas, sendo 37 espécies do bioma Mata Atlântica e cinco do bioma Cerrado (**Quadro 6.2.2-2**). A Mata Atlântica é o bioma brasileiro com o maior número de endemismo de anfíbios anuros, o que está relacionado à disponibilidade e diversidade de micro habitats úmidos existentes no bioma, essenciais para a manutenção das populações da herpetofauna (ROSSA-FERES *et al.,* 2017). Da mesma forma, o Cerrado também apresenta uma alta riqueza de espécies da herpetofauna devido à sua heterogeneidade ambiental, criada a partir de um mosaico de hábitats horizontalmente contrastantes, como ambientes florestais, secos, úmidos e ambientes abertos (COLLI *et al.,* 2002).

Quadro 6.2.2-2 - Espécies endêmicas e ameaçadas de extinção registradas para o Diagnóstico da herpetofauna da área de estudo regional (dados secundários).

ESPÉCIE	NOME POPULAR	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)	IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA
Adenomera thomei	rã	-	-	-	MA
Aplastodiscus arildae	perereca	-	-	-	MA
Aplastodiscus cavicola	perereca-flautinha	-	-	-	MA
Boana albopunctata	perereca-de-pintas-amarelas	-	-	-	MA
Boana polytaenia	perereca-de-pijama	-	-	-	MA
Bokermannohyla circumdata	perereca	-	-	-	MA
Bokermannohyla martinsi	perereca	-	-	-	MA
Bokermannohyla nanuzae	perereca	-	-	-	MA
Bokermannohyla saxicola	perereca	-	-	-	MA
Dendropsophus decipiens	pererequinha-do-brejo	-	-	-	MA
Dendropsophus elegans	perereca-de-moldura	-	-	-	MA
Dendropsophus giesleri	perereca	-	-	-	MA
Dendropsophus microps	perereca	-	-	-	MA
Dendropsophus rubicundulus	pererequinha-verde	-	-	-	CE
Dendropsophus seniculus	perereca	-	-	-	MA
Haddadus binotatus	rã-do-folhiço	-	-	-	MA
Hydromedusa maximiliani	cágado-da-serra	-	-	VU	-
Hylodes uai	rã-da-corredeira	-	-	-	MA
Ischnocnema guentheri	rã-do-folhiço	-	-	-	MA
Ischnocnema izecksohni	rã-do-folhiço	-	-	-	MA
Ischnocnema surda	rã-do-folhiço	-	-	-	MA
Leptodactylus cunicularius	rã	-	-	-	MA
Leptodactylus cupreus	rã	-	-	-	MA
Leptodactylus furnarius	rã	-	-	-	CE
Odontophrynus cultripes	sapo-verruga	-	-	-	CE
Phyllomedusa burmeisteri	perereca-verde	-	-	-	MA
Physalaemus crombiei	rã	-	-	-	MA
Physalaemus cuvieri	rã	-	-	-	MA
Pithecopus ayeaye	perereca-de-folhagem-com-perna-reticulada	CR	-	LC	MA
Proceratophrys boiei	sapo-de-chifre	-	-	-	MA
Rhinella rubescens	sapo-cururu	-	-	-	CE

ESPÉCIE	NOME POPULAR	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)	IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA
Scinax catharinae	perereca	-	-	-	MA
Scinax crospedospilus	perereca	-	-	-	MA
Scinax fuscomarginatus	perereca	-	-	-	MA
Scinax longilineus	perereca	-	-	-	MA
Scinax maracaya	perereca	-	-	-	CE
Scinax squalirostris	perereca	-	-	-	HP
Sphaenorhynchus canga	perereca	-	CR	LC	MA
Thoropa miliaris	rã-das-pedras	-	-	-	MA
Vitreorana uranoscopa	perereca-de-vidro	-	-	-	MA
Dipsas albifrons	come-lesma	-	-	-	MA
Enyalius bilineatus	camaleãozinho	-	-	-	MA
Hydromedusa maximiliani	cágado-da-serra	-	-	-	MA
Xenodon neuwiedii	boipeva	-	-	-	MA

Legenda: Graus de ameaça **:** CR – Criticamente em perigo; VU – Vulnerável; LC – Pouco preocupante; Importância ecológica: MA – Mata Atlântica; CE – Cerrado; HP – espécie associada à habitat preservado

Fonte: Concremat, 2025.

6.2.2.2.1.1.4. Espécies invasoras

Não foi registrada nenhuma espécie invasora da herpetofauna de potencial ocorrência na área de estudo regional.

6.2.2.2.1.1.5. Espécies de interesse médico e epidemiológico

Durante o levantamento de dados secundários foram registradas duas espécies de interesse médico, as jararacas *Bothrops jararaca* e *Bothrops neuwiedi*. As jararacas são serpentes peçonhentas, encontradas nas Américas Central e do Sul. São serpentes terrestres, semi-arborícolas e noturnas. Essas espécies são as principais responsáveis por acidentes ofídicos nas Américas, assim como por mortalidade. No entanto, a taxa de mortalidade é baixa, desde que seja administrado o soro antiofídico e tratamentos de suporte (MCDIARMID *et al.,* 1999).

Vale destacar, que a partir de estudos farmacológicos conduzidos no Brasil com o veneno da *Bothrops jararaca*, foi desenvolvido o Captopril, um dos medicamentos mais utilizados para tratamento de hipertensão arterial (BORGES *et al*. 2022).

6.2.2.2.1.1.6. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

A partir de dados secundários foram registradas duas espécies de interesse comercial para a área de estudo regional do meio biótico, a rã-de-vidro (*Vitreorana uranoscopa*) e o teiú

(*Salvator merianae*) (CITES, 2024) (**Quadro 6.2.2-3**). Ambas as espécies estão incluídas no Apêndice II do CITES, ou seja, não estão necessariamente em perigo iminente de extinção, mas podem vir a estar, a menos que o comércio seja estritamente controlado. Vale ressaltar que o teiú é historicamente caçado para servir de alimento e comercialização da pele para confecção de acessórios, como botas (FITZGERALD, 1994).

Quadro 6.2.2-3 - Espécies da herpetofauna de potencial ocorrência na área de estudo regional listadas nos Apêndices do CITES (2024)

Classificação Taxonômica	Nome Comum	CITES (2024)
Vitreorana uranoscopa	rã-de-vidro	II
Salvator merianae	teiú	II

Legenda: II – Apêndice II CITES (2024).
Fonte: Concremat, 2025

6.2.2.2.1.1.7. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

A herpetofauna representa um grupo-chave em relação a indicadores biológicos. Os anfíbios podem ser considerados excelentes indicadores de qualidade ambiental, devido a algumas características biológicas atreladas a esse grupo, como ciclo de vida bifásico, para a maioria dos representantes, pele permeável, padrão de desenvolvimento embrionário e por estarem diretamente associados a ambientes úmidos (VITT *et al.*, 1990). Portanto, a maioria dos membros desse grupo é extremamente sensível a mudanças ambientais causadas por alterações antrópicas (ANDREANI *et al.,* 2003). Já com relação aos répteis, por também serem ectotérmicos, são animais sensíveis às mudanças climáticas ocasionadas por ações antrópicas, fragmentação do ambiente e perda de habitat. Tais mudanças impactam diretamente no clima das regiões alteradas, consequentemente alterando também todas as suas funções fisiológicas e comportamentais (BERTOLUCI *et al.,* 2007).

Das 108 espécies da herpetofauna registradas, 52 apresentam importância ecológica (

Quadro 6.2.2-4). Destas, 42 são espécies endêmicas, sendo 37 espécies do bioma Mata Atlântica e cinco do bioma Cerrado. Outras 19 espécies possuem distribuição associada a hábitats preservados (HP); enquanto cinco são espécies florestais (EF), ou seja, dependem de ambientes florestais para sobreviver. Também foram observadas seis espécies de raro encontro na natureza (RN) e 14 espécies de raro encontro Regional (RR).

Quadro 6.2.2-4 - Espécies indicadoras de qualidade ambiental registradas para o Diagnóstico da herpetofauna regional (dados secundários) referente as obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima - MG.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA
Adenomera thomei	rã	RR, MA
Ameerega flavopicta	sapo-flecha	RR, HP
Aplastodiscus arildae	perereca	HP, MA
Aplastodiscus cavicola	perereca-flautinha	MA
Boana crepitans	perereca-da-Caatinga	RR
Boana polytaenia	perereca-de-pijama	MA
Bokermannohyla circumdata	perereca	EF, MA
Bokermannohyla martinsi	perereca	RR, HP, MA
Bokermannohyla nanuzae	perereca	EF, HP, MA
Bokermannohyla saxicola	perereca	RR, HP, MA
Crossodactylus trachystomus	rã	RR, HP
Dendropsophus decipiens	pererequinha-do-brejo	MA
Dendropsophus elegans	perereca-de-moldura	MA
Dendropsophus giesleri	perereca	RR, MA
Dendropsophus microps	perereca	MA
Dendropsophus rubicundulus	pererequinha-verde	RR, CE
Dendropsophus seniculus	perereca	MA
Haddadus binotatus	rã-do-folhiço	EF, MA
Hylodes uai	rã-da-corredeira	RN, HP, MA
Ischnocnema guentheri	rã-do-folhiço	EF, MA
Ischnocnema izecksohni	rã-do-folhiço	EF, MA
Ischnocnema surda	rã-do-folhiço	RN, HP, MA
Leptodactylus cunicularius	rã	HP, MA
Leptodactylus cupreus	rã	MA
Leptodactylus furnarius	rã	CE
Odontophrynus cultripes	sapo-verruga	CE
Phasmahyla jandaia	perereca	RN, HP
Phyllomedusa burmeisteri	perereca-verde	MA
Physalaemus crombiei	rã	MA
Physalaemus orophilus	rã-cachorro	RR, HP
Pithecopus ayeaye	perereca-de-folhagem-com-perna-reticulada	RR, HP, MA

ESPÉCIE	NOME POPULAR	IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA
Proceratophrys boiei	sapo-de-chifre	MA
Rhinella rubescens	sapo-cururu	CE
Scinax catharinae	perereca	MA
Scinax crospedospilus	perereca	RR
Scinax crospedospilus	perereca	MA
Scinax curicica	perereca	HP
Scinax fuscomarginatus	perereca	MA
Scinax longilineus	perereca	MA
Scinax maracaya	perereca	CE
Scinax rogerioi	perereca	RN, HP
Scinax squalirostris	perereca	RR, HP
Siphonops annulatus	cobra-cega	FO
Sphaenorhynchus canga	perereca	RN, MA
Thoropa megatympanum	rã-das-pedras	RR, HP
Thoropa miliaris	rã-das-pedras	RR, HP, MA
Vitreorana uranoscopa	pererecа-de-vidro	HP, MA
Dipsas albifrons	come-lesma	MA
Enyalius bilineatus	camaleãozinho	SAB, MA
Hydromedusa maximiliani	cágado-da-serra	SAQ, MA
Salvator merianae	teiú	CIN
Xenodon neuwiedii	boipeva	MA

Legenda: Importância ecológica: RR – raro encontro regional (Quadrilátero Ferrífero); MA – Mata Atlântica; HP – espécie associada à hábitats preservados; EF – espécie florestal; . CE – Cerrado; FO – espécie fossorial; RN – raro encontro na natureza; SAQ – Espécie semi-aquática; CIN – espécie cinegética.

Fonte: Concremat, 2025.

Anfíbios são organismos dependentes de água e seu uso do ambiente está condicionado a existência desse recurso. Com isso, para os anfíbios uma matriz permeável depende da presença de corpos d'água, mesmo que poças d'água temporárias (ALMEIDA-GOMES; ROCHA, 2014). Isso permite tanto sua dispersão entre os diferentes habitats na paisagem quanto o encontro de parceiros/as para reprodução sexual, ou para o forrageamento e alimentação. Além disso, espécies com uso de habitat dependente de floresta conseguem se dispersar entre diferentes manchas desse tipo de habitat na paisagem, o que permite a manutenção de sua diversidade genética através de uma dinâmica de metapopulações.

Os répteis são menos dependentes da água que os anfíbios, com adaptações que permitem o uso de habitats mais quentes e menos úmidos. Para esses animais, o principal obstáculo para dispersão em uma matriz mais aberta é sua exposição a animais predadores, como aves rapinantes ou mamíferos carnívoros. Entretanto, o uso de habitats abertos pode ser usado para forrageamento por presas, como pequenos roedores e anfíbios, para sua alimentação, para encontro de parceiros/as para reprodução sexual, ou para nidificação e residência em tocas no solo. Espécies com uso de habitats dependentes de floresta também podem usar a matriz para a dispersão de seus indivíduos entre essas manchas de habitat.

6.2.2.2.1.1.8. Descritores ecológicos da comunidade

Os dados secundários levantados para elaboração do presente diagnóstico da herpetofauna da área de estudo regional acumulam amostras entre os anos 2010 e 2020, sem detalhamento completo de esforço amostral. Com isso, as amostragens entre todos os estudos não são comparáveis para cálculos de abundância, diversidade, equitabilidade e eficiência amostral devido às diferentes fitofisionomias das áreas amostrais, períodos sazonais não definidos e diferentes metodologias praticadas.

Nesse sentido, devido às limitações metodológicas e de informações, mas sem prejuízo à caracterização da herpetofauna da área de estudo regional, apresentou-se e discutiu-se somente o descritor ecológico Riqueza (S) para a área de estudo regional (AER) no item **6.2.2.2.1.1.2 Inventário dos táxons**

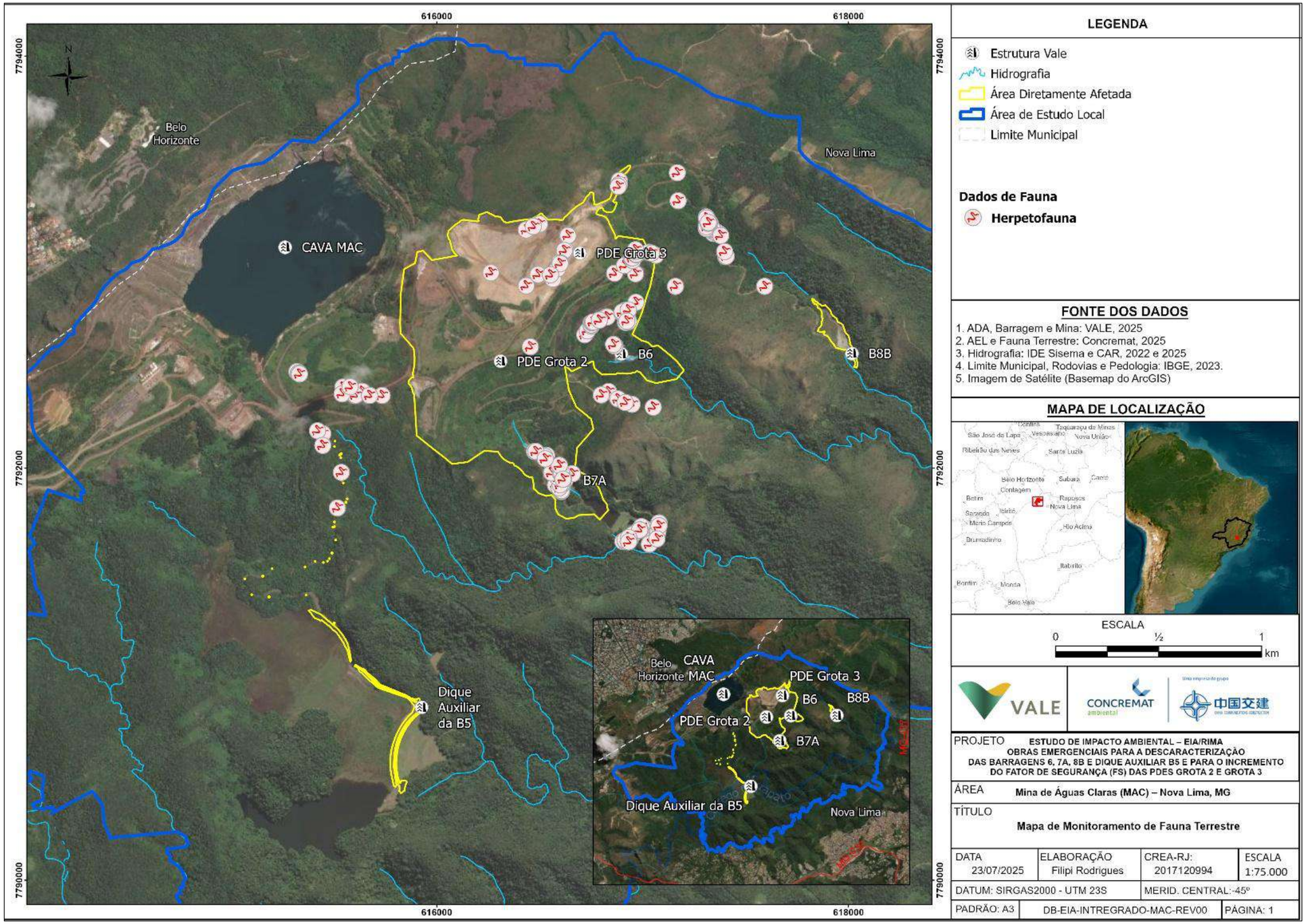
6.2.2.2.1.2. Caracterização da fauna local da área de estudo baseada em dados primários

O diagnóstico da herpetofauna da área de estudo local foi elaborado com base nos dados e informações coletados *in loco* (**Mapa 6.2.2-8**) pela empresa de consultoria ambiental, a Bioma. As amostragens de campo consistiram na utilização de métodos não interventivos, no decorrer de quatro campanhas de campo, sendo três campanhas na estação seca (Campanha 1; Campanha 2 e Campanha 3), e uma campanha na estação chuvosa (Campanha 4), conforme detalhamento apresentado no **Quadro 6.2.2-5**.

Quadro 6.2.2-5 - Período de realização das campanhas para o Diagnóstico da herpetofauna local (dados primários).

Campanha	Período	Sazonalidade
Campanha 1	15 a 24 de maio de 2019	Seca
Campanha 2	02 a 11 de abril de 2024	Seca
Campanha 3	31 de julho a 08 de agosto de 2024	Seca
Campanha 4	28 de outubro a 08 de novembro de 2024	Chuvosa

Fonte: Concremat (2025).



Mapa 6.2.2-8 - Localização dos registros da herpetofauna na área de estudo local (AEL). Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.1.2.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Para o diagnóstico da herpetofauna foram adotadas duas metodologias de amostragem não-interventivas: Busca ativa e Registros ocasionais.

Busca ativa

Utilizado na amostragem de herpetofauna e mastofauna, o método de busca ativa consiste no deslocamento a pé de forma lenta, ao longo de transectos, em trilhas pré-existentes ao longo das estruturas na área de estudo. Nesse método, as trilhas foram percorridas em busca de registros diretos e indiretos nos turnos da manhã e da noite, priorizando ambientes com heterogeneidade de microhábitats e locais com potencial presença dos espécimes estudados, tais como trilhas, acessos, estradas e margens de córregos, rios, lagoas e vegetação próxima a corpos d'água.

No caso do encontro de espécies de anfíbios anuros em atividade de vocalização foi utilizado um gravador de mão para fazer o registro apenas de zoofonia, mesmo sem a visualização dos espécimes, e a partir dessas informações foi feita uma estimativa do número de indivíduos em atividade que foi adicionada aos dados brutos.

Todos os indivíduos registrados foram quantificados e para cada registro foram anotadas informações, como: espécie, data, horário, fitofisionomia predominante, coordenadas geográficas, idade, sexo (quando aplicável) e, sempre que possível, os indivíduos foram fotografados.

Registros ocasionais

Premissa utilizada para todos os grupos estudados, os registros ocasionais são registros oportunistas de base qualitativa realizados durante os deslocamentos do pesquisador responsável, por membros das outras equipes de fauna ou pela equipe de flora, bem como registros feitos por colaboradores Vale ou de suas contratadas. Estes registros são qualitativos e contabilizados para a riqueza de espécies da Mina da Águas Claras, mas não foram utilizados nas análises estatísticas.

Por fim, a caracterização do *status* da conservação das espécies seguiu, a nível estadual, a lista de espécies ameaçadas do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), a nível nacional a Portaria do Ministério do Meio Ambiente n° 148 (MMA, 2022), e a lista da fauna ameaçada de extinção da *International Union of Conservation of Nature* (IUCN, 2024) categorias de ameaça à nível global.

6.2.2.2.1.2.2. **Inventário** *dos táxons*

Para a área de estudo local foram registrados 369 espécimes da herpetofauna, sendo 306 anfíbios e 63 répteis, distribuídos em 29 espécies (**Figura 6.2.2-1**). Destas, 22 espécies são de anfíbios anuros (incluídas em seis famílias) e sete espécies são répteis escamados (incluídas em cinco famílias de lagartos e serpentes).

Ressalta-se que para o cálculo da Riqueza foram excluídos das análises os táxons identificados com a abreviatura “sp.” após o nome genérico, como por exemplo *Boana* sp., *Scinax* sp. e *Trilepida* sp. Essa medida foi adotada somente quando na composição da amostra havia os mesmos gêneros com epíteto específico definido, evitando assim, a superestimação deste descritor ecológico.

É possível observar que a riqueza da herpetofauna local (n = 22 espécies**, Figura 6.2.2-2**) não foi semelhante ao registrado para a área de estudo regional, pois o número de espécies para a AEL é maior. A família Hylidae foi a mais abundante e rica (n = 158; S = 11, respectivamente), seguida da família Leptodactylidae (n = 116; S = 5), e em menor proporção as famílias Bufonidae (n = 13; S = 2), Odontophrynidae (n = 11; S = 2) e Phyllomedusidae (n = 5; S = 1) (**Figura 6.2.2-3**). Conforme mencionado, as famílias Hylidae e Leptodactylidae tendem a ser as mais representativas nos diagnósticos ambientais em regiões neotropicais, devido às adaptações morfológicas desses espécimes, que permitem que estes grupos habitem uma diversidade de habitats (VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005; HADDAD & SAWAYA, 2000). Por outro lado, espécies das famílias Bufonidae, Odontophrynidae e Phyllomedusidae, devido ao tamanho reduzido e hábito de vida, costumam ser pouco registradas nos levantamentos herpetológicos (SILVEIRA *et al.,* 2019).

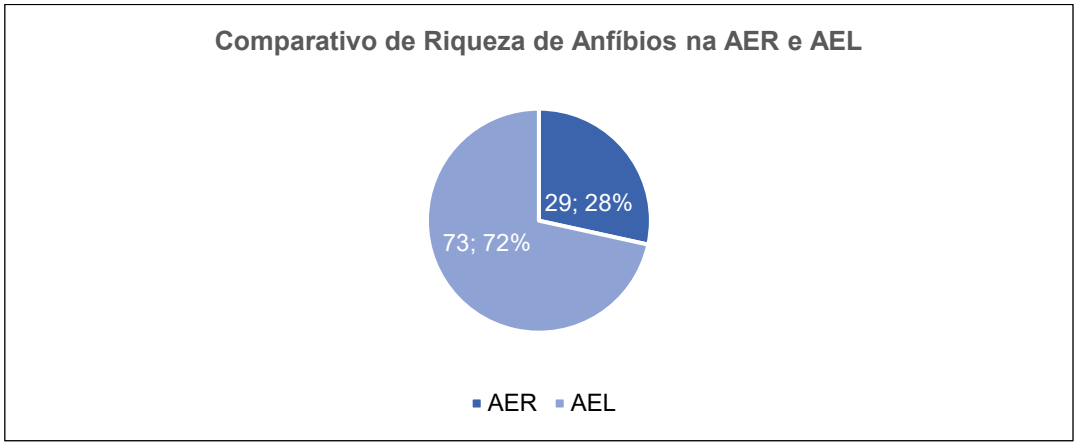


Figura 6.2.2-2 - Comparativo da Riqueza de Espécies entre a AER e AEL.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025)

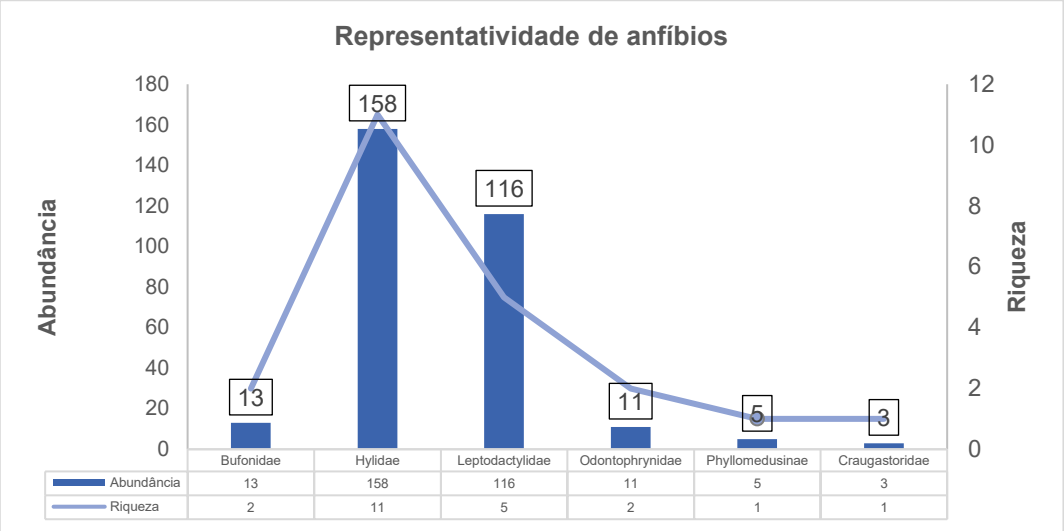


Figura 6.2.2-3 - Representatividade das famílias de anfíbios por abundância e riqueza de espécies registradas a área de estudo local.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Com relação aos répteis, foram registradas sete espécies, distribuídas em cinco famílias, todas da ordem Squamata. A família Tropiduridae apresentou a maior abundância e uma baixa riqueza (n = 49; S = 1), enquanto as maiores riquezas foram observadas nas famílias Teiidae (n = 9; S = 2), Leptotyphlopidae (n = 2; S = 2) e Gymnophthalmidae (n = 2; S = 2) (**Figura 6.2.2-4**). As espécies que compõem a família Tropiduridae são encontradas em áreas abertas da América do Sul cisandina tropical e subtropical. Enquanto algumas espécies desse gênero podem ser especialistas de habitat, outras são generalistas, ocupando até mesmo regiões com alto grau de antropização, tais como os centros urbanos (VAN SLUYS et al., 2004).

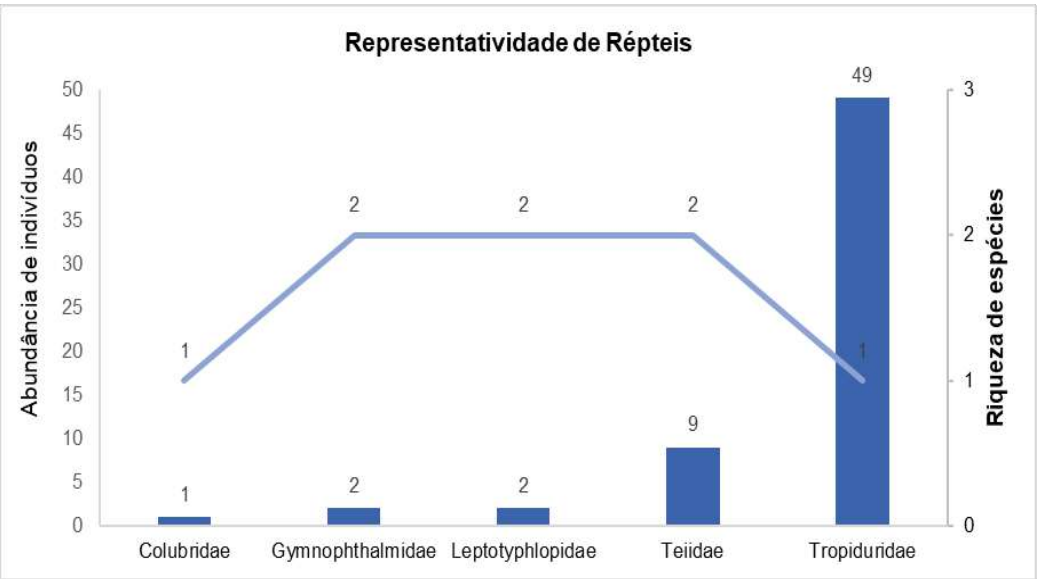


Figura 6.2.2-4 - Representatividade das famílias de répteis por abundância e riqueza de espécies registradas para a área de estudo local.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.1.2.3. Espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e de importância econômica

Para a área de estudo local não foram registradas espécies ameaçadas de extinção em nível estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2022) e internacional (IUCN, 2024).

Com relação ao endemismo, foram registradas nove espécies endêmicas da herpetofauna, sendo todas anfíbios anuros. Destas, sete são espécies endêmicas da Mata Atlântica e duas endêmicas do Cerrado (ROSSA-FERES *et al.,* 2017; TOZETTI *et al.,* 2018) (**Quadro 6.2.2-6**).

Quadro 6.2.2-6 - Espécies endêmicas da herpetofauna registradas na área de estudo local.

Classificação Taxonômica	Nome Comum	Endemismo
Aplastodiscus arildae	perereca	MA
Boana lundii	perereca-usina	CE
Boana polytaenia	perereca-de-pijama	MA
Dendropsophus elegans	perereca-de-moldura	MA
Haddadus binotatus	rãzinha-da-mata	MA
Odontophrynus cultripes	sapo-verruga	CE
Phyllomedusa burmeisteri	perereca-verde	MA
Proceratophrys boiei	sapo-folha	MA
Scinax luizotavioi	perereca	MA

Legenda: MA = Mata Atlântica; CE = Cerrado.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025**).**

A Mata Atlântica e o Cerrado apresentam alta riqueza de espécies da herpetofauna devido à sua heterogeneidade ambiental, criada a partir de um mosaico de hábitats horizontalmente contrastantes, como ambientes florestais secos, úmidos e ambientes abertos (COLLI *et al.,* 2002; ROSSA-FERES *et al.,* 2017). A maioria dos anfíbios apresenta pele extremamente permeável e são encontrados principalmente no período noturno e próximos a áreas alagadas e açudes, tanto em área abertas como em fragmentos de mata (MZUFV, 2009). Assim, são espécies dependentes do habitat para reprodução, alimentação e sobrevivência, sendo consideradas sensíveis à sua alteração.

6.2.2.2.1.2.4. Espécies invasoras

Não foram registradas espécies invasoras da herpetofauna para a área de estudo local.

6.2.2.2.1.2.5. Espécies de interesse médico

Ao longo das quatro campanhas de campo não foram registradas espécies de serpentes de interesse médico, como as cobras peçonhentas, por exemplo, cujas famílias são de grande importância médica, pois as toxinas são utilizadas para a produção de soros antiofídicos e remédios (ANJOS *et al.,* 2017).

6.2.2.2.1.2.6. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

O teiú (*Salvator merianae*) foi a única espécie de interesse comercial registrada para a área de estudo local (CITES, 2024). Essa espécie está incluída no Apêndice II do CITES, ou seja, não estão necessariamente em perigo iminente de extinção, mas podem vir a estar, a menos que o comércio seja estritamente controlado.

Vale destacar que o teiú é historicamente caçado para servir de alimento e comercialização da pele para confecção de acessórios, como botas (FITZGERALD, 1994).

6.2.2.2.1.2.7. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

As espécies da herpetofauna são consideradas boas indicadoras de qualidade ambiental, sendo os anfíbios os mais sensíveis às alterações ambientais (HEYER *et al.,* 1994). Estes animais são considerados bons indicadores, por responderem rapidamente às modificações ambientais como poluição, desmatamento, mudanças climáticas, assoreamento, queimadas e invasão de espécies exóticas (VITT *et al*., 1990; VITT & CALDWELL, 2014), demonstrando essas alterações através da redução populacional (SILVANO & SEGALLA, 2005). Embora os répteis ocupem uma posição mais elevada na cadeia alimentar, também são considerados como uma importante ferramenta para o conhecimento do estado de conservação dos ambientes naturais (VITT *et al*., 1990). Estes funcionam como bioindicadores da cadeia trófica, por serem predadores e presas de uma diversidade de animais, o que os tornam fundamentais para o equilíbrio do ambiente e manutenção dos processos ecológicos (MOURA-LEITE *et al,* 1993).

Das 29 espécies da herpetofauna registradas para a área de estudo local, 12 anfíbios anuros apresentam importância ecológica (**Quadro 6.2.2-7**). Destas, nove são espécies endêmicas, sendo sete (7) espécies do bioma Mata Atlântica e duas (2) do bioma Cerrado. Outras três (3) espécies possuem distribuição associada a hábitats preservados (HP); enquanto uma é espécies florestal (EF), ou seja, dependem de ambientes florestais para sobreviver. Também foram observadas duas espécies de raro encontro Regional (RR).

Quadro 6.2.2-7 - Lista de espécies da herpetofauna bioindicadoras de qualidade ambiental registradas para a área de estudo local.

Classificação Taxonômica	Nome Comum	Endemismo	Importância Ecológica
Aplastodiscus arildae	perereca	MA	HP
Boana crepitans	perereca-porco	-	RR
Boana lundii	perereca-usina	CE	-
Boana polytaenia	perereca-de-pijama	MA	-
Dendropsophus elegans	perereca-de-moldura	MA	-
Dendropsophus minutus	perereca-ampulheta	-	RR
Haddadus binotatus	rãzinha-da-mata	MA	EF
Odontophrynus cultripes	sapo-verruga	CE	-
Phyllomedusa burmeisteri	perereca-verde	MA	-
Proceratophrys boiei	sapo-folha	MA	-
Scinax fuscovarius	perereca-de-banheiro	-	HP
Scinax luizotavioi	perereca	MA	HP

Legenda: Importância ecológica: EF – espécie florestal; HP – espécie associada à hábitats preservados; RR – raro encontro regional (Quadrilátero Ferrífero); RN – raro encontro na natureza; MA – Mata Atlântica. CE – Cerrado.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

A Mina de Águas Claras está localizada numa região de ecótono entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, com uma AEL para o meio biótico estimada em 1.831 ha. Com isso, um mosaico de habitats compõe os elementos dessa paisagem na região de estudo, com mais da metade da AEL constituída por áreas com distúrbios antrópicos além de ambientes naturais (incluindo corpos d'água). Essa proporção de habitat natural está de acordo com o mínimo recomendado de 40% de área florestada para a manutenção da biodiversidade em paisagens fragmentadas (ARROYO-RODRIGUES *et al*., 2020), entretanto o nível de fragmentação deve ser considerado devido ao negativo efeito de borda, crescente nesse tipo de ambientes (PÜTTKER et al., 2020).

Entretanto, se considerarmos apenas as áreas florestadas, sua representatividade na AEL é baixa, para as espécies dependentes de floresta. De maneira geral, os remanescentes de Mata Atlântica se distribuem na paisagem por diversos fragmentos florestais, numa matriz de ambiente mais aberto como campos, pastagens, plantações e habitações urbanas (ICMBIO, 2018). Apesar dessa descontinuidade nas áreas florestadas, as espécies silvestres conseguem manter suas populações através da dispersão de seus indivíduos entre os habitats ou mediante a permeabilidade da matriz (PREVEDELLO & VIEIRA, 2009).

Os anfíbios são organismos dependentes de água e seu uso do ambiente está condicionado a existência desse recurso. Com isso, para os anfíbios, uma matriz permeável depende da presença de corpos d'água, mesmo que poças d'água temporárias (ALMEIDA-GOMES & ROCHA, 2014). Isso permite tanto sua dispersão entre os diferentes habitats na paisagem quanto o encontro de parceiros/as para reprodução sexual, ou para o forrageamento e alimentação. Além disso, espécies com uso de habitat dependente de floresta conseguem se dispersar entre diferentes manchas desse tipo de habitat na paisagem, o que permite a manutenção de sua diversidade genética através de uma dinâmica de metapopulações.

Não foram observadas espécies de répteis bioindicadoras, apesar destes serem considerados indicadores de qualidade ambiental (ROSSA-FERES *et al.,* 2008). Esses animais são menos dependentes da água e exibem adaptações que permitem o uso de habitats mais quentes e menos úmidos. Assim, o principal obstáculo para dispersão em uma matriz mais aberta é sua exposição a predadores, como aves rapinantes ou mamíferos carnívoros. Entretanto, estes utilizam os habitats abertos para forrageamento por presas, como pequenos roedores e anfíbios, para encontro de parceiros/as para reprodução sexual, ou para nidificação e residência em tocas no solo.

6.2.2.2.1.2.8. Descritores ecológicos da comunidade

Esforço e Suficiência amostral

Foram realizadas quatro campanhas de campo (Campanha 1: 15 a 24/05/2019; Campanha 2: 02 a 11/04/2024; Campanha 3: 31/07 a 8/04/2024; Campanha 4: 28/10 a 8/11/2024), sendo três na estação seca e uma na estação chuvosa. O método da curva do coletor é bastante utilizado para verificar a suficiência amostral através do número acumulativo de espécies amostradas ao longo das campanhas amostrais (CAINS & CURTIS, 1959).

Os anfíbios foram registrados nas quatro campanhas de amostragem. O estimador Jackknife 1 projetou 23,71 espécies, assim, o esforço amostral despendido foi o suficiente para registrar 92,8% da riqueza de anfíbios estimada por Jackknife 1 para a área de estudo e 30,1% da riqueza registrada com dados secundários (S= 73). Ao observar as curvas geradas, pode-se considerar que o esforço empregado para a amostragem foi assertivo e satisfatório, porém, a assíntota não foi atingida, o que indica a existência de espécies que não foram registradas durante as quatro campanhas realizadas (**Figura 6.2.2-5**). Esse resultado é considerado esperado, uma vez que a região apresenta uma elevada riqueza de espécies, conforme observado nos dados secundários.

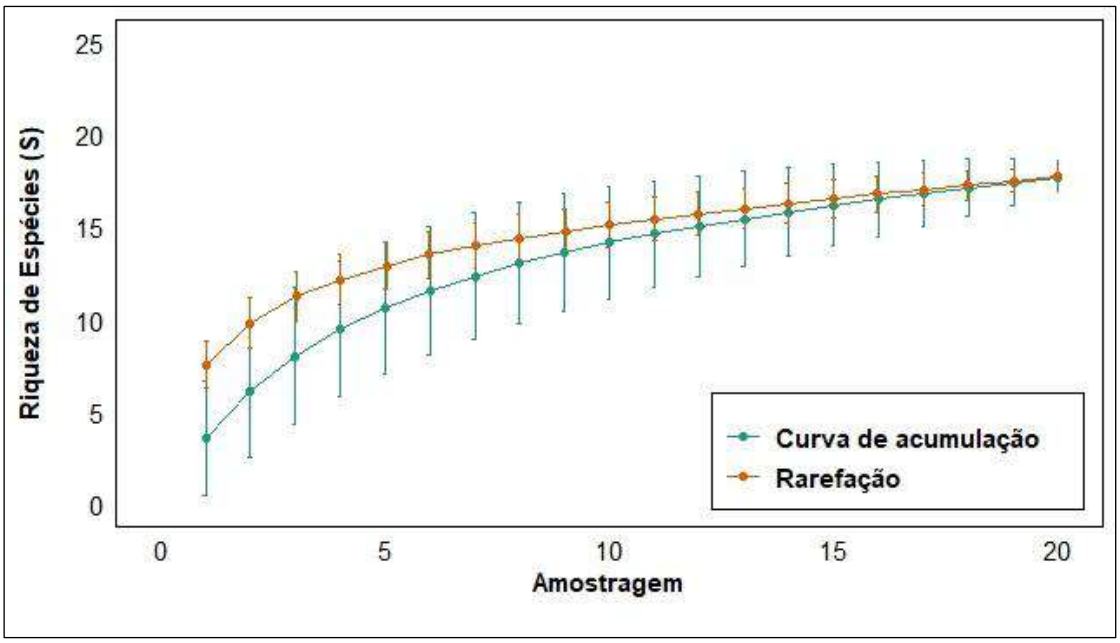


Figura 6.2.2-5 - Curva de acumulação de espécies e rarefação para anfíbios durante as quatro campanhas do Diagnóstico de fauna.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Os répteis foram registrados em três das quatro campanhas de diagnóstico. O estimador Jackknife 1 projetou 9,72 espécies, que representa 72,0% da riqueza total observada com dados primários (S= 7) e 20% da riqueza registrada com dados secundários (S= 35) (**Figura 6.2.2-6**). Nota-se que as curvas não apresentaram uma tendência à assíntota, indicando a existência de espécies não amostradas, além do estimador Jackknife apontar duas espécies a mais do que as registradas na área de estudo local. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo fato de que diversas espécies de répteis cessam suas atividades de acordo com a sazonalidade, enquanto outras apresentam hábitos de vida complexo, fatores que dificultam os encontros em amostragens rápidas (ROCHA *et al.*, 2014).

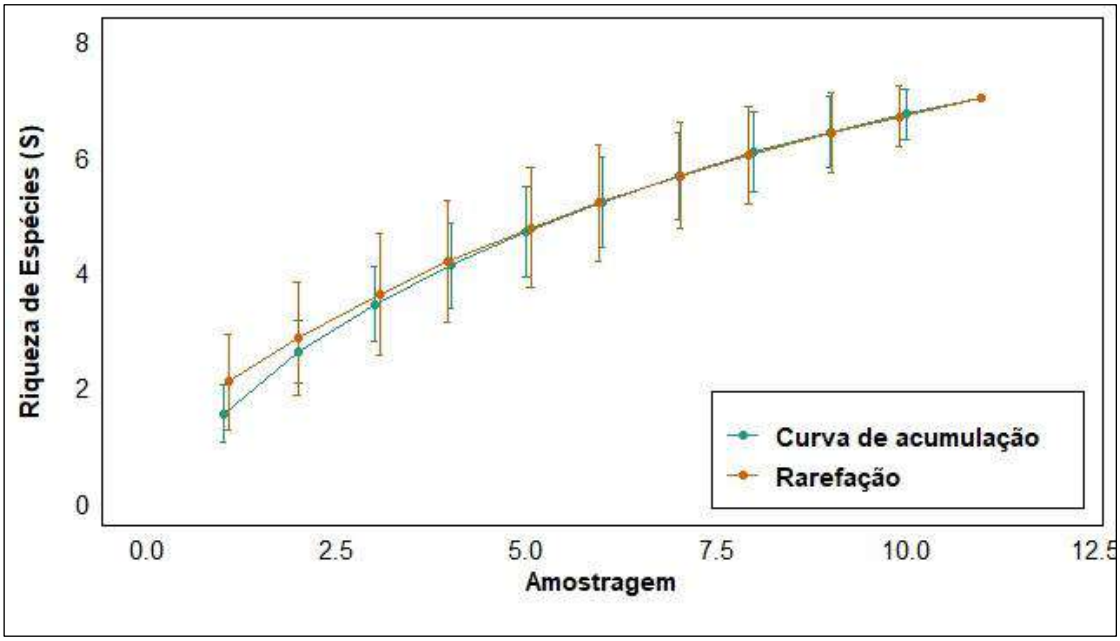


Figura 6.2.2-6 - Curva de acumulação de espécies e rarefação para répteis durante as quatro campanhas do Diagnóstico de fauna.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Abundância, Riqueza, diversidade e equitabilidade das espécies

Os descritores da comunidade foram avaliados considerando o conjunto de dados total para evitar resultados e interpretações enviesados, pois das quatro campanhas realizadas, três foram executadas na estação seca e uma na estação chuvosa.

Com base nos dados consolidados, foram observados 369 espécimes da hepetofauna, sendo 306 anfíbios e 63 répteis. Os maiores valores de abundância entre os anfíbios foram observados nas espécies *Physalaemus cuvieri* (N= 72; 23,5%), *Scinax fuscovarius* (S= 65; 21,2%) e *Leptodactylus fuscus* (N= 31; 10,1%), que juntas representaram 54,9% do total da amostra (**Quadro 6.2.2-8**). *Physalaemus cuvieri* é uma espécie generalista, exibe alta

plasticidade ambiental e possui populações abundantes, sendo considerada típica de áreas abertas, onde se reproduz em ambientes aquáticos temporários ou permanentes (VAZ-SILVA *et al*., 2020). *Scinax fuscovarius* ocorre em áreas urbanas, periurbanas e abertas não florestadas do sudeste do Brasil e países vizinhos, adaptando-se a diferentes condições climáticas e geográficas (FROST, 2016). Já *Leptodactylus fuscus* ocorre em todas as regiões do Brasil e países da américa do sul (FROST, 2023), apresentam hábitos noturnos e terrícolas e possuem reprodução prolongada, iniciando logo após as primeiras chuvas (BASTOS & HADDAD, 1995).

Nos répteis, as maiores abundancias foram observadas em *Tropidurus* gr. *torquatus* (N= 49; 77,8%) (**Quadro 6.2.2-8**). *Tropidurus* é um gênero de lagartos conhecidos popularmente como calangos, que possui mais de 25 espécies descritas. Esses lagartos estão distribuídos por toda a América do Sul e enquanto algumas espécies são amplamente distribuídas, outras podem ser endêmicas (TOYAMA, 2017). São encontrados, tanto em ambientes naturais, como alterados e podem ser facilmente observados forrageando sobre o solo ou rochas.

Quadro 6.2.2-8 - Dados de abundância absoluta e abundância relativa das espécies registradas nas quatro campanhas de Diagnóstico da herpetofauna local.

Táxon	Abundância total	Abundância relativa
Amphibia		
Aplastodiscus arildae	1	0,3%
Boana albopunctata	4	1,3%
Boana crepitans	20	6,5%
Boana faber	24	7,8%
Boana lundii	9	2,9%
Boana polytaenia	5	1,6%
Dendropsophus elegans	11	3,6%
Dendropsophus minutus	12	3,9%
Haddadus binotatus	3	1,0%
Leptodactylus fuscus	31	10,1%
Leptodactylus labyrinthicus	8	2,6%
Leptodactylus latrans	4	1,3%
Leptodactylus mystacinus	1	0,3%
Odontophrynus cultripes	6	2,0%
Phyllomedusa burmeisteri	5	1,6%
Physalaemus cuvieri	72	23,5%
Proceratophrys boiei	5	1,6%
Rhinella diptycha	3	1,0%

Táxon	Abundância total	Abundância relativa
Rhinella sp. *(crucifer vs ornata)*	10	3,3%
Scinax aff. *perereca*	5	1,6%
Scinax fuscovarius	65	21,2%
Scinax luizotavioi	2	0,7%
Total	**306**	
Reptilia		
Ameiva ameiva	7	11,1%
Cercosaura sp.	1	1,6%
Chironius brazili	1	1,6%
Heterodactylus imbricatus	1	1,6%
Salvator merianae	2	3,2%
Trilepida jani	2	3,2%
Tropidurus gr. *torquatus*	49	77,8%
Total	**63**	
Total Geral	**369**	

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

A riqueza e diversidade observada em anfíbios (S= 22; H= 0,79) e répteis (S= 7; H= 0,44) ao longo das quatro campanhas (**Quadro 6.2.2-9**) pode ser considerada baixa, considerando que a diversidade considerada normal para a fauna em florestas tropicais varia entre 1,5 e 3,5 (MAGURRAN, 2011). Vale destacar, que esse resultado pode ter sido influenciado pelo fato da maioria das campanhas ter ocorrido na estação seca, visto que os anfíbios e répteis são animais extremamente influenciados pela sazonalidade e sincronizam suas atividades de acordo com o período chuvoso, quando há uma maior disponibilidade de microhabitats e recursos, época também mais oportuna para reprodução (ROCHA *et al*., 2014).

Em anfíbios, a equitabilidade foi baixa e heterogênea quanto a abundância (J= 0,13) e reflete o alto valor de dominância (D= 0,87), influenciado pela elevada abundância de três espécies: *Physalaemus cuvieri*, *Scinax fuscovarius* e *Leptodactylus fuscus*. Nos répteis, o valor da equitabilidade (J= 0,62) indicou uma melhor distribuição da abundância entre as espécies, mas esse resultado é reflexo das baixas riqueza e diversidade, já que *Tropidurus* gr. *torquatus* foi a espécie dominante (D= 0,86).

Quadro 6.2.2-9 - Descritores ecológicos da comunidade das espécies da herpetofauna registradas nas quatro campanhas do Diagnóstico de fauna.

Parâmetros	Anfíbios	Répteis
Riqueza (S)	22	7
Equabilidade (J)	0,13	0,62
Dominância (D)	0,87	0,86
Diversidade (H)	0,79	0,44

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.1.2.9. Considerações finais

A riqueza de espécies da herpetofauna registrada durante o diagnóstico de fauna local (AEL), foi inferior, porém, semelhante aos resultados encontrados com dados secundários (AER) em termos da proporção de indivíduos de anfíbios e répteis observados. Das 108 espécies registradas na AER (anfíbios= 73 spp.; répteis= 35 spp.; testudíneos= 1 sp.), 29 (26,9%) espécies foram observadas na AEL (anfíbios= 22 spp.; répteis= 7 spp.).

Das espécies registradas durante o levantamento de dados secundários (AER), encontram-se ameaçadas de extinção (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2024) a perereca-da-folhagem (*Pithecopus ayeaye*), classificada como “Criticamente em Perigo - CR” (COPAM, 2010), a perereca (*Sphaenorhynchus canga*) na categoria “Criticamente em Perigo – CR” (MMA, 2022) e o cágado-da-serra, (*Hydromedusa maximiliani*) classificado como “Vulnerável – VU” (IUCN, 2023). Com dados primários (AEL), nenhuma espécie estava incluída nas listas de espécies ameaçadas consultadas.

Conforme esperado, a Mata Atlântica é o bioma brasileiro com o maior número de endemismo de anfíbios anuros (ROSSA-FERES *et al.,* 2017). O Cerrado também apresenta uma alta riqueza de espécies endêmicas da herpetofauna (COLLI *et al.,* 2002). Foram registradas, com dados secundários, 42 espécies endêmicas, sendo 37 espécies do bioma Mata Atlântica e cinco do bioma Cerrado. Já com dados primários, foram registradas nove (9) espécies de anfíbios anuros endêmicos da herpetofauna, sendo sete (7) endêmicas da Mata Atlântica e duas (2) do Cerrado.

Na AER, duas espécies de interesse comercial foram registradas, a rã-de-vidro (*Vitreorana uranoscopa*) e o teiú (*Salvator merianae*) (CITES, 2024), sendo esse último registrado também na AEL. Ambas se encontram incluídas no Apêndice II do CITES (2024), onde são listadas as espécies que não se encontram ameaçadas de extinção, porém seu manejo precisa ser controlado. Vale ressaltar que o teiú é historicamente caçado para servir de

alimento e comercialização da pele para confecção de acessórios, como botas (FITZGERALD, 1994).

Apesar dos dados primários terem sido obtidos por metodologias de amostragem não-interventivas, em anfíbios, o esforço amostral empegado foi satisfatório e suficiente para registrar 92,8% da riqueza de anfíbios estimada por Jackknife 1 e 30,1% da riqueza registrada com dados secundários. No entanto, as curvas geradas não atingiram a assíntota, conforme esperado para a região, que exibe uma elevada riqueza de espécies.

Para os répteis, a situação foi semelhante e o estimador Jackknife 1 projetou 72,0% da riqueza total observada com dados primários e 20% da riqueza registrada com dados secundários, mas as curvas apresentaram uma tendência à assíntota, indicando que a amostragem foi eficiente para registrar quase na totalidade a riqueza estimada por Jackknife 1, considerando que a diversidade de répteis da região é elevada.

Devido a heterogeneidade de fitofisionomias no local das obras e regiões de entorno, os descritores ecológicos foram baixos. Além disso, espécies com baixa mobilidade, principalmente as que possuem algum tipo de dependência de ambientes preservados ou ainda que apresentam distribuição restrita a determinadas regiões, tendem a ser mais prejudicadas pelos impactos decorrentes da perda de hábitat e fragmentação.

6.2.2.2.2. Avifauna

Devido às suas diversas adaptações alimentares, as aves são animais de extrema importância para a manutenção do equilíbrio ecológico do ambiente, atuantes como dispersores de sementes (PADOVEZI *et al.,* 2014), agentes polinizadores (SILVEIRA *et al.,* 2016), e até mesmo por participarem da ciclagem de nutrientes (RIBEIRO & FERREIRA, 2014). Como indicadoras da qualidade ambiental, as aves possibilitam a detecção de mudanças climáticas por meio do seu próprio comportamento, a exemplo das aves migratórias, que podem atrasar ou adiar suas migrações (VOTIER & SHERLEY, 2017).

A diversidade de relevos, climas e biomas do estado de Minas Gerais, permitem a existência de uma variedade de hábitats e micro-habitats para a avifauna, sendo registradas 770 espécies de aves para o estado (SILVEIRA *et al.,* 2009). Tendo em vista o papel fundamental desses animais e a sensibilidade destes a mudanças ambientais, estudos acerca da avifauna são importantes para a compreensão da diversidade, hábitos alimentares, reprodutivos e monitoramento dos indivíduos, servindo como importantes bioindicadores da qualidade ambiental (ROCHA *et al.,* 2015).

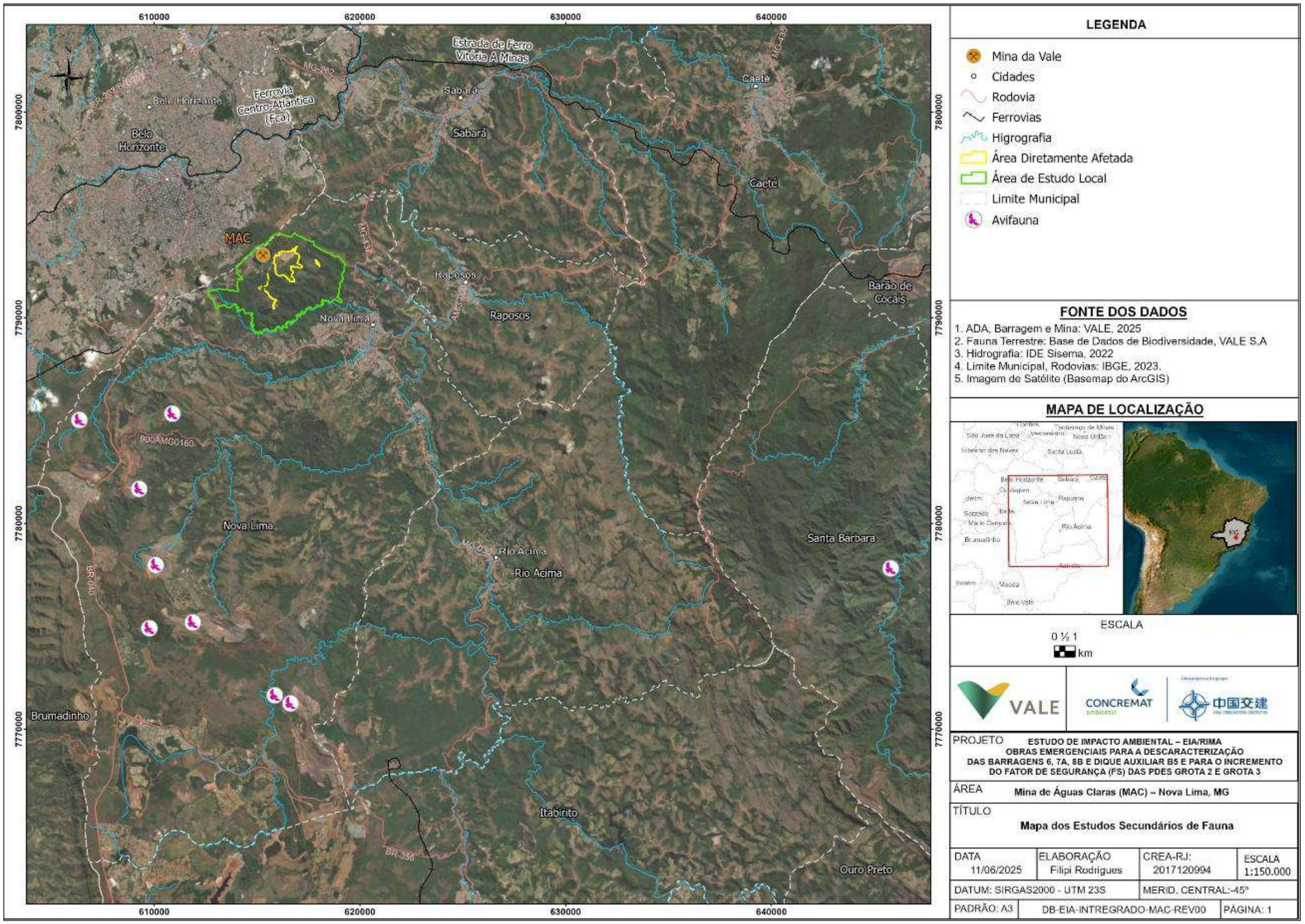
6.2.2.2.2.1. Caracterização da Fauna Regional Baseada em Dados Secundários

Para caracterização da fauna na área de estudo regional foram utilizados dados obtidos na Base de Dados de Biodiversidade – BDBio (VALE S.A., 2020), abrangendo o período de 2010 a 2020, utilizando como filtro o município de Nova Lima/ MG, no qual se situa a área de estudo. Adicionalmente, foram incluídos dados oriundos de Relatórios técnico-científicos, Planos de Manejo e Artigos Científicos com ênfase no levantamento da avifauna (**Quadro 6.2.2-10, Mapa 6.2.2-9**).

Quadro 6.2.2-10 - Consultados para elaboração do presente Diagnóstico da avifauna da área de estudo regional (dados secundários).

Grupo	Riqueza	Local	Referência
Avifauna	274 espécies	Município Nova Lima	VALE AS, 2020.
	53 espécies	Município de Nova Lima e Belo Horizonte	Marine *et al.,* 2010
	251 espécies	Município de Nova Lima	WikiAves, 2024.

Fonte: Concremat, 2025.



Mapa 6.2.2-9 - Localização para a fonte de dados secundários para Avifauna da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

Os resultados obtidos foram apresentados em listas de espécies por grupo-alvo, de acordo com o arranjo taxonômico e filogenético proposto a seguir:

1. Avifauna: lista do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al*., 2021).

Os graus de ameaça das espécies foram consultados em listas oficiais de diferentes níveis. Em nível global foi consultada a listagem de espécies ameaçadas no livro vermelho da *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2024). Para a listagem de espécies ameaçadas em âmbito nacional foi consultada a listagem elaborada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade instrumentalizado na portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022). E em nível local foi consultada a lista de espécies da fauna ameaçadas no estado de Minas Gerais, constante na Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010 (COPAM, 2010). Espécies ameaçadas e sujeitas ao interesse comercial foram consultadas nos apêndices do *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2024).

6.2.2.2.2.1.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Dentre os estudos utilizados para consulta, o BD Biodiversidade da Vale e Wiki Aves (2025) tratam de bases de dados, sem descrição para processos de amostragem, triagem, captura e marcação. Para o estudo de Marine *et al.,* (2010) a amostragem da fauna foi interventiva e realizou coleta marcação (anilhas) e soltura dos animais. Para a captura das aves foram utilizadas 10 a 20 redes de neblina com malha de 36 mm e dimensões de 12 m de comprimento por 2,5 m de altura), colocadas perto do solo. As redes ficaram abertas principalmente entre 06:00 e 14:00 h, com esforço total de anilhamento de 6730 horas de rede de neblina. As horas de rede de neblina variaram de 237 a 645 nos locais de floresta e de 121 a 529 nos locais de cerrado. Uma hora de rede de neblina consistiu em uma rede de 12 m de comprimento aberta por 1 h. Os pássaros capturados foram identificados, receberam uma anilha de metal numerada e uma combinação única de três anilhas de plástico coloridas e foram soltos.

A sequência e taxonomia das espécies seguem o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2008).

6.2.2.2.2.1.2. Inventário dos táxons

A riqueza adquirida através da compilação dos dados secundários possibilitou o registro de 300 espécies de aves, incluídas em 23 ordens e 55 famílias. Destes, 186 (62%) espécies são passeriformes e 114 (38%) não-passeriformes. Esse resultado é esperado, uma vez que os

passeriformes compreendem cerca de 5.800 (60%) espécies de aves em todo o mundo (SICK, 1997).

Dentre as famílias com maior riqueza de espécies destacam-se principalmente os Tyrannidae (bem-te-vis e afins; 44 spp.), Thraupidae (canários e afins; 33 spp.), Furnariidae (joão-de-barro e afins; 17 spp.), Accipitridae (gavião e afins; 16 spp.), Trochilidae (beija-flor e afins; 15 spp.), Thamnophilidae (choquinhas e afins; 14 spp.) e Rhynchocyclidae (estalador e afins; 12 spp.) (**Figura 6.2.2-7**). A família Tyrannidae é a mais representativa em levantamentos da avifauna, pois essa é a maior família de aves da região neotropical, além de serem facilmente avistadas devido a seu comportamento de vocalização no período matutino (WILLIS & ONIKI, 2002; PORTES, *et al*., 2011; LEES *et al*., 2012). Seus representantes se adaptaram aos mais variados nichos ecológicos, inclusive vilas e cidades (SICK, 1997), demonstrando grande capacidade em ocupar diferentes ambientes. Os traupídeos são, na sua maioria, onívoros e algumas espécies desempenham importante papel na dispersão de sementes (SICK, 1997).

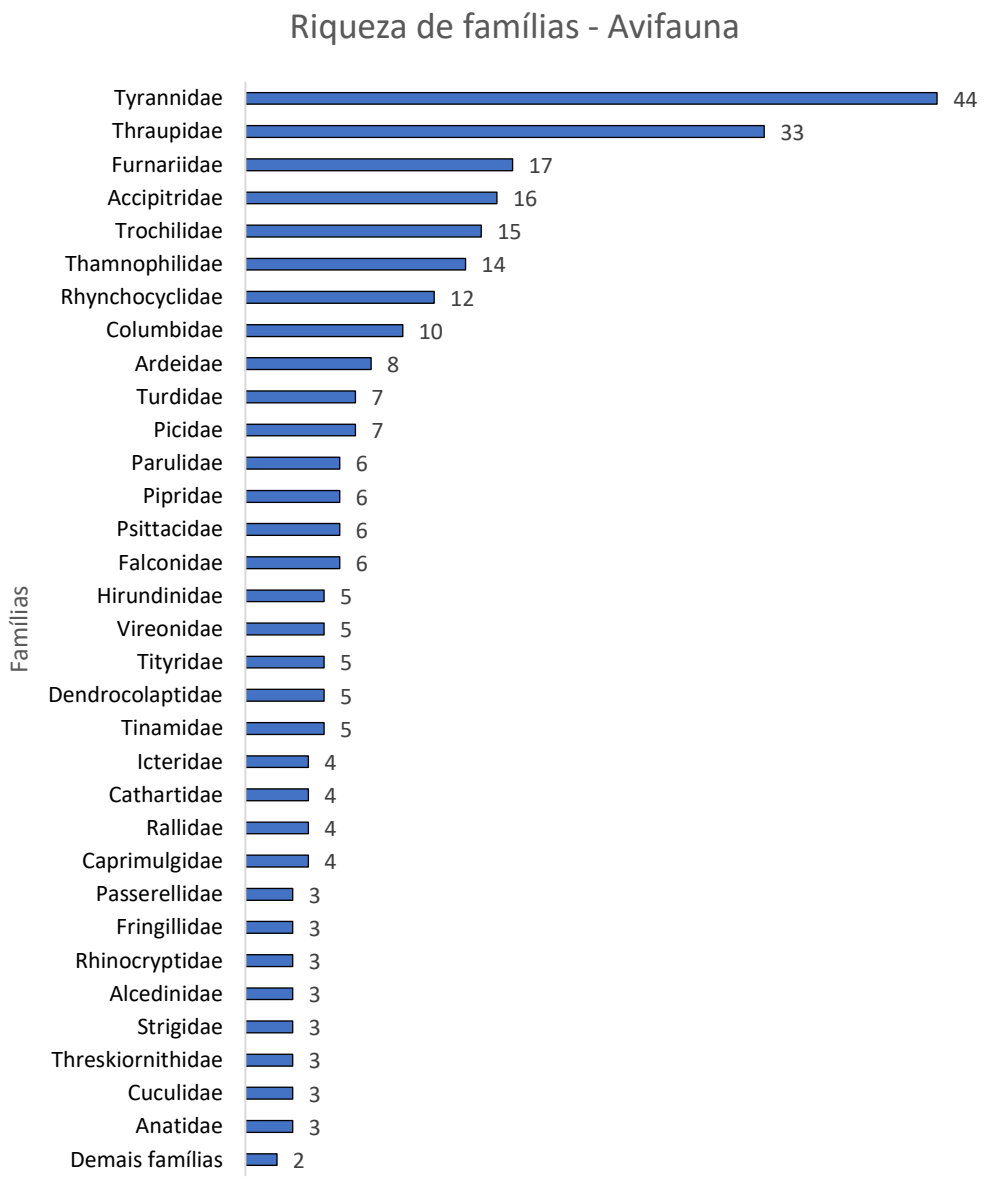


Figura 6.2.2-7 - Riqueza das famílias de aves registradas através do levantamento de dados secundários para o Diagnóstico da avifauna regional referente as obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Concremat (2025)

6.2.2.2.2.1.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Em relação ao *status* de conservação, das 300 espécies de aves registradas a partir de dados secundários, oito espécies estão incluídas como ameaçadas de extinção em alguma das três listas consultadas (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2024). Algumas das espécies levantadas são endêmicas dos biomas Cerrado ou Mata Atlântica, sendo 29 espécies endêmicas da Mata Atlântica e sete espécies endêmicas do Cerrado.

A principal ameaça para as espécies de aves ameaçadas e endêmicas é o desmatamento, que provoca alterações ambientais nos remanescentes de vegetação nativa de Mata Atlântica (ISLER *et al*., 2009). Como a especificidade ambiental é um fator determinante para o estabelecimento das populações destas espécies, essas alterações ocasionam declínio populacional (ISLER *et al*., 2009; RIBEIRO, 2008; SICK, 2001). Assim, para a conservação destas espécies é importante a preservação dos ambientes onde vivem, além da formação de corredores ecológicos para aquelas que necessitam de grandes áreas de vida (ISLER *et al*., 2009; RIBEIRO, 2008; SICK, 2001).

Das espécies citadas no **Quadro 6.2.2-11**, cabe destacar três espécies: o tico-tico-de-máscara-negra (*Coryphaspiza melanotis*), a choquinha-chumbo (*Dysuthamus plumbeus*) e o pixoxó (*Sporophila frontalis*) (**Quadro 6.2.2-11**). O tico-tico-de-máscara-negra (*Coryphaspiza melanotis*) encontra-se “Vulnerável” a nível nacional (MMA, 2022) e internacional (IUCN, 2024). A choquinha-chumbo (*Dysuthamus plumbeus*) encontra-se “Vulnerável” a nível estadual e internacional (IUCN, 2024), e é endêmica da Mata Atlântica, o que confere maior sensibilidade a espécies. O pixoxó (*Sporophila frontalis*) encontra-se como “Vulnerável” a nível nacional (MMA, 2024) e internacional (IUCN, 2024), e é endêmica da Mata Atlântica.

Quadro 6.2.2-11 - Espécies de aves ameaçadas de extinção registradas com dados secundários para o Diagnóstico da avifauna regional referente as obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Espécies	Nome Comum	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)	Endemismo
Anabazenops fuscus	trepador-coleira	-	-	LC	MA
Antilophia galeta	soldadinho	-	-	LC	CE
Aramides saracura	saracura-do-mato	-	-	LC	MA
Automolus leucophthalmus	barranqueiro-de-olho-branco	-	-	LC	MA
Campephilus robustus	pica-pau-rei	-	-	LC	MA
Chiroxiphia caudata	tangará	-	-	LC	MA
Coryphaspiza melanotis	tico-tico-de-máscara-negra	EN	VU	VU	-

Espécies	Nome Comum	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)	Endemismo
Cranioleuca pallida	arredio-palido	-	-	LC	MA
Cyanocorax cristatellus	gralha-do-campo	-	-	LC	CE
Drymophila ferruginea	dituí	-	-	LC	MA
Drymophila ochropyga	choquinha-de-dorso-vermelho	-	-	NT	MA
Dysuthamus plumbeus	choquinha-chumbo	VU	EN	VU	MA
Embernagra longicauda	rabo-mole-da-serra	-	-	LC	CE
Formicivora serrana	formigueiro-da-serra	-	-	LC	MA
Haplospiza unicolor	cigarra-bambu	-	-	LC	MA
Hemithraupis ruficapilla	saíra-ferrugem	-	-	LC	MA
Hemitriccus diops	olho-falso	-	-	LC	MA
Hemitriccus nipendulus	tachuri-campainha	-	-	LC	MA
Illicura militaris	tangarazinho	-	-	LC	MA
Knipolegus nigerrimus	maria-preta-de-bico-azulado	-	-	LC	MA
Lepidocolaptes squamatus	arapaçu-escamoso	-	-	LC	MA
Mackenziana leachii	borralhara-assobiadora	-	-	LC	MA
Melanopareia torquata	meia-lua-do-cerrado	-	-	LC	CE
Micropygia schomburgkii	maxalalagá	EN	-	LC	MA
Microspingus cinereus	capacetinho-do-oco-do-pau	-	-	LC	CE
Myiopagis caniceps	guaracava-cinzenta	-	-	LC	MA
Phibalura flavirostris	tesourinha-da-mata	VU	-	NT	-
Polystictus superciliaris	papa-moscas-de-costas-cinzentas	-	-	LC	CE
Porphyrospiza caerulescens	campainha-azul	-	-	NT	CE
Pyriglena leucoptera	papa-taoca-do-sul	-	-	LC	MA
Schiffornis virescens	flautim	-	-	LC	MA
Scytalopus iraiensis	tapaculo-da-várzea	-	EN	EN	-
Spizaetus ornatus	gavião-de-penacho	EN	-	NT	-
Spizaetus tyrannus	gavião-pega-macaco	EN	-	LC	-
Sporophila frontalis	pixoxó	EN	VU	VU	MA
Synallaxis ruficapilla	pichororé	-	-	LC	MA

Espécies	Nome Comum	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)	Endemismo
Tachyphonus coronatus	tiê-preto	-	-	LC	MA
Tangara cyanoventris	saíra-douradinha	-	-	LC	MA
Tangara glaucopis	beija-flor-tesoura	-	LC	-	MA
Todirostrum poliocephalum	teque-teque	-	-	LC	MA
Trogon surrucura	surucuá-variado	-	-	LC	MA

Legenda: *Status* de ameaça de extinção: VU – Vulnerável; EN – Em perigo; NT – Quase Ameaçada; LC – Pouco Preocupante. Endemismo: MA – Mata Atlântica; CE – Cerrado.

Fonte: Concremat (2025).

6.2.2.2.2.1.4. Espécies migratórias

Foram registradas 17 espécies migratórias, sendo quatro espécies migrantes (MGT) e 13 espécies consideradas migratórias parciais (MPR) (**Quadro 6.2.2-12**). Para o Brasil, são observadas 198 (10,3%) espécies que exibem comportamento migratório. Dessas, 127 espécies (64%) são consideradas migratórias e 71 espécies (36%) parcialmente migratórias (SOMENZARI *et al*., 2018; PACHECO *et al*., 2021; CBRO, 2021).

As consideradas migrantes (MGT) são aquelas espécies que suas populações se afastam de seus locais de reprodução de maneira regular e sazonal, retornando a cada período reprodutivo. As migratórias parciais (MPR) são aquelas onde parte de sua população é migratória e parte é residente (SOMENZARI *et al*., 2018).

Quadro 6.2.2-12 - Espécies de aves migratórias registradas com dados secundários para o Diagnóstico de Aves regional referente as obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Espécies	Nome Comum	Status Migratório
Chaetura meridionalis	andorinhão-do-temporal	MGT
Elaenia chilensis	guaracava-de-crista-branca	MGT
Florisuga fusca	beija-flor-preto	MPR
Harpagus diodon	gavião-bombachinha	MGT
Legatus leucophaius	bem-te-vi-pirata	MPR
Myiophobus fasciatus	filipe	MPR
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	MPR
Progne tapera	andorinha-do-campo	MPR
Sporophila caerulescens	coleirinho	MPR
Sporophila lineola	bigodinho	MPR
Stelgidopteryx ruficollisi	andorinha-serradora	MPR

Espécies	Nome Comum	Status Migratório
Tersina viridis	saí-andorinha	MPR
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	MPR
Tyrannus melancholicus	suiriri	MPR
Tyrannus savana	tesourinha	MPR
Vireo chivi	juruviara	MPR
Vireo olivaceus	juruviara-boreal	MGT

Legenda: MGT - Espécies migrantes; MPR – Espécies migratórias parciais.

Fonte: Concremat (2025).

6.2.2.2.2.1.5. Espécies invasoras

O pardal (*Passer domesticus*) é considerada uma espécie invasora no Brasil. É uma espécie originária do Oriente Médio, que começou a se dispersar pela Europa, Ásia e América, chegando no Brasil por volta de 1903 (segundo registros históricos) (WIKIAVES, 2024). A introdução do pardal representa uma ameaça para algumas espécies nativas granívoras da ordem Passeriformes (GABRIEL & ELIAS, 2011).

6.2.2.2.2.1.6. Espécies de interesse médico e de relevância epidemiológica

A presença de espécies pertencentes à família Columbidae, conhecidas popularmente por pombas e rolinhas (**Quadro 6.2.2-13**), pode ser considerada um problema ambiental, pois compete por alimento com as espécies nativas, danifica monumentos com suas fezes e pode transmitir doenças ao homem.

Os columbídeos são considerados reservatórios potenciais do parasita *Cryptosporidium* spp., causador de doenças intestinais (ABOLNIK, 2014; DOS SANTOS *et al.*, 2020; SICK, 1997), além de ter se tornado destaque nos estudos da gripe aviária causada pelo GAAP H5N1 como espécie-ponte, ou seja, como potencial transmissor do vírus entre populações de aves migratórias, aves aquáticas, e entre populações selvagens e criadouros de aves (ABOLNIK, 2014).

Quadro 6.2.2-13 - Espécies de aves de relevância epidemiológica registradas com dados secundários para o Diagnóstico da Avifauna regional referente as obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Espécies	Nome Comum
Patagioenas picazuro	pomba-asa-branca
Patagioenas cayennensis	pomba-galega
Leptotila verreauxi	juriti-pupu
Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca
Zenaida auriculata	avoante
Columbina talpacoti	rolinha-roxa
Columbina squammata	rolinha-fogo-apagou

Fonte: Concremat, 2025.

6.2.2.2.2.1.7. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

Dentre as espécies registradas, 28 são consideradas cinegéticas, sendo uma espécie incluída no apêndice I e 27 espécies no apêndice II (**Quadro 6.2.2-14**). No Apêndice I, que enumera as espécies ameaçadas que são afetadas pelo tráfico de animais, foi registrado apenas o papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*). Já o Apêndice II lista as espécies que atualmente não estão ameaçadas, mas necessitam de controle do seu comércio ilegal. Estão incluídas no Apêndice II as espécies das famílias Trochilidae, Falconidae, Psittacidae e alguns Ramphastidae, que são comercialmente cobiçadas, principalmente pela sua beleza, sendo muito assediadas como xerimbabos, isto é, mantidas como animais domésticos.

Quadro 6.2.2-14 - Espécies cinegéticas de aves registradas com dados secundários para o Diagnóstico da Avifauna regional referente as obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Espécies	Nome Comum	CITES (2024)
Amazona brasiliensis	papagaio-de-cara-roxa	I
Aphantochroa cirrochloris	beija-flor-cinza	II
Augastes scutatus	beija-flor-de-gravata-verde	II
Brotogeris chiriri	periquito-de-encontro-amarelo	II
Calliphlox amethystina	estrelinha-ametista	II
Caracara plancus	carcará	II
Chionomesa lactea	beija-flor-de-peito-azul	II
Chlorostilbon lucidus	beija-flor-tesoura-verde	II

Espécies	Nome Comum	CITES (2024)
Chrysuronia versicolor	beija-flor-de-banda-branca	II
Colibri serrirostris	beija-flor-de-orelha-violeta	II
Eupetomena macroura	besourinho-de-bico-vermelho	II
Eupsittula aurea	periquito-rei	II
Falco femoralis	falcão-de-coleira	II
Falco sparverius	quiriquiri	II
Florisuga fusca	beija-flor-preto	II
Forpus xanthopterygius	tuim	II
Heliothryx auritus	beija-flor-de-bochecha-azul	II
Herpetotheres cachinnans	acauã	II
Leucochloris albicollis	beija-flor-de-papo-branco	II
Micrastur semitorquatus)	falcão-relógio	II
Milvago chimachima	carrapateiro	II
Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado	II
Phaethornis ruber	rabo-branco-rubro	II
Pionus maximiliani	maitaca-verde	II
Psittacara leucophthalmus	periquitão	II
Ramphastos toco	tucanuçu	II
Thalurania furcata	beija-flor-de-fronte-violeta	II
Thalurania glaucopis	beija-flor-tesoura	II

Legenda: I - Apêndice I CITES (2024); II – Apêndice II CITES (2024).

Fonte: Concremat (2025).

6.2.2.2.2.1.8. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

As aves constituem um dos grupos da fauna mais bem estudados do mundo, pois desempenham importantes funções ecológicas e respondem às mudanças em seus ambientes naturais em diferentes escalas, uma vez que algumas espécies são sensíveis a alterações do hábitat (STOTZ *et al*., 1996).

O tipo de hábitat preferencial das espécies registradas diz muito sobre sua importância ecológica. Das espécies levantadas com dados secundários, 42 são de espécies que dependem de ambientes florestais (EF), ou seja, necessitam de áreas com formação de sub-bosque para sua sobrevivência, cinco são de taquarais dentro das florestas (EF, ET), 11 são

espécies de ambientes campestres nativos (EC) e duas espécies ocorrem apenas em taquarais (ET) (FAVRETTO, 2021; 2023) (**Quadro 6.2.2-15**).

Entre as espécies sensíveis a alterações do habitat estão os insetívoros, os frugívoros de grande porte e as espécies ameaçadas e endêmicas (PIZO, 2001; PROTOMASTRO, 2001; OREN, 2001). Essas espécies têm maior probabilidade de serem afetadas por impactos ambientais, visto que necessitam de áreas mais preservadas e com características específicas para a manutenção de suas populações (FAVRETTO, 2021, 2023).

Além dessas espécies sensíveis, também foram registradas 37 espécies endêmicas. Destas, sete são endêmicas do Cerrado brasileiro e outras 29 espécies da Mata Atlântica.

Quadro 6.2.2-15 - Espécies de aves indicadoras de qualidade ambiental registradas com dados secundários para o Diagnóstico da Avifauna regional referente as obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Minas de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Espécies	Nome Comum	Importância Ecológica
Anabazenops fuscus	trepador-coleira	EF, ET, MA
Antilophia galeata	soldadinho	EF, CE
Aramides saracura	saracura-do-mato	MA
Automolus leucophthalmus	barranqueiro-de-olho-branco	EF, MA
Campephilus robustus	pica-pau-rei	EF, MA
Capsiempis flaveola	marianinha-amarela	EF
Casiornis rufus	maria-ferrugem	EF
Chiroxiphia caudata	tangará	EF, MA
Conopophaga lineata	chupa-dente	EF
Cranioleuca pallida	arredio-pálido	EF, MA
Cyanocorax cristatellus	gralha-do-campo	CE
Dendroma rufa	limpa-folha-de-testa-baia	EF
Drymophila ferrugineai	dituí	EF, ET, MA
Drymophila malura	choquinha-carijó	EF, ET
Drymophila ochropyga	choquinha-de-dorso-vermelho	EF, ET, MA
Dysithamnus mentalis	choquinha-lisa	EF
Dysithamnus plumbeus	choquinha-chumbo	EF, MA
Elaenia chiriquensis	chibum	EF
Elaenia cristata	guaracava-de-topete-uniforme	EF
Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	EF
Elaenia mesoleuca	tuque	EF
Elaenia obscura	tucão	EF

Espécies	Nome Comum	Importância Ecológica
Emberizoides herbicola	canário-do-campo	EC
Embernagra longicauda	rabo-mole-da-serra	EC, CE
Formicivora serrana	formigueiro-da-serra	MA
Geranoaetus melanoleucus	águia-serrana	EC
Haplospiza unicolor	cigarra-bambu	ET, MA
Hemithraupis ruficapilla	saíra-ferrugem	EF, MA
Hemitriccus diops	olho-falso	EF, MA
Hemitriccus margaritaceiventer	sebinho-de-olho-de-ouro	EF
Hemitriccus nidipendulus	tachuri-campainha	EF, MA
Hirundinea ferruginea	gibão-de-couro	EF
Ilicura militaris	tangarazinho	EF, MA
Knipolegus nigerrimus	maria-preta-de-garganta-vermelha	MA
Lepidocolaptes squamatus	arapaçu-escamoso	EF, MA
Leptopogon amaurocephalus	cabeçudo	EF
Lochmias nematura	joão-porca	EF
Mackenziaena leachii	borralhara-assobiadora	EF, ET, MA
Manacus manacus	rendeira	EF
Melanopareia torquata	meia-lua-do-cerrado	EC, CE
Micropygia schomburgkii	maxalalagá	EC, MA
Microspingus cinereus	capacetinho-do-oco-do-pau	EC, CE
Myiopagis caniceps	guaracava-cinzenta	EF
Myiornis auricularis	miudinho	EF, MA
Myiothlypis leucoblephara	pula-pula-assobiador	EF
Platyrinchus mystaceus	patinho	EF
Poecilotriccus plumbeiceps	tororó	EF
Polystictus superciliaris	papa-moscas-de-costas-cinzentas	EC, CE
Porphyrospiza caerulescens	campainha-azul	EC, CE
Pyriglena leucoptera	papa-taoca-do-sul	EF, MA
Pyroderus scutatus	pavó	EF
Schiffornis virescens	flautim	EF, MA
Sicalis citrina	canário-rasteiro	EC
Sicalis flaveola	canário-da-terra	EC
Sicalis luteola	tipio	EC
Sirystes sibilator	gritador	EF

Espécies	Nome Comum	Importância Ecológica
Sittasomus griseicapillus	arapaçu-verde	EF
Sporophila frontalis	pixoxó	ET, MA
Synallaxis ruficapilla	pichororé	EF, MA
Tachyphonus coronatus	tiê-preto	MA
Tangara cyanoventris	saíra-douradinha	EF, MA
Thalurania glaucopis	beija-flor-de-fronte-violeta	MA
Todirostrum poliocephalum	teque-teque	EF, MA
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	EF
Trogon surrucura	surucuá-variado	MA
Xenops rutilans	bico-virado-carijó	EF
Xiphocolaptes albicollis	arapaçu-de-garganta-branca	EF

Legenda: EF- Espécie florestal, ET- Espécie de taquarais, EC- Espécie Campestre; MA – Mata Atlântica; CE – Cerrado.

Fonte: Concremat (2025).

6.2.2.2.2.1.9. Descritores ecológicos da comunidade (esforço e eficiência amostral, riqueza e abundância das espécies, e demais análises estatísticas pertinentes, por fitofisionomia e grupo inventariado, contemplando a sazonalidade em cada área amostrada)

Os dados secundários levantados em banco de dados e artigos científicos acumulam amostras entre os anos de 2010 e 2020, sem detalhamento completo do esforço amostral. Com isso, as amostragens entre todos os estudos não são comparáveis para cálculos de abundância, diversidade, equitabilidade e eficiência amostral devido as divergentes fitofisionomias das áreas amostrais, períodos sazonais não definidos e diferentes metodologias praticadas. Devido a essas limitações metodológicas e de informações, somente o descritor ecológico Riqueza (n) de espécies foi apresentado e discutido no tópico **6.2.2.2.2.1.2 - Inventário dos táxons**.

6.2.2.2.2.2. Caracterização da fauna local da área de estudo baseada em dados primários

Os dados utilizados na presente caracterização foram coletados pela Bioma, empresa de consultoria ambiental responsável pela coleta das informações entre o período de abril, julho e outubro de 2024, sendo organizadas como Campanha 1 (Seca) realizada em abril de 2024, Campanha 2 (Seca) realizada em julho de 2024 e Campanha 3 (Chuvosa) realizada em outubro de 2024 na Área de Estudo Local (AEL) do empreendimento. Por ser um estudo recente, com campanhas com certo grau de periodicidade, considera-se que o compilado dos

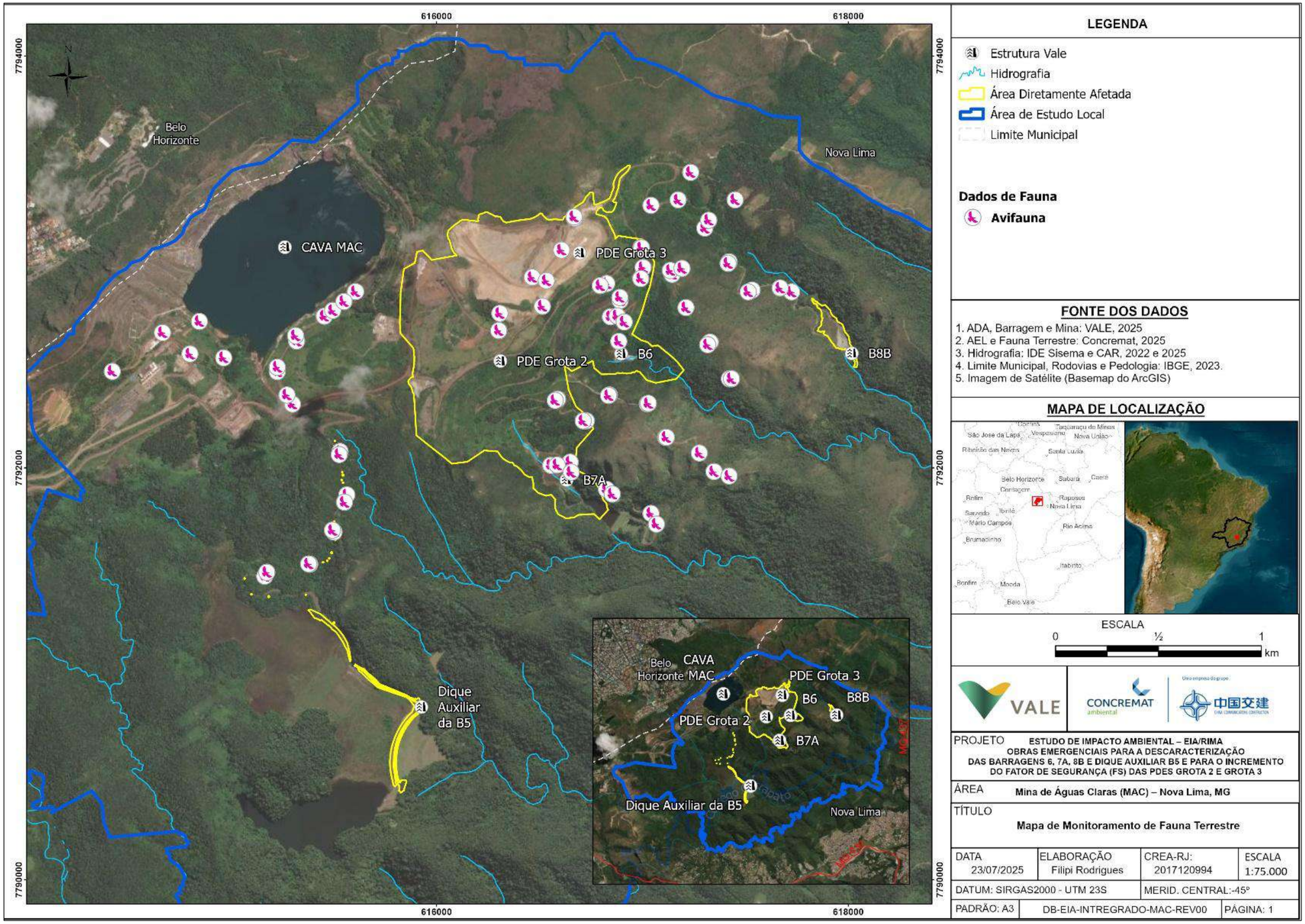
dados foi suficiente para amostrar uma parcela representativa, da composição da comunidade de avifauna local. Todas as amostragens foram não interventivas, o que anula o estresse à fauna relacionado às capturas interventivas (exemplo: através de redes de neblina). Entretanto, é importante considerar que a riqueza de espécies e o tamanho de suas populações podem ser subamostradas principalmente das espécies crípticas, raras ou ameaçadas (NOLAN *et al,* 2023).

Para obtenção dos dados primários utilizados neste estudo, foram realizadas três campanhas de levantamento, cujos períodos são apresentados no **Quadro 6.2.2-16** e **Mapa 6.2.2-10.** Cabe ressaltar que as amostragens foram realizadas por tempo determinado por ponto amostral e as divergências no número de dias apresentados entre as campanhas realizadas ocorreram em função das restrições e bloqueios de acesso às áreas. Isso fez com que algumas campanhas tivessem seus cronogramas expandidos e outras fossem executadas durante um período menor.

Quadro 6.2.2-16 - Periodicidade das campanhas do Diagnóstico da Avifauna local referente as obras emergenciais de descaracterização de emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Campanha	Período	Sazonalidade
Avifauna		
Campanha 1	9 a 11 de abril de 2024	Seca
Campanha 2	11, 12 e 23 de julho de 2024	Seca
Campanha 3	15 a 18 de outubro de 2024	Chuvosa

Fonte: Bioma (2024).



Mapa 6.2.2-10 - Mapa de localização dos registros da avifauna na área de estudo local (AEL). Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.2.2.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Os métodos não interventivos utilizados para o levantamento de dados primários do grupo avifauna estão apresentados a seguir.

Lista de Mackinnon

Utilizado para amostragem de avifauna, esta metodologia consiste em anotar todas as espécies observadas ao longo de uma trilha, em listas de 10 espécies (HERZOG *et al.,* 2002). A lista é capaz de amostrar uma maior riqueza de espécies, visto que cobre uma maior área amostral. O método consiste na elaboração de listas de 10 espécies, onde são registradas todas as espécies observadas/escutadas. Independentemente do número de indivíduos observados, cada espécie é registrada apenas uma vez em cada lista. Ao se completar 10 espécies diferentes, inicia-se uma nova lista. Na segunda lista e nas demais podem ser registrados novos indivíduos de qualquer das 10 espécies da lista anterior, desde que se tenha certeza de que não se trata do mesmo indivíduo registrado anteriormente (RIBON, 2010). Este método permite que o observador registre um máximo de espécies possíveis, cobrindo uma área amostral maior e permite comparações confiáveis entre regiões de amostragem ou de uma área em diferentes períodos do ano (RIBON, 2010). Para a identificação das espécies são utilizados equipamentos como guias de campo, binóculos, câmera fotográfica e gravador.

Ponto de escuta

Também utilizada na amostragem de avifauna, a metodologia do ponto de escuta consiste em pontos fixos estabelecidos a uma distância de 200 metros um do outro. O período de amostragem em cada ponto é de 10 minutos, onde o observador anota todas as espécies que observa e escuta (VIELLIARD *et al.,* 2010), possibilitando a obtenção de dados de abundância, além da riqueza. Para a identificação das espécies são utilizados equipamentos como guias de campo, binóculos, câmera fotográfica e gravador.

6.2.2.2.2.2.2. **Inventário** *dos táxons*

Quanto à avifauna da Área de Estudo Local, foram registradas 186 espécies, distribuídas em 47 famílias, 22 ordens e 1442 espécimes (**Figura 6.2.2-8**). A ordem Passeriformes foi a mais representativa com 77, 53% (n = 119; S = 1118) das espécies registradas, seguida das ordens Apodiformes (n = 11; S = 58), Piciformes (n = 9; S = 48), Accipitriformes (n = 6; S = 21), Falconiformes (n = 6; S = 30) e Columbiformes (n = 5; S = 65). Dentre as famílias, a família Tyrannidae (n = 30; S = 293) foi a mais representativa com relação a riqueza e abundância,

seguida das famílias Thraupidae (n = 22; S = 238) e Thamnophilidae (n = 12; S = 94), todas representantes da ordem Passeriformes.

É comum a ordem Passeriformes (n = 119; S = 1118) ser mais representativa nos levantamentos e diagnósticos da avifauna, pois é a maior ordem dentro da classe, possuindo 60% da riqueza total das aves (SICK, 1997). Os indivíduos desta ordem, no geral, apresentam menor tamanho corporal quando comparados as demais ordens, e possuem a forma do corpo uniforme, remetendo ao formato dos “passarinhos” (TOMLINSON, 2002).

A ordem Apodiformes (n = 11; S = 58) foi a segunda mais representativa no contexto local. Esta ordem é representada pelos beija-flores, andorinhões, taperuçus e rabos-brancos, aves que apresentam metabolismo muito acelerado (WIKIAVES, 2024). A família Trochilidae (n = 9; S = 57) foi a mais representativa desta ordem, e é composta pelas espécies conhecidas como “andorinhões” que são morfologicamente semelhantes as “andorinhas” da ordem Passeriformes (família Hirundinidae), como resultado de uma convergência evolutiva (FAVRETTO, 2021). As áreas de vida das espécies desta família são bem diversas e podem habitar de áreas florestais preservadas até áreas urbanas (LIMA *et al.,* 2018; FAVRETTO, 2021).

E por fim, a alta visibilidade dos Tyrannidae, representados pelos suiriris, bem-te-vis, marias-cavaleiras e afins, deve-se ao fato de serem aves de fácil avistamento, mais ativas e com comportamento de vocalização durante boa parte das manhãs (SICK, 2001). Além disso, a família Tyrannidae possui uma ampla distribuição geográfica com ocorrência em toda a região neotropical, além de possuir um alto número de espécies que ocupam os mais diversos nichos ecológicos (RHEINDT *et al.,* 2008). Atualmente é considerada a maior família de aves, com cerca de 100 gêneros e 430 espécies (CHAVES *et al.,* 2008).

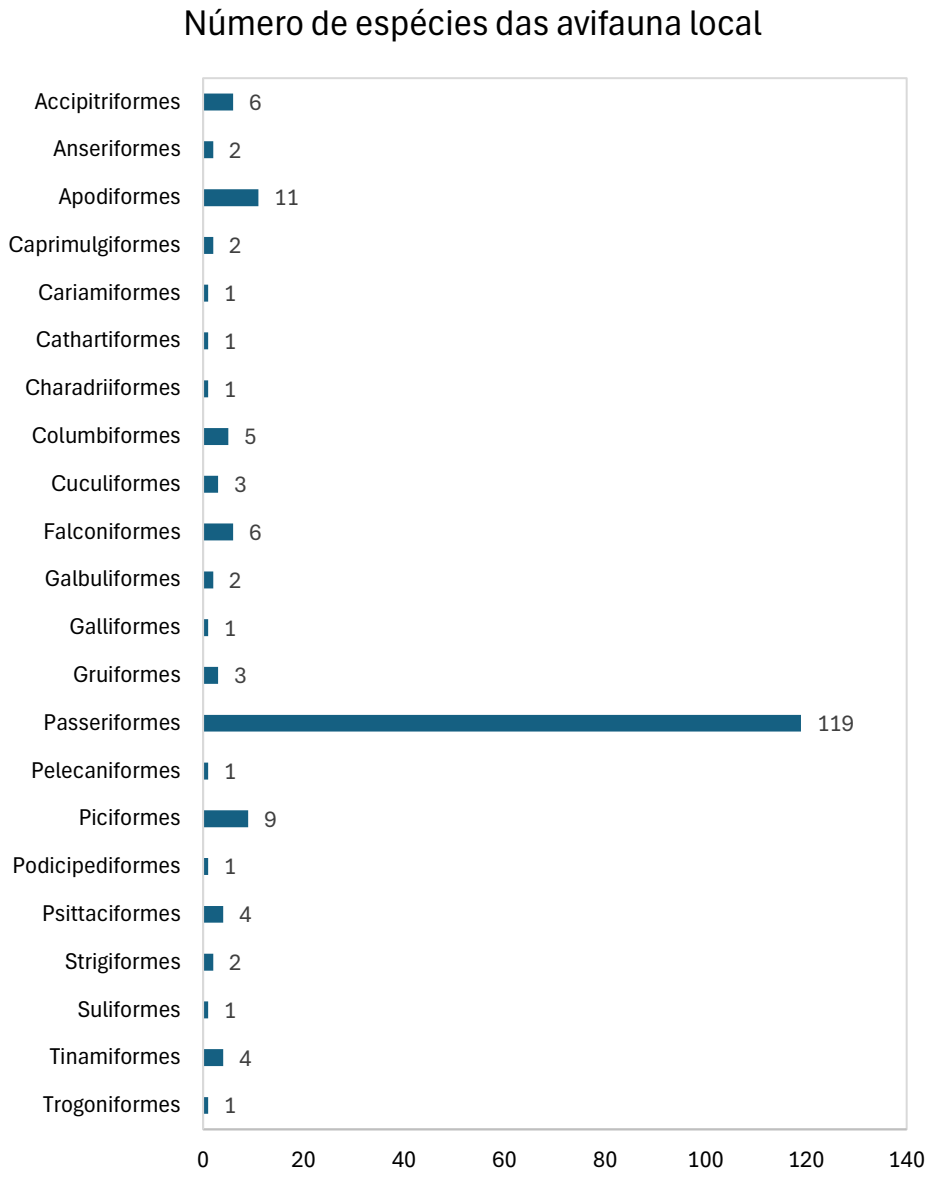


Figura 6.2.2-8 - Número de espécies (riqueza) registrada por ordem de aves registradas para o Diagnóstico da Avifauna Local. Obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Dada a taxonomia confusa de alguns gêneros, a escassez de chaves de identificação ou a própria dificuldade na diferenciação morfológica de suas espécies em campo, os espécimes com dúvidas taxonômicas, como aquelas identificados apenas com a abreviatura “sp.” após o nome genérico foram excluídos das análises. Essa medida foi adotada apenas quando na amostra tiverem os mesmos gêneros com epíteto específico definido, evitando assim, que a riqueza seja superestimada.

6.2.2.2.2.2.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Ao longo do diagnóstico ambiental, apenas a espécie *Urubitinga coronata* (águia-cinzenta) foi listada como “Em Perigo” a nível nacional (MMA, 2022) e internacional (IUCN, 2024) (**Quadro 6.2.2-17**). A águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) é uma das maiores aves de rapina da América do Sul, ocorrem principalmente em áreas abertas, ocorrendo em quase todo o Brasil, com exceção das áreas das regiões amazônicas e da Caatinga (FAVRETTO, 2021). Como a maioria das aves de rapina, os indivíduos dessa espécie se alimentam de uma diversidade de organismos, desde aracnídeos até mamíferos de pequeno e médio porte, além de se alimentarem também de carniça (DUARTE & CARVALHO, 2019).

Dentre as 186 espécies levantadas para a região das obras de descaracterização de barragens, 23 espécies são endêmicas da Mata Atlântica e quatro são endêmicas do Cerrado (**Quadro 6.2.2-17**). A maioria das espécies de aves endêmicas registradas para a Mata Atlântica, são indicadoras de ambientes florestais. Estudos de modelagem preveem uma redução na área de distribuição de muitas espécies florestais endêmicas da Mata Atlântica ao longo das próximas décadas, bem como, de aves que realizam migração intracontinental na América do Sul (FAVRETTO, 2021).

O Cerrado abriga grande diversidade de aves, com cerca de 32 espécies endêmicas para o bioma (CAVALCANTI, 1988). Os agrupamentos de distribuição de aves no Cerrado apresentam dois padrões. O primeiro composto por espécies com ampla distribuição em todo o domínio do Cerrado, com ampla representatividade de espécies, e o segundo composto por um grupo pequeno de espécies de aves, que podem ser encontradas restritas a subáreas de endemismo (SILVA, 1995).

Quadro 6.2.2-17 - Espécies endêmicas e ameaçadas registradas para o Diagnóstico da Avifauna local. Obras emergenciais de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, Nova Lima, Minas Gerais.

Espécies	Nome Comum	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)	Endemismo
Aphantochroa cirrochloris	beija-flor-cinza	-	-	LC	-
Aramides saracura	saracura-do-mato	-	-	LC	MA
Automolus leucophthalmus	barranqueiro-de-olho-branco	-	-	LC	MA
Brotogeris chiriri	periquito-de-encontro-amarelo	-	-	LC	-
Campephilus robustus	pica-pau-rei	-	-	LC	MA
Chionomesa fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	-	-	LC	-
Chionomesa lactea	beija-flor-de-peito-azul	-	-	LC	-
Chiroxiphia caudata	tangará	-	-	LC	MA
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	-	-	LC	-
Chrysuronia versicolor	beija-flor-de-banda-branca	-	-	LC	-
Colibri serrirostris	beija-flor-de-orelha-violeta	-	-	LC	-
Cyanocorax cristatellus	gralha-do-campo	-	-	LC	CE
Drymophila ferruginea	dituí	-	-	LC	MA
Drymophila ochropyga	choquinha-de-dorso-vermelho	-	-	LC	MA
Eleoscytalopus indigoticus	macuquinho	-	-	LC	MA
Embernagra longicauda	rabo-mole-da-serra	-	-	LC	CE
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	-	-	LC	-
Formicivora serrana	formigueiro-da-serra	-	-	LC	MA
Forpus xanthopterygius	tuim	-	-	LC	-
Hemithraupis ruficapilla	saíra-ferrugem	-	-	LC	MA
Hemitriccus diops	olho-falso	-	-	LC	MA
Hemitriccus nidipendulus	tachuri-campainha	-	-	LC	MA
Ilicura militaris	tangarazinho	-	-	LC	MA
Lepidocolaptes squamatus	arapaçu-escamoso	-	-	LC	MA
Melanopareia torquata	meia-lua-do-cerrado	-	-	LC	CE
Microspingus cinereus	capacetinho-do-oco-do-pau	-	-	LC	CE
Mionectes rufiventris	abre-asa-de-cabeça-cinza	-	-	LC	MA
Myiornis auricularis	miudinho	-	-	LC	MA
Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado	-	-	LC	-
Pionus maximiliani	maitaca-verde	-	-	LC	-
Psittacara leucophthalmus	periquitão	-	-	LC	-
Pyriglena leucoptera	papa-taoca-do-sul	-	-	LC	MA
Ramphastos toco	tucanuçu	-	-	LC	-
Synallaxis ruficapilla	pichororé	-	-	LC	MA
Tachyphonus coronatus	tiê-preto	-	-	LC	MA
Tangara cyanoventris	saíra-douradinha	-	-	LC	MA
Thalurania furcata	beija-flor-tesoura-verde	-	-	LC	-
Thalurania glaucopis	beija-flor-de-fronte-violeta	-	-	LC	MA
Todirostrum poliocephalum	teque-teque	-	-	LC	MA
Trogon surrucura	surucuá-variado	-	-	LC	MA

Espécies	Nome Comum	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)	Endemismo
Urubitinga coronata	águia-cinzenta	-	EN	EN	-
Xiphorhynchus fuscus	arapaçu-rajado	-	-	LC	MA

Legenda: Categorias de Ameaça – LC = "Pouco preocupante" e EN = "Em Perigo". Endemismo – MA = Mata Atlântica; CE = Cerrado.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.2.2.4. Espécies migratórias

De acordo com Somenzari *et al.* (2018), o status migratório das aves pode ser dividido em quatro categorias: Migratórias (MGT) – são representadas pelas espécies que se afastam das suas regiões reprodutivas de maneira regular ou sazonal e retornam a esta somente na época reprodutiva; Parcialmente Migratória (MPR) – que são as espécies nas quais parte da sua população é migratória e parte residente; Residente – que considera aquelas espécies que ocupam a mesma área durante todo o ano ou que realiza movimentos de migração aleatórios como nômades; e por fim, Vagante – que são as espécies nas quais a maioria dos indivíduos encontram-se isolados e há pouco conhecimento a respeito do seu comportamento. Ao longo do diagnóstico ambiental, foram registradas 14 espécies consideradas migratórias parciais (MPR) (**Quadro 6.2.2-18**).

Quadro 6.2.2-18 - Status migratório das espécies registradas para o Diagnóstico da Avifauna local.

Espécies	Nome Comum	Status Migratório
Elaenia chiriquensis	chibum	MPR
Empidonomus varius	peitica	MPR
Lathrotriccus euleri	enferrujado	MPR
Myiarchus swainsoni	irré	MPR
Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	MPR
Myiophobus fasciatus	filipe	MPR
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	MPR
Sporophila caerulescens	coleirinho	MPR
Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	MPR
Tersina viridis	saí-andorinha	MPR
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	MPR
Tyrannus melancholicus	suiriri	MPR
Tyrannus savana	tesourinha	MPR
Vireo chivi	juruviara	MPR

Legenda: MPR – Parcialmente migratória.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025)

6.2.2.2.2.2.5. Espécies invasoras

Ao longo do diagnóstico ambiental, não foram registradas espécies invasoras.

6.2.2.2.2.2.6. Espécies de interesse médico e de relevância epidemiológica

Foram registradas quatro espécies de interesse médico e risco epidemiológico, sendo estas: *Columbina talpacoti* (rolinha-roxa), *Leptotila verreauxi* (juriti-pupu), *Patagioenas cayennensis* (pomba-galega) e *Patagioenas picazuro* (pomba-asa-branca). Estas espécies são classificadas como “Reservatório de Gripe Aviária” (MMA, 2022). Contudo, é importante enfatizar que estas espécies podem transmitir a doença quando os indivíduos estão doentes ou vieram a óbito por conta desta, sendo necessário EPIs para manuseio dos espécimes nestas condições e em qualquer outra onde o manejo seja a única opção (MMA, 2022).

6.2.2.2.2.2.7. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

Nos Apêndices do CITES (2024), 15 espécies encontram-se registradas no Apêndice II, que trata das espécies não ameaçadas, mas que a comercialização precisa ser regulada.

Quadro 6.2.2-19 - Espécies cinegéticas e de interesse comercial registradas para o Diagnóstico da Avifauna local.

Táxon	Nome Comum	CITES (2024)
Aphantochroa cirrochloris	beija-flor-cinza	II
Chionomesa fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	II
Chionomesa lactea	beija-flor-de-peito-azul	II
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	II
Chrysuronia versicolor	beija-flor-de-banda-branca	II
Colibri serrirostris	beija-flor-de-orelha-violeta	II
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	II
Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado	II
Thalurania furcata	beija-flor-tesoura-verde	II
Thalurania glaucopis	beija-flor-de-fronte-violeta	II
Ramphastos toco	tucanuçu	II
Brotogeris chiriri	periquito-de-encontro-amarelo	II
Forpus xanthopterygius	tuim	II
Pionus maximiliani	maitaca-verde	II
Psittacara leucophthalmus	periquitão	II

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat, 2025.

6.2.2.2.2.2.8. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Com relação ao hábitat preferencial apresentado pelas espécies levantadas para o local, 36 espécies são dependentes de ambientes florestais, onze espécies são associadas a ambientes campestres, três espécies relacionadas a áreas de taquarais e uma espécie associada a topo de montanha (**Quadro 6.2.2-20**). As espécies que possuem especificidade ambiental, o que corresponde a 19,35% (n = 36) das espécies levantadas, têm maior probabilidade de serem afetadas pela degradação ambiental, visto que necessitam de áreas mais preservadas e com características específicas para a manutenção de suas populações (FAVRETTO, 2021). O registro dessas espécies é especialmente relevante considerando suas especificidades ambientais, visto que é possível determinar, pela sua presença ou ausência, o nível de interferência humana e a qualidade dos diferentes ambientes presentes na área (FAVRETTO, 2021).

Quadro 6.2.2-20 - Espécies da avifauna que apresentam preferência de habitat registrada para o Diagnóstico da Avifauna local.

Táxon	Nome Comum	Preferência de Habitat
Automolus leucophthalmus	barranqueiro-de-olho-branco	EF
Basileuterus culicivorus	pula-pula	EF
Campephilus robustus	pica-pau-rei	EF
Casiornis rufus	maria-ferrugem	EF
Chiroxiphia caudata	tangará	EF
Dendroma rufa	limpa-folha-de-testa-baia	EF
Drymophila ferruginea	dituí	EF, ET
Drymophila ochropyga	choquinha-de-dorso-vermelho	EF, ET
Dysithamnus mentalis	choquinha-lisa	EF
Elaenia chiriquensis	chibum	EF
Elaenia cristata	guaracava-de-topete-uniforme	EF
Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	EF
Elaenia obscura	tucão	EF
Eleoscytalopus indigoticus	macuquinho	EF
Emberizoides herbicola	canário-do-campo	EC
Embernagra longicauda	rabo-mole-da-serra	EC
Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	EF
Geranoaetus melanoleucus	águia-serrana	EC
Hemithraupis ruficapilla	saíra-ferrugem	EF
Hemitriccus diops	olho-falso	EF
Hemitriccus nidipendulus	tachuri-campainha	EF
Hirundinea ferruginea	gibão-de-couro	EF
Ilicura militaris	tangarazinho	EF
Knipolegus lophotes	maria-preta-de-penacho	EC

Táxon	Nome Comum	Preferência de Habitat
Lathrotriccus euleri	enferrujado	EF
Lepidocolaptes squamatus	arapaçu-escamoso	EF
Leptopogon amaurocephalus	cabeçudo	EF
Manacus manacus	rendeira	EF
Melanopareia torquata	meia-lua-do-cerrado	EC
Microspingus cinereus	capacetinho-do-oco-do-pau	EC
Mionectes rufiventris	abre-asa-de-cabeça-cinza	EF
Myiornis auricularis	miudinho	EF
Myiothlypis leucoblephara	pula-pula-assobiador	EF
Platyrinchus mystaceus	patinho	EF
Poecilotriccus plumbeiceps	tororó	EF
Pyriglena leucoptera	papa-taoca-do-sul	EF
Rhynchotus rufescens	perdiz	EC
Sicalis flaveola	canário-da-terra	EC
Sittasomus griseicapillus	arapaçu-verde	EF
Sporophila caerulescens	coleirinho	EC
Sporophila nigricollis	baiano	EC
Streptoprocne biscutata	taperuçu-de-coleira-falha	TM
Synallaxis ruficapilla	pichororé	EF
Syndactyla rufosuperciliata	trepador-quiete	ET
Tangara cyanoventris	saíra-douradinha	EF
Todirostrum poliocephalum	teque-teque	EF
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	EF
Urubitinga coronata	águia-cinzenta	EC, PTC
Xenops rutilans	bico-virado-carijó	EF

Legenda: EF – Espécie Florestal; ET – Espécie de Taquarais; EC – Espécie Campestre; TM – Espécie de Topo de Montanha.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Destacam-se também as demais espécies que desempenham serviços ecossistêmicos, como polinizadoras (10), dispersoras de sementes (6), e como predadores topo de cadeia (13), que desempenham importante papel no controle populacional dentro dos ecossistemas. Consideram-se serviços ecossistêmicos os benefícios imensuráveis economicamente, provenientes da natureza e essenciais para a manutenção da vida humana (CONSTANZA *et al.,* 1997).

A estrutura trófica da avifauna reflete a relação alimentar na comunidade em um ecossistema, possibilitando inferir sobre o tipo de ambiente presente em uma área. Com relação a guilda alimentar das espécies registradas para o local do empreendimento, espécies insetívoras representaram 49,46% (n = 92) de todas as espécies levantadas. O segundo tipo de guilda mais representada foi de espécies onívoras 19,35% (n = 36). No entanto, outras guildas

alimentares, como os granívoros, carnívoros, nectarívoros, frugívoro, piscívoros e detritívoros, também foram representados, porém em um quantitativo menor (**Figura 6.2.2-9**). A alta porcentagem de espécies insetívoras é comum de florestas tropicais (SICK, 1997). Além disso, no levantamento da avifauna para a região do empreendimento, a família Tyrannidae apresentou a maior riqueza, o que corrobora com a prevalência de espécies insetívoras, tendo em vista, que os tiranídeos são geralmente insetívoros (MARINI, 1992; SICK, 2001).

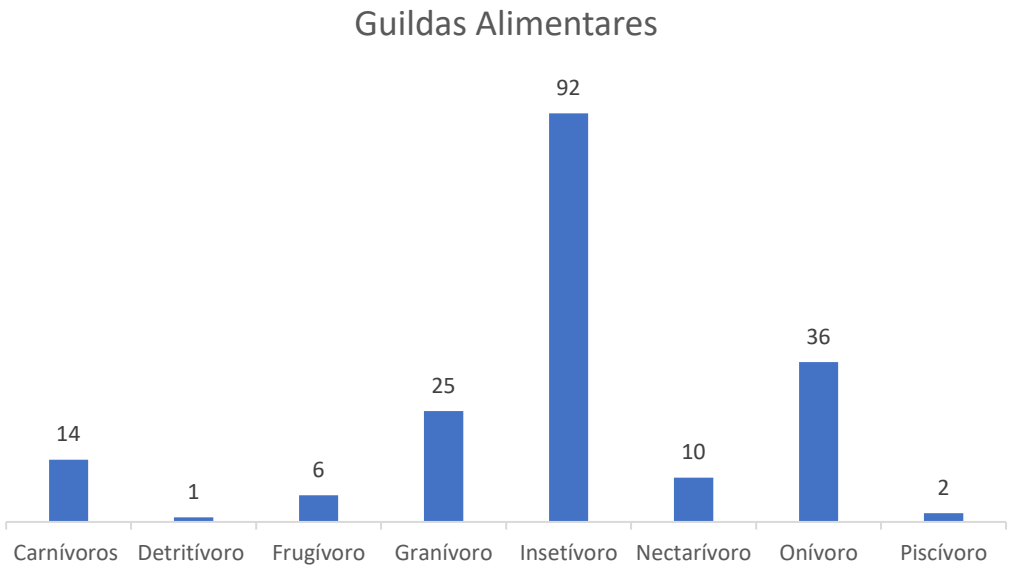


Figura 6.2.2-9 - Relação de guilda alimentar das espécies registrada para o Diagnóstico da Avifauna local.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.2.9. Descritoras ecológicos da comunidade

Esforço e Suficiência amostral

Foram realizadas três campanhas, de abril a outubro de 2024. Cada campanha contou com três dias de amostragem. Para o registro de espécies em campo foram realizadas buscas ativas diurnas. Registros realizados por busca ativa para observação direta ou audição de vocalizações das aves, além de Listas de Mackinnon. Imagens de aves registradas nas armadilhas fotográficas foram cedidas pelas equipes de mastofauna terrestre e foram anotados como registros ocasionais. A primeira e a segunda campanha (abril e junho de 2024) foram realizadas no período seco, e a terceira campanha (outubro de 2024) foi realizada no período chuvoso.

Ao avaliar a eficiência amostral para a ornitofauna pode-se observar que apesar do elevado número de indivíduos e espécies registrados, ainda há um número de espécies não detectado para essa localidade. Isso porque não se observa um platô na curva de acumulação de espécies estimada de aves (**Figura 6.2.2-10**). O que se observa para essa classe é uma tendência crescente para a curva de eficiência amostral. Além disso, não foram usados métodos interventivos na amostragem, o que pode afetar a riqueza total observada.

Os métodos não interventivos (exemplos: pontos de escuta e lista de Mackinnon) desempenham uma abordagem rápida para o inventário de espécies com nenhum estresse à ornitofauna. Além disso, essa abordagem é um método eficiente para a riqueza de espécies em locais muito diversos e de baixa abundância como nos trópicos (MACLEOD *et al.,* 2011). Entretanto, a ausência de métodos de captura interventivos (exemplo: captura por redes de neblina) pode subestimar a abundância de indivíduos entre as espécies, além de subestimar a captura de espécies crípticas e de rara ocorrência (NOLAN *et al.,* 2023), devendo a combinação desses dois métodos (interventivos e não-interventivos) ser eficaz para evitar esse viés (OLIVEIRA *et al.,* 2018).

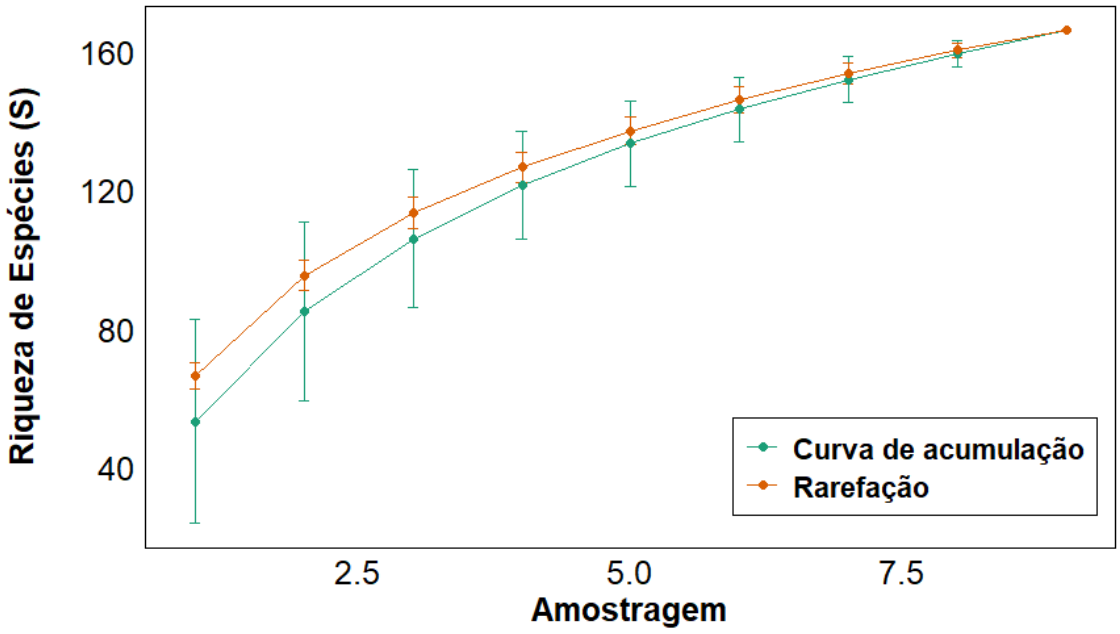


Figura 6.2.2-10 - Curva de acumulação de espécies e rarefação para a avifauna durante as três campanhas de Diagnóstico.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025)

Abundância, Riqueza, diversidade e equitabilidade das espécies

Os descritores da comunidade foram avaliados considerando o conjunto de dados total para evitar resultados e interpretações enviesados, pois das três campanhas realizadas, duas foram executadas na estação seca e uma na estação chuvosa.

Com base no conjunto total de dados, foi registrada uma riqueza de 186 espécies e abundância de 1442 espécimes ao longo das três campanhas de diagnóstica para a Área de Estudo Local. No **Quadro 6.2.2-21,** destacam-se as 16 espécies mais representativas ao longo das campanhas, sendo que somadas estas correspondem a 35,53% da abundância total registrada. O tico-tico (*Zonotrichia capensis*) foi a espécie mais abundante durante o diagnóstico.

Quadro 6.2.2-21 - Abundância absoluta e relativa das espécies registradas nas três campanhas de diagnóstico para o Diagnóstico da Avifauna local.

Táxon	Abundância Total	Abundância Relativa (%)
Basileuterus culicivorus	22	1,52
Camptostoma obsoletum	32	2,22
Chiroxiphia caudata	29	2,01
Coereba flaveola	45	3,12
Elaenia flavogaster	37	2,56
Euphonia chlorotica	26	1,80
Herpsilochmus atricapillus	29	2,01
Myiozetetes similis	27	1,87
Patagioenas picazuro	26	1,80
Saltator similis	32	2,22
Stilpnia cayana	26	1,80
Synallaxis ruficapilla	25	1,73
Thamnophilus caerulescens	22	1,52
Troglodytes musculus	39	2,70
Turdus leucomelas	37	2,56
Zonotrichia capensis	59	4,09

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

A partir da análise dos descritores de diversidade, podemos inferir que a comunidade apresenta uma diversidade alta (H = 4,629), o que indica uma comunidade com estrutura diversa, complexa e bem distribuída entre as espécies. A equitabilidade (J = 0,886), por sua vez, sugere uma distribuição uniforme de indivíduos entre as espécies, sem dominância excessiva de uma espécie ou outra, como foi demonstrado também nos resultados de abundância das principais espécies no **Quadro 6.2.2-21**. Esse padrão é reforçado com a dominância (D = 0,986) do índice de Simpson, que aponta uma comunidade com baixa dominância e alta diversidade (**Quadro 6.2.2-22**).

Quadro 6.2.2-22 - Parâmetros de diversidade estimados para as espécies da avifauna registradas para o Diagnóstico da Avifauna local.

Parâmetros	Aves
Riqueza (S)	186
Equitabilidade (J)	0,886
Dominância (D)	0,986
Diversidade (H)	4,629

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.2.3. Considerações Finais

A avifauna do contexto regional foi representada por 300 espécies de aves, 23 ordens e 55 famílias, enquanto para o contexto local foram registradas 186 espécies, 22 ordens e 47 famílias. A maioria das espécies da avifauna levantada para a escala regional e local é de habitat generalista e de ampla distribuição. No entanto, foram registradas 33 espécies endêmicas da Mata Atlântica e sete espécies endêmicas do Cerrado, considerando aquelas de potencial ocorrência e aquelas registradas a partir do diagnóstico ambiental.

Quatro espécies endêmicas da Mata Atlântica foram registradas apenas na Área de Estudo Local, sendo elas as espécies *Eleoscytalopus indigoticus* (macuquinho), *Mionectes rufiventris* (abre-asa-de-cabeça-cinza), *Myiornis auriculares* (miudinho) e *Xiphorhynchus fuscus* (arapaçu-rajado). A superioridade de espécies endêmicas da Mata Atlântica comparado as espécies do Cerrado é justificada devido a um conjunto de fatores geoclimáticos presentes nas serras do Quadrilátero Ferrífero, principalmente relacionados à altitude e precipitação, provavelmente influenciando os padrões biogeográficos das aves e colocando a área como prioritária para conservação (DRUMMOND *et al.,* 2005).

Além disso, no contexto local, somente a espécie *Urubitinga coronata* (águia-cinzenta) encontra-se registrada em duas listagens de espécies ameaçadas a nível nacional (MMA, 2022) e a nível internacional (IUCN, 2024) como “Em Perigo”. Dessa forma, a espécie pode ser utilizada como bioindicador da qualidade ambiental da Mina de Águas Claras, considerando que essa apresenta baixa densidade populacional e se trata de um predador topo de cadeia. A presença desses espécimes pode indicar uma qualidade razoável do habitat, onde está sendo garantido recursos alimentares e reprodutivos, enquanto sua ausência pode indicar o contrário, habitat sem recursos para a sobrevivência.

Por fim, os valores dos descritores ecológicos da comunidade de aves indicam uma comunidade estável e diversificada, possivelmente associada a um ambiente com alta heterogeneidade estrutural e disponibilidade de recursos variados, capaz de sustentar

diferentes guildas tróficas e tipos de uso do habitat. A elevada equitabilidade (J = 0,886) ainda pode indicar um sistema com baixa perturbação antrópica ou uma boa capacidade de recuperação ecológica, caso o ambiente seja em parte restaurado.

6.2.2.2.3. Mastofauna – Pequenos Mamíferos

No contexto dos mamíferos, o táxon pode ser considerado importante componente dos ecossistemas com as espécies desempenhando diversas funções fundamentais e interdependentes. Uma das influências mais claras é o papel regulador de grandes herbívoros na cadeia trófica e propriedades dos ambientes (GALLETI *et al.,* 2006). Além disso, espécies pertencentes aos grupos de pequenos mamíferos são reconhecidas como eficientes polinizadores e dispersores de sementes (TERBORGH *et al.,* 2008; JONES & SAFI, 2011). Adicionalmente ao papel ecológico, a diversidade de mamíferos também está correlacionada a efeitos na saúde humana, principalmente quanto a transmissão de patógenos (MMA, 2022). A conservação das espécies deste grupo são, portanto, essenciais para manter serviços ecossistêmicos e a integridade de comunidades locais e regionais (FLEMING *et al.,* 1987).

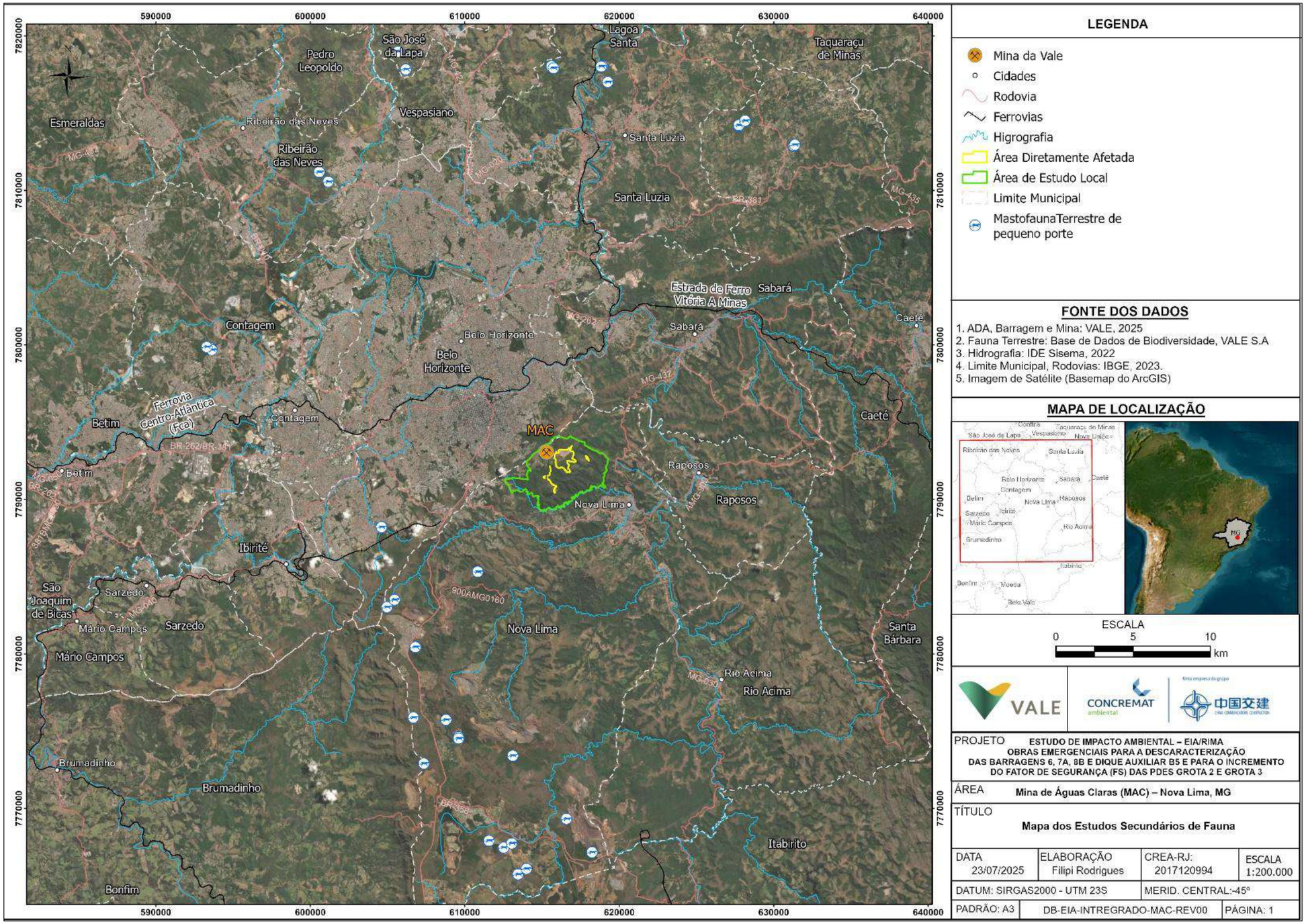
6.2.2.2.3.1. Caracterização da Fauna Regional Baseada em Dados Secundários

As fontes consultadas para o inventário de mastofauna terrestre de pequeno porte, são apresentadas a seguir (**Quadro 6.2.2-23, Mapa 6.2.2-11**), incluindo dados resumidos de esforço amostral e diversidade encontrada (em número de espécies). Demais dados e análises estatísticas não se aplicaram aos dados secundários, devido à falta de informação apresentada, mas serão explorados para os dados primários em seções a seguir.

Quadro 6.2.2-23 - Estudos consultados com base em dados secundários para o Diagnóstico de pequenos mamíferos não-voadores.

ID	Referência Bibliográfica	Riqueza	Município	Tipo de Amostragem	Período de Amostragem
1	BDBio – Vale AS (2020)	24	Nova Lima	Armadilha de Interceptação e Queda (*pitfallsI),* Armadilhas do tipo *Sherman* e *Tomahawk*.	Base de dados, estudos entre maio de 2010 a julho de 2018
2	Virtual (2018)	8	Nova Lima	Armadilha de Interceptação e Queda (pitfallsI) e Armadilhas do tipo *Tomahawk*	Abril de 2018
3	Tractebel (2024)	9	Belo Horizonte	Armadilha de Interceptação e Queda (*pitfallsI),* Armadilhas do tipo *Tomahawk*.	Junho e Novembro de 2023

Fonte: Concremat (2025).



LEGENDA

- Mina da Vale
- Cidades
- Rodovia
- Ferrovias
- Higrografia
- Área Diretamente Afetada
- Área de Estudo Local
- Limite Municipal
- MastofaunaTerrestre de pequeno porte

FONTE DOS DADOS

1. ADA, Barragem e Mina: VALE, 2025
2. Fauna Terrestre: Base de Dados de Biodiversidade, VALE S.A
3. Hidrografia: IDE Sisema, 2022
4. Limite Municipal, Rodovias: IBGE, 2023.
5. Imagem de Satélite (Basemap do ArcGIS)

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA
0 5 10
km

PROJETO	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA/RIMA OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3		
ÁREA	Mina de Águas Claras (MAC) – Nova Lima, MG		
TÍTULO	Mapa dos Estudos Secundários de Fauna		
DATA 23/07/2025	ELABORAÇÃO Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA 1:200.000
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45°	
PADRÃO: A3	DB-EIA-INTREGRADO-MAC-REV00	PÁGINA: 1	

Mapa 6.2.2-11 - Mapa de localização para a fonte de dados secundários dos registros de Mastofauna – Pequenos Mamíferos da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.3.1.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Dentre os estudos utilizados para a consulta, o BD Biodiversidade da Vale trata de base de dados, sem descrição para processos de amostragem, triagem, captura e marcação. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) alusivo ao processo de Loteamento do Solo Urbano, exceto Distritos Industriais e Similares realizado pela Virtual Engenharia Ambiental (2018), apresentou um esforço amostral de cinco dias efetivos de campo utilizando-se armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*) e armadilhas do tipo *sherman* e *Tomahawk*.. Os *pitfalls* foram compostos por seis baldes de 60 L interligados por uma cerca de 70 cm de altura, totalizando um esforço amostral de 576 horas (6 baldes de *pitfalls* x 4 noites x 24 horas). As armadilhas *Tomahawk* foram distribuídas em cinco transectos, constituídos de 60 armadilhas, equidistantes cinco metros, dispostas no chão, no sub-bosque e quando possível foram dispostas sobre as árvores e/ou sobre rochas. Estas foram iscadas com uma mistura de banana, amendoim moído, farinha de trigo e óleo de sardinha. Assim, as armadilhas foram mantidas abertas durante cinco noites consecutivas e vistoriadas pela manhã, com a troca das iscas quando necessário, totalizando um esforço amostral de horas 5.760 horas (60 armadilhas x 4 noites x 24 horas). Os indivíduos capturados foram identificados ao menor nível taxonômico possível, obtendo-se suas medidas corporais (peso, comprimento da cauda, comprimento cabeça e do corpo, comprimento da pata posterior, comprimento orelha), sexagem e condição reprodutiva (com filhotes na bolsa marsupial e/ou lactante para fêmeas de roedores e testículo escrotal ou abdominal para machos de roedores) além de padrão de erupção dos dentes em marsupiais. Além disto, para a individualização e posterior análise populacional foram utilizadas anilhas numeradas, próprias para marcação na orelha de pequenos mamíferos (*Small Animal EarTag*). Após serem anilhados, os espécimes capturados foram soltos no próprio local de captura. Cabe destacar que, durante a execução do estudo, nenhum indivíduos precisou ser encaminhado ao atendimento veterinário, eutanasiado e/ou depositado em coleções cientificas.

Bem como o estudo supracitado, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente ao Rodoanel Metropolitano de Belo Horizonte, realizado pela Tractebel (2024), contemplou para o diagnóstico da mastofauna terrestre de pequeno porte, as metodologias de Armadilhas de Interceptação e Queda (*pitfalls*) e armadilhas do tipo Sherman e *Tomahawk*, executado em duas campanhas. Para cada indivíduo coletados, as seguintes informações foram obtidas; espécie, data, área (transecto), estação, posição da armadilha (chão/alto), medidas morfológicas externas (comprimentos cabeça-corpo, cauda, pata posterior e orelha), peso, idade, sexo e condições reprodutivas do indivíduo. Além disto, os individuos capturados foram

fotografados e soltos no mesmo local de captura, sempre que possível. Sendo assim, o diagnóstico contabilizou um esforço amostral de 37.632 horas-armadilhas (16 armadilhas x 24h x 07 dias x 07 EAF x 02 campanhas. No que tange aos *pitfalls*, estes foram compostos por quatro baldes plásticos de 60 litros dispostos radialmente em forma de "Y" e interligados por uma lona plástica (50cm acima do solo) a uma distância de 10m entre si, mantendo-se ativos por sete noites consecutivas, denotando-se um esforço amostral total 18.816 horas-armadilha a (07 noites x 24h x 04 baldes x 02 conjuntos de AIQ x 07 EAF x 02 campanhas).

6.2.2.2.3.1.2. Inventário dos táxons

A partir dos resultados obtidos através do levantamento de dados secundários, a riqueza dos mamíferos terrestres de pequeno porte consistiu em 27 espécies, distribuídas em duas ordens e três famílias. Dentre as ordens e famílias registradas, destaca-se a ordem Rodentia com 16 espécies e a família Cricetidae com 14 espécies (**Figura 6.2.2-11**). Além disto, a ordem Didelphimorphia e família Didelphidae apresentaram 12 espécies de potencial ocorrência para a região de estudo e áreas adjacentes (**Figura 6.2.2-11**).

A maior representatividade observada da família Cricetidae é justificada, haja vista que tal família é a mais diversificada dentro do grupo dos roedores no Brasil, agrupados na família Cricetidae (OLIVEIRA & BONVICINO, 2011). Neste âmbito, cabe ressaltar, também, a família Didelphidae, a única dentro da ordem Didelphimorphia, sendo composta atualmente por 19 gêneros e 100 espécies reconhecidas (VOSS & JANSA, 2009; ROSSI *et al*., 2010).

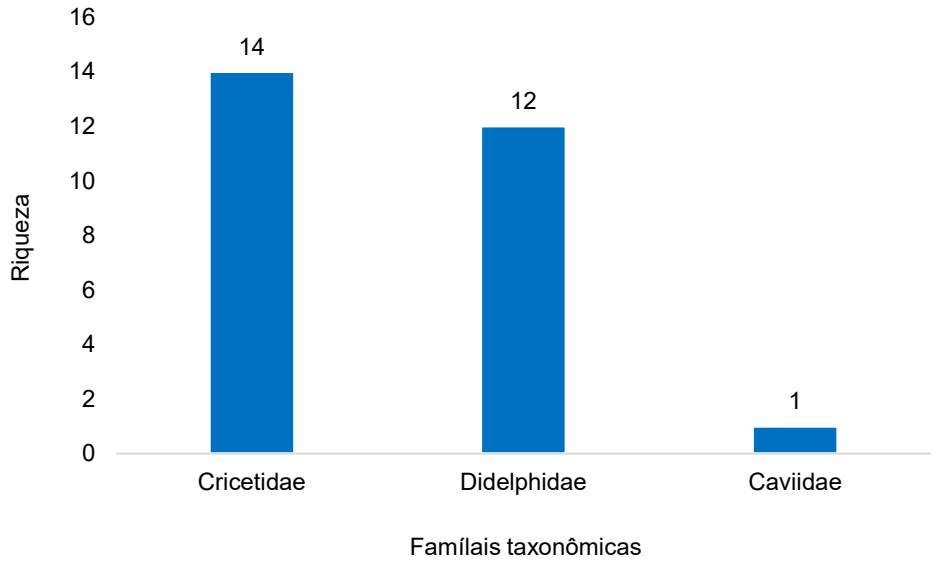


Figura 6.2.2-11 - Riqueza das famílias de pequenos mamíferos não-voadores registradas através do levantamento de dados secundários.

Fonte: Concremat (2025).

6.2.2.2.3.2. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

6.2.2.2.3.2.1. Com base no levantamento de dados secundários, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção e/ou endêmicas.Espécies invasoras

Através do levantamento de dados secundários, não foi registrada nenhuma espécie invasora de potencial ocorrência entre os mamíferos de pequeno porte para a região de estudo e áreas adjacentes.

6.2.2.2.3.2.2. Espécies de interesse médico e de relevância epidemiológica

Os mamíferos silvestres podem ser vetores de inúmeras zoonoses e, se contaminados, possíveis transmissores de doenças aos humanos e a outros mamíferos, em caso de contato direto ou através de vetores, principalmente artrópodes dos gêneros *Triatoma, Aedes, Haemagogus* e *Sabethes*. Entre as zoonoses envolvendo mamíferos silvestres de pequeno porte, podemos citar a toxoplasmose, o hantavírus, a raiva, a febre amarela, a doença de chagas e a leishmaniose tegumentar (SOUSA, 2013).

No presente diagnóstico de fauna foram apontados quatro espécies de relevância epidemiológica (*Akodon montensis*, *Necromys lasiurus*, *Nectomys squamipese* e *Oligoryzomys nigripes*). Neste sentido, estudos demonstraram que *Akodon* spp., *Necromys lasiurus* e *Nectomys squamipes* são reservatórios de um dos principais genótipos virais causadores da hantavirose no Brasil (genótipo Araraquara), principalmente em áreas abertas do Cerrado de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal (FIGUEIREDO *et al*., 2001). As espécies do gênero *Necromys*, apresentam-se,também, como potenciais reservatórios da leishmaniose e febre maculosa, como destacado por Andrade e colaboradores (2015) e Coelho e colaboraores (2016). Não obstante, a espécie *Oligoryzomys nigripes* é um potencial vetor de carrapatos, apresentando soror reatividade a quatro espécies do gênero *Rickettsia*, pertencente ao grupo da febre maculosa (COELHO *et al.,* 2016).

6.2.2.2.3.2.3. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

Nenhuma espécie de pequenos mamíferos está citada nos apêndices da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2025).

6.2.2.2.3.2.4. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Os mamíferos compõem um grupo-alvo para estudos aplicados à conservação, uma vez que algumas espécies tendem a sofrer reduções populacionais em áreas com o aumento das perturbações antrópicas, como a alteração de habitat e pressão de caça (CARDILLO *et al*., 2005; MICHALSKI & PERES, 2007). Além de constituírem um grupo altamente diverso do ponto de vista funcional e trófico, uma significativa gama de espécies de mamíferos pode ser considerada adequada como indicadora de qualidade ambiental, tendo grande importância na avaliação e no monitoramento de alterações ambientais, de acordo com suas características ecológicas (CHIARELLO *et al*., 2008).

Pequenos marsupiais e roedores são citados como bons indicadores, visto que possuem um papel importante na cadeia trófica, apresentando dieta variada, além de servirem de presas para muitas espécies. Além disto, atuam diretamente na dinâmica populacional de outras espécies e contribuem na dispersão de sementes (DELCIELLOS *et al*., 2006; OLIVEIRA *et al*., 2007). Sendo assim, através do levantamento de dados secundários, foi possível observar a potencial ocorrência de duas espécies de mamíferos de pequeno porte indicadoras de qualidade ambiental na área de estudo e regiões adjacentes, composta pelos marsupiais *Didelphis aurita* e *Didelphis albiventris* que possuem um importante papel ecológico como dispersores de sementes ()

6.2.2.2.3.2.5. Descritores ecológicos da comunidade (esforço e eficiência amostral, riqueza e abundância das espécies, e demais análises estatísticas pertinentes, por fitofisionomia e grupo inventariado, contemplando a sazonalidade em cada área amostrada)

Para esse estudo, os dados secundários foram utilizados para diagnóstico médio de riqueza e identidade de espécies. A riqueza encontrada é exposta no tópico **6.2.2.2.3.1.2 - Inventário dos táxons** e a lista de espécies é apresentada em **Anexo 6.2.2-1 .** Este tópico não se aplica às demais estimativas estatísticas devido à falta de informação nos estudos consultados que permitam os cálculos necessários.

6.2.2.2.3.3. Caracterização da fauna local da área de estudo baseada em dados primários

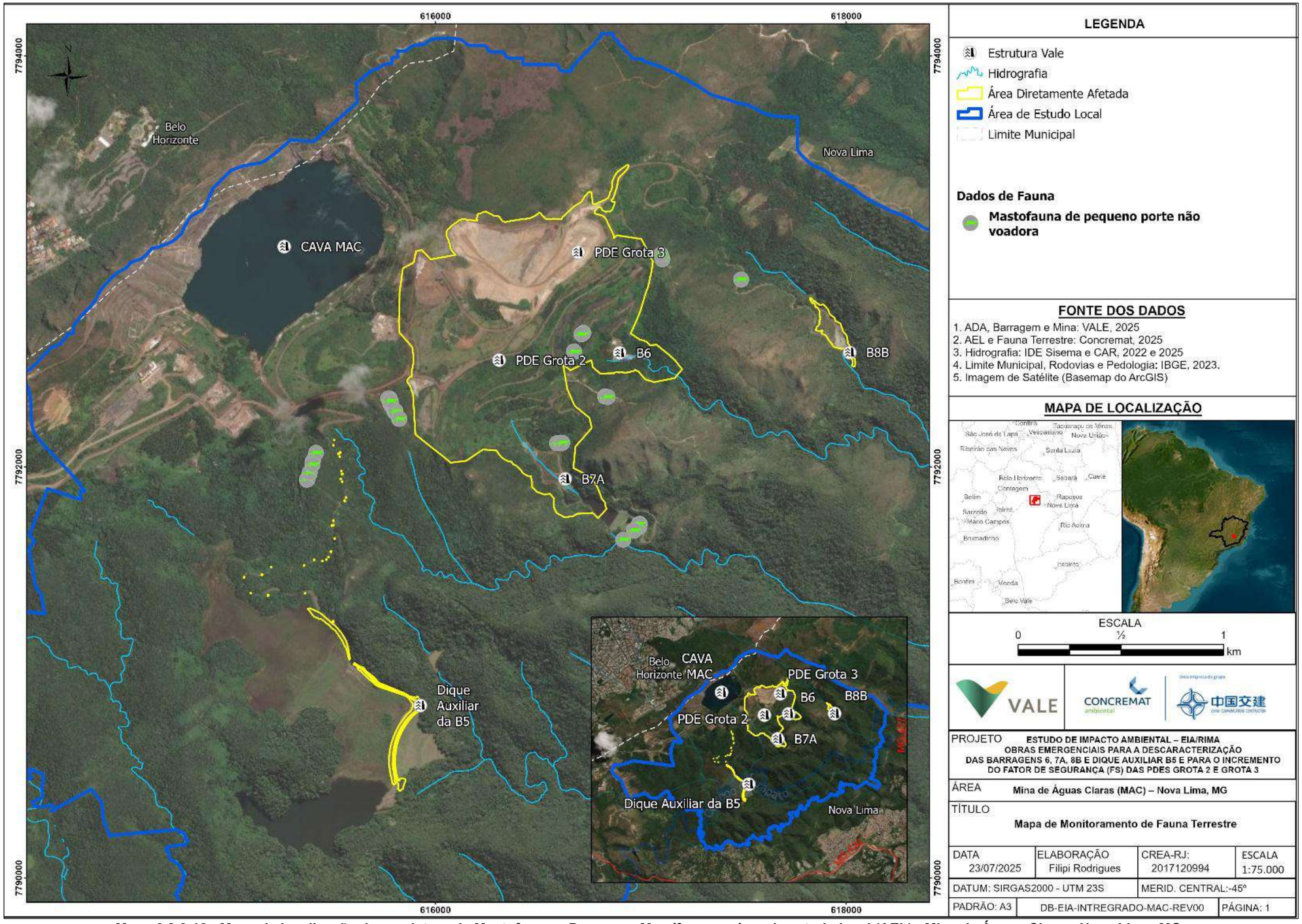
Os dados primários utilizados na presente caracterização foram coletados pela Bioma, empresa de consultoria ambiental responsável pela coleta das informações entre o período de abril, julho, agosto, outubro e novembro de 2024. Sendo organizadas como Campanha 1 (Seca) realizada em abril de 2024, Campanha 2 (Seca) realizada em julho e agosto de 2024,

e Campanha 3 (Chuvosa) realizada em outubro e novembro de 2024 na Área de Estudo Local (AEL) do empreendimento. Por ser um estudo recente, com campanhas com certo grau de periodicidade, considera-se que o compilado dos dados foi suficiente para amostrar uma parcela representativa da composição da comunidade de pequenos mamíferos não-voadores **(Quadro 6.2.2-24, Mapa 6.2.2-12**). Não foram realizados métodos interventivos, como armadilha de contenção e queda (*Pitfalls*), dessa forma os impactos à fauna devido a manejo foram anulados.

Quadro 6.2.2-24 - Periodicidade das campanhas do Diagnóstico de Mamíferos de Pequeno porte não-voadores.

Campanha	Período	Sazonalidade
Mamíferos de pequeno porte		
Campanha 1	2, 3 e 4 de abril de 2024	Seca
Campanha 2	18, 19, 20, 21, 23, 25 e 31 de julho e 1, 2, 4,7, 8,9, 10, 13, 20, 21, 22, 23 e 24 de agosto de 2024.	Seca
Campanha 3	29, 30,31 de outubro a 1,2,3,4,5,7,8,30 de novembro de 2024	Chuvosa

Fonte: Bioma (2024)



Mapa 6.2.2-12 - Mapa de localização dos registros da Mastofauna – Pequenos Mamíferos na área de estudo local (AEL). Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.3.3.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

As metodologias para a coleta de dados primários dos mamíferos de pequeno porte foram não interventivas, para evitar o manejo excessivo dos espécimes e reduzir os impactos durante o diagnóstico da fauna local, como o estresse e interferências nos hábitos de vida.

Busca ativa

O método de busca ativa consiste no deslocamento a pé de forma lenta, ao longo de transectos, em trilhas pré-existentes ao longo das estruturas na área de estudo. As trilhas foram percorridas em busca de registros diretos e indiretos por dois observadores, caminhando a uma velocidade constante de 1 km/h, durante duas horas, nos turnos da manhã e da noite. Para o caminhamento foram priorizados ambientes com heterogeneidade de microhábitats e locais com potencial presença dos espécimes estudados, tais como trilhas, acessos, estradas e margens de córregos, rios, lagoas e vegetação próxima a corpos d'água. Tal método permite a busca, tanto de indivíduos, quanto de seus vestígios indiretos, dados especialmente importantes para o registro de mamíferos, como odores, carcaças, ossadas, pegadas, arranhões em árvore, tocas, ninhos, trilhas e fezes. As pegadas ou outros vestígios foram medidos e fotografados com escala para auxiliar na identificação.

Todos os indivíduos registrados foram quantificados e para cada registro foram anotadas informações, como: espécie, data, horário, fitofisionomia predominante, coordenadas geográficas, idade, sexo (quando aplicável) e, sempre que possível, os indivíduos foram fotografados.

Armadilhas fotográficas

O método de armadilhas fotográficas consiste na obtenção de registros através de câmeras fotográficas automáticas com sensor de calor e acionadas por movimento, fazendo o registro através de fotografia (SRBEK-ARAÚJO & CHIARELLO, 2007). As câmeras foram instaladas em troncos de árvores ao longo das estruturas amostrais, a uma altura média de 30 cm em relação ao solo, em locais com maior probabilidade de registros, como próximo a fontes alimentares, cursos d'água e regiões de possível descanso e reprodução.

Por fim, a caracterização do status da conservação das espécies seguiu, a nível estadual a lista de espécies ameaçadas do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), a nível nacional a Portaria do Ministério do Meio Ambiente n°148 (MMA, 2022), e a lista da fauna ameaçada de extinção da *International Union of Conservation of Nature* (IUCN, 2024) para categoria de ameaça a nível internacional.

6.2.2.2.3.3.2. **Inventário** *dos táxons*

Foram registradas 12 espécies de mamíferos de pequeno porte, distribuídas em sete famílias, seis ordens e 73 indivíduos (**Figura 6.2.2-12**). A ordem mais abundante durante o diagnóstico foi Rodentia com 41,1% (S = 30) dos espécimes registrados em campo, com a família mais representativa sendo Cricetidae com relação a riqueza (n = 5) e abundância (S = 30). Durante o diagnóstico, os animais foram registrados sem qualquer ação de manejo, dessa forma a identificação taxonômica destes espécimes torna-se mais difícil, devido ao dinamismo das ações e a diferenciação morfológica de suas espécies em campo. Dessa maneira, os espécimes com dúvidas taxonômicas, como aqueles identificados apenas coma a abreviatura “sp.” após o nome genérico foram excluídos das análises, como por exemplo *Dasypus* sp. e *Didelphis* sp. Essa medida foi adotada apenas quando na amostra tiverem os mesmos gêneros com epíteto específico definido, evitando assim, que a riqueza seja superestimada (**Figura 6.2.2-12**).

O gênero *Akodon* sp. foi o mais abundante durante o levantamento de dados secundários, este gênero é representado por roedores de pequeno porte. Para o Brasil, são consideradas dez espécies desse gênero e a distribuição dessas apresenta algum grau de sobreposição (BONVICINO *et al.,* 2008). A diferenciação dessas espécies é feita com base em aspectos morfológicos incluindo a análise de crânios (GEISE *et al.,* 2005; PARDIÑAS, 2009; BRAUN *et al.,* 2010). Dessa forma, a utilização de medidas não interventivas nos diagnósticos ambientais pode subamostrar essas espécies, no entanto aqui o objetivo foi realizar um panorama das espécies deste grupo, o que torna essa metodologia suficiente.

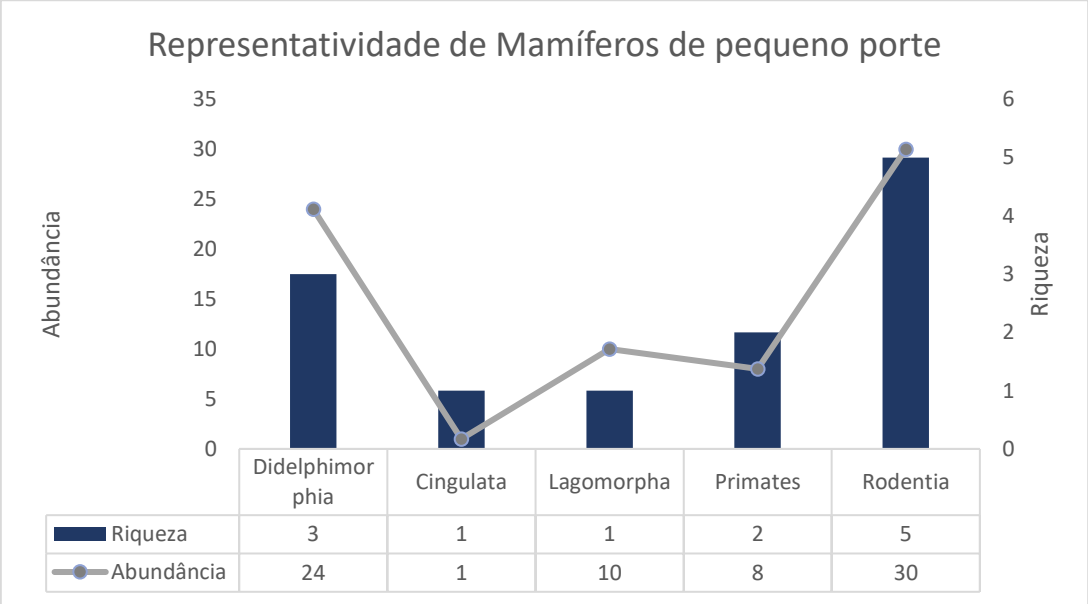


Figura 6.2.2-12 - Representatividade de mamíferos de pequeno porte por ordem registrados para o Diagnóstico de mamíferos de pequeno porte não-voadores local.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.3.3.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Durante o diagnóstico não foram registradas espécies de mamíferos de pequeno porte ameaçados ou endêmicos para a área de estudo local.

6.2.2.2.3.3.4. Espécies invasoras

Durante o diagnóstico não foram registradas espécies de mamíferos de pequeno porte invasores para a área de estudo local.

6.2.2.2.3.3.5. Espécies de interesse médico e relevância epidemiológica

Dentre as espécies de mamíferos de pequeno porte, nove espécies e um gênero apresentam relevância epidemiológica (**Quadro 6.2.2-25**) por ser reservatório de doenças infecciosas transmitidas por diversos vetores, como: coccidioidomicose, paracoccidioidomicose, doença de chagas, leptospirose, hanseníase, leishmaniose, febre maculosa, raiva e esquistossomose. Dessa forma, é importante respeitar o espaço dessas espécies, evitar o contato direto com a área de vida desses organismos, quando este for necessário, utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados.

Quadro 6.2.2-25 - Relevância epidemiológica das espécies de mamíferos de pequeno porte para o Diagnóstico de mamíferos de pequeno porte não-voadores local.

Táxon	Nome Comum	Relevância Epidemiológica
Dasypus novemcinctus	tatu-galinha	Reservatório de Coccidioidomicose, Paracoccidioidomicose, Doença de Chagas, Leptospirose, Hanseníase, Leishmaniose
Didelphis aurita	gambá-da-orelha-preta	Reservatório de Febre maculosa, Leishmaniose, Raiva, Doença de Chagas, Esquistossomose
Didelphis albiventris	gambá-de-orelha-branca	Reservatório de Febre maculosa, Raiva, Doença de Chagas, Esquistossomose
Sylvilagus minensis	tapiti	Reservatório de peste; Esquistossomose
Akodon sp	rato-do-mato	Reservatório de Leptospirose
Cerradomys subflavus	camundongo-do-mato	Reservatório de Leptospirose
Nectomys squamipes	rato-d'agua	Reservatório de Leptospirose
Oecomys catherinae	rato-da-árvore	Reservatório de Leptospirose
Oligoryzomys nigripes	rato-do-arroz	Reservatório de Leptospirose

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2024).

6.2.2.2.3.3.6. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

Ao longo do diagnóstico, não foram registradas espécies cinegéticas ou de interesse comercial.

6.2.2.2.3.3.7. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Das 12 espécies registradas ao longo do diagnóstico para mamíferos de pequeno porte, três espécies apresentam hábitat preferencial (**Quadro 6.2.2-26**). A espécie *Sylvilagus minensis* (tapiti) são coelhos ou lebres dependentes de ambientes florestais, um dos únicos lagomorfos nativos do Brasil, são animais solitários que se alimentam de raízes, folhas e talos (REIS *et al.,* 2011; CORDEIRO-ESTRELA, 2022). Assim como *S. Minensis*, a espécie *Callithrix penicillata* (sagui-de-tufo-preto) também é dependente de ambientes florestais, e apesar da espécie ser classificada como “Pouco preocupante” a nível nacional (MMA, 2022), esta espécie sofre com a pressão de fragmentação e destruição do habitat (RIMOLI *et al.,* 2015). Além disso, os indivíduos dessa espécie, devido ao seu hábito alimentar, realizam dispersão de sementes, serviço ecossistêmico importante para o aumento da área de distribuição de espécies arbóreas.

Por fim, a espécie *Nectomys squamipes* (rato-d’água) apresenta habitat preferencial em ambientes associados a corpos hídricos. Esta espécie apresenta morfologia adaptada para utilizar em ambientes aquáticos em sua área de vida, como membrana interdigital e pêlo com menor absorção de água (GONÇALVES *et al.,* 2014). No diagnóstico deste estudo foram

registradas algumas espécies que realizam serviços ecossistêmicos, além do *Callithrix penicillata* (sagui-de-tufo-preto), outras quatro espécies dispersoras de semente foram registradas (**Quadro 6.2.2-26**).

Quadro 6.2.2-26 - Espécies de mamíferos de pequeno porte que apresentam preferência de habitat registradas para o Diagnóstico de mamíferos de pequeno porte não-voadores local.

Táxon	Nome Comum	Habitat preferencial	Serviço ecossistêmico
Sylvilagus minensis	tapiti	EF	-
Callithrix penicillata	sagui-de-tufo-preto	EF	DIS
Nectomys squamipes	rato-d'agua	AMBQ	-
Didelphis aurita	gambá-da-orelha-preta	-	DIS
Didelphis sp	gambá	-	DIS
Monodelphis domestica	catita	-	DIS
Didelphis albiventris	gambá-de-orelha-branca	-	DIS

Legenda: Habitat preferencial: EF = Espécie florestal; AMBQ = Associada a ambientes aquáticos. Serviço ecossistêmico: DIS = Espécie dispersora de sementes.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.3.3.8. Descritoras ecológicos da comunidade

Eficiência e Suficiência amostral

Foram realizadas três campanhas, de abril a novembro de 2024. Cada campanha contou com no mínimo 3 dias de amostragem. Para o registro de espécies em campo foram realizadas buscas ativas. Os registros foram realizados por visualização dos mamíferos, registros de utilização do habitat, como tocas, pegadas e fezes, e armadilha fotográfica. A primeira e segunda campanha (abril, julho e agosto) foram realizadas no período seco, e a terceira campanha (outubro e novembro) no período chuvoso. Para evitar resultados enviesados, não foram realizados testes que envolvessem sazonalidade.

Ao avaliar a eficiência amostral para a mastofauna de pequenos mamíferos, pode-se observar que apesar do elevado número de indivíduos e espécies registrados, ainda há um número de espécies não detectado para essa localidade. Isso porque não se observa um platô na curva de acumulação de espécies estimada (**Figura 6.2.2-13**). O que se observa para essa classe é uma tendência crescente para a curva de eficiência amostral. Além disso, não foram usados métodos interventivos na amostragem, o que pode afetar a riqueza total observada.

Os métodos não interventivos (exemplo: busca ativa) desempenham uma abordagem rápida para o inventário de espécies com nenhum estresse aos mamíferos. Além disso, essa abordagem é um método eficiente para a riqueza de espécies em locais muito diversos e de baixa abundância como nos trópicos (MACLEOD *et al.,* 2011). Entretanto, a ausência de métodos de captura interventivos (exemplo: armadilhas de contenção e queda) pode subestimar a abundância de indivíduos entre as espécies, além de subestimar a captura de espécies crípticas e de rara ocorrência (NOLAN *et al.,* 2023), devendo a combinação desses dois métodos (interventivos e não-interventivos) ser eficaz para evitar esse viés (OLIVEIRA *et al.,* 2017).

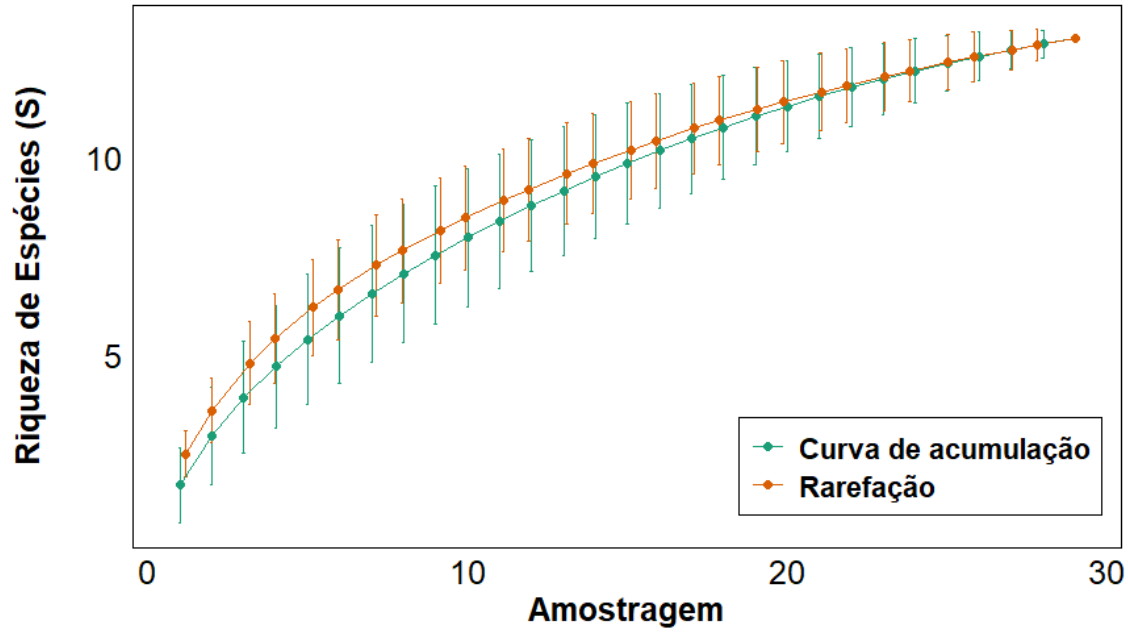


Figura 6.2.2-13 - Curva de acumulação de espécies e rarefação para a mastofauna de pequeno porte durante as três campanhas de Diagnóstico.

Fonte dos dados: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Abundância, Riqueza, Diversidade e Equitabilidade das Espécies

Os descritores da comunidade foram avaliados considerando o conjunto de dados total para evitar resultados e interpretações enviesados, pois das três campanhas realizadas, duas foram executadas na estação seca e uma na estação chuvosa. Com base no conjunto total de dados, foi registrada uma riqueza de 12 espécies e 73 indivíduos ao longo das três campanhas de diagnóstico para a Área de Estudo Local.

A espécie *Didelphis aurita* (gambá-de-orelha-preta) foi a mais abundante durante o diagnóstico (**Quadro 6.2.2-27**). Essa espécie apresenta ampla distribuição e plasticidade de nicho, podendo ser observados tanto em florestas quanto em ambientes urbanos, onde tem aparecido mais frequentemente devido a expansão das áreas urbanas (GARDNER, 1993; GENTILE *et al.,* 2000). Quando em ambientes florestais, desenvolvem importante serviço ecossistêmico de dispersão de sementes.

Além desta espécie, o gênero *Akodon* sp. também apresentou significativa abundância ao longo do diagnóstico (**Quadro 6.2.2-27**). Apesar de espécies com identificação taxonômica incerta não serem consideradas para as análises e apresentação dos resultados do diagnóstico, não foi registrada nenhuma outra espécie desse gênero, portanto este pode ser considerado. Os indivíduos desse gênero são conhecidos como rato-do-mato, e, devido a morfologia semelhante dos espécimes, a diferenciação destes torna-se dificultada.

Quadro 6.2.2-27 - Abundância absoluta e relativa das espécies de mamíferos de pequeno porte registradas nas três campanhas para o Diagnóstico de mamíferos de pequeno porte não-voadores local.

Táxon	Abundância Absoluta	Abundância Relativa (%)
Akodon sp.	19	26,03
Callithrix penicillata	7	9,59
Cerradomys subflavus	4	5,48
Dasypus novemcinctus	1	1,37
Didelphis albiventris	1	1,37
Didelphis aurita	21	28,77
Monodelphis domestica	2	2,74
Nectomys squamipes	2	2,74
Oecomys catherinae	3	4,11
Oligoryzomys nigripes	2	2,74
Sapajus sp.	1	1,37
Sylvilagus minensis	10	13,70

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

A comunidade de mamíferos de pequeno porte apresentou uma riqueza moderada (**Quadro 6.2.2-20**). O valor de diversidade (H = 1,968) indicou uma comunidade com diversidade relativamente baixa, o que pode refletir a dominância de algumas poucas espécies mais abundantes. Esse padrão é apoiado pela dominância (D = 0,814), descrita pelo índice de Simpson, que aponta alta dominância, ou seja, uma distribuição desigual da abundância entre as espécies. Contudo, a equitabilidade (J = 0,792) sugere que a desigualdade não é extrema, com uma distribuição razoavelmente balanceada entre as espécies.

Quadro 6.2.2-28 - Parâmetros de diversidade estimados para as espécies de mamíferos de pequeno porte registradas para o Diagnóstico de mamíferos de pequeno porte não-voadores local.

Parâmetros	Mamíferos de pequeno porte
Riqueza (S)	12
Equitabilidade (J)	0,792
Dominância (D)	0,814
Diversidade (H)	1,968

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.4. Considerações finais

Para os mamíferos de pequeno porte foram registradas 21 espécies para o contexto regional da Mina de Águas Claras e 12 espécies para o contexto local. Para a região, houve registro duas espécies endêmicas, a *Rhagomys rufescens* (rato-do-mato-laranja) e *Blarinomys breviceps* (rato-do-mato). Contudo, para o contexto local não foram registradas espécies endêmicas ou ameaçadas.

A maioria das espécies de mamíferos de pequeno porte registradas para o contexto regional e local são generalistas, de baixa sensibilidade e ampla distribuição. Este cenário também é reforçado pelos descritores ecológicos, onde poucas espécies tendem a dominar, como os roedores e marsupiais comuns. Isso ocorre especialmente em áreas com algum grau de perturbação ambiental ou fragmentação de habitat.

6.2.2.2.5. Mastofauna – Médio e Grande Porte

Os mamíferos de médio e grande porte são importantes para a manutenção da estrutura ecológica dos habitats, processos dos ecossistemas e diversidade do ambiente (SINCLAIR, 2003). No entanto, esses são afetados principalmente pela caça e pela perda de habitats. Dessa forma, estudos que subsidiem o conhecimento acerca dos mamíferos são de suma

importância para caráter conservacionista e planejamento de ações ambientais voltadas para conservação e melhor manejo das espécies (ALVES *et al.,* 2022).

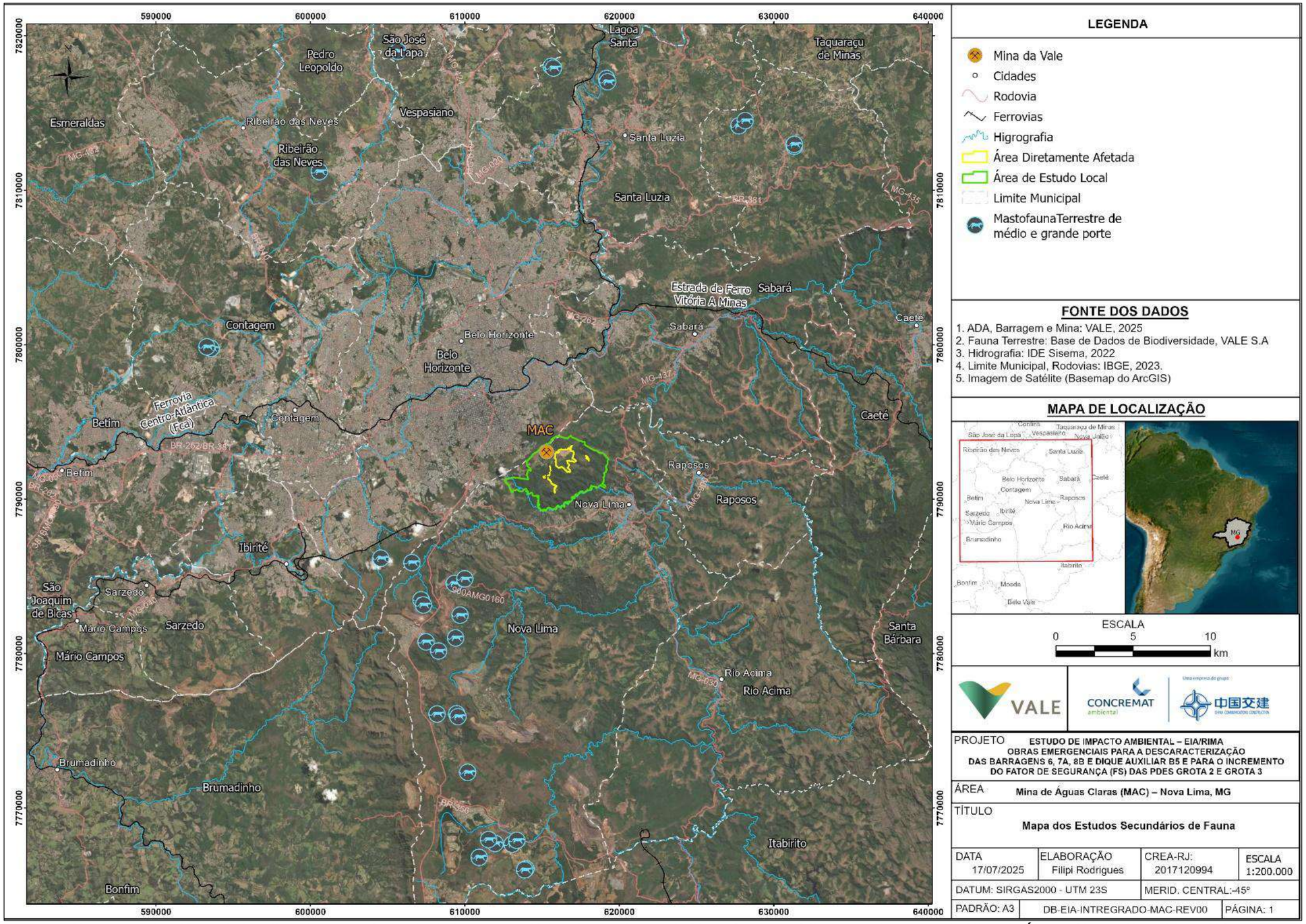
6.2.2.2.5.1. Caracterização da Fauna Regional Baseada em Dados Secundários

As fontes consultadas para o inventário de mastofauna terrestre são apresentadas a seguir (**Quadro 6.2.2-29, Mapa 6.2.2-13**), incluindo dados resumidos de esforço amostral e diversidade encontrada (em número de espécies). Demais dados e análises estatísticas não se aplicaram aos dados secundários, devido à falta de informação apresentada, mas serão explorados para os dados primários em seções a seguir.

Quadro 6.2.2-29 - Estudos consultados com base em dados secundários para o Diagnóstico de mamíferos de médio e grande porte regional.

ID	Referência Bibliográfica	Riqueza	Município	Tipo de Amostragem	Período de Amostragem
1	BDBio – Vale AS (2020)	28	Nova Lima	Armadilha Fotográfica e Busca Ativa	Base de dados, estudos entre maio de 2010 a julho de 2018
2	Virtual (2018)	5	Nova Lima	Armadilha Fotográfica, Busca Ativa e Entrevistas	Abril de 2018
3	Tractebel (2024)	15	Belo Horizonte	Armadilha Fotográfica e Busca Ativa	Junho e Novembro de 2023

Fonte: Concremat (2025).



LEGENDA

- Mina da Vale
- Cidades
- Rodovia
- Ferrovias
- Higrografia
- Área Diretamente Afetada
- Área de Estudo Local
- Limite Municipal
- MastofaunaTerrestre de médio e grande porte

FONTE DOS DADOS

1. ADA, Barragem e Mina: VALE, 2025
2. Fauna Terrestre: Base de Dados de Biodiversidade, VALE S.A
3. Hidrografia: IDE Sisema, 2022
4. Limite Municipal, Rodovias: IBGE, 2023.
5. Imagem de Satélite (Basemap do ArcGIS)

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA
0 5 10
km

PROJETO	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA/RIMA OBRAS EMERGENCIAIS PARA A DESCARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS 6, 7A, 8B E DIQUE AUXILIAR B5 E PARA O INCREMENTO DO FATOR DE SEGURANÇA (FS) DAS PDES GROTA 2 E GROTA 3		
ÁREA	Mina de Águas Claras (MAC) – Nova Lima, MG		
TÍTULO	Mapa dos Estudos Secundários de Fauna		
DATA 17/07/2025	ELABORAÇÃO Filipi Rodrigues	CREA-RJ: 2017120994	ESCALA 1:200.000
DATUM: SIRGAS2000 - UTM 23S		MERID. CENTRAL:-45°	
PADRÃO: A3	DB-EIA-INTREGRADO-MAC-REV00	PÁGINA: 1	

Mapa 6.2.2-13 - Mapa de localização para a fonte de dados secundários dos registros de Mastofauna– médio e grande porte - da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.5.1.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Dentre os estudos utilizados para a consulta, o BD Biodiversidade da Vale (2020), trata de base de dados, sem descrição para processos de amostragem, triagem, captura e marcação. Como metodologias utilizadas nos estudos compilados no BDBio (2020), tais estudos foram executados a partir da busca ativa e utilização de armadilhas fotográficas. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do processo de Loteamento do Solo Urbano, exceto Distritos Industriais e Similares realizado pela Virtual Engenharia Ambiental (2018), utilizou-se os métodos de busca ativa, armadilhas fotográficas e entrevistas como método complementar. O método de busca ativa visa o registro de espécies através de encontros diretos e/ou ocasionais e evidências indiretas, bem como os indícios da presença do animal na área, tais como pegadas, fezes, tocas, carcaças ossadas, pêlos e odores, ao qual são realizados abrangendo períodos do dia distintos (matutino, vespertino e noturno). No que concerne as armadilhas fotográficas, estas são dispostas em troncos de árvores em locais propícios para o registro dos espécimes, bem como passagens de fauna, margens de corpos hídricos e locais que apresentam a possível ocorrência. Já as entrevistas são realizadas com moradores da região no intuito de se complementar as amostragens de maneira qualitativa. Neste âmbito, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente ao Rodoanel Metropolitano de Belo Horizonte, realizado pela Tractebel (2024), utilizou-se das mesmas metodologias supracitadas.

6.2.2.2.5.1.2. Inventário dos táxons

A partir do levantamento dos dados secundários foi compilada uma lista com 31 espécies pertencentes ao grupo dos mamíferos de médio e grande porte com potencial ocorrência para a área de estudo e regiões adjacentes ao empreendimento em tela. Tais espécies estão distribuídas em sete ordens e 17 famílias. No que tange as ordens diversas, destaca-se a ordem Carnivora com 14 espécies, seguido das ordens Rodentia e Cingulata com cinco espécies, Artiodactyla com 3, Primates com 2 e Lagomorpha e Pilosa com apenas uma espécie (**Figura 6.2.2-14**). Tal resultado é justificado, haja vista que, a ordem Carnivora constitui-se comumente, como a ordem com a maior diversidade em levantamentos mastozoológico (BOCCHIGLIERI *et al.*, 2010; MENDES *et* al., 2015).

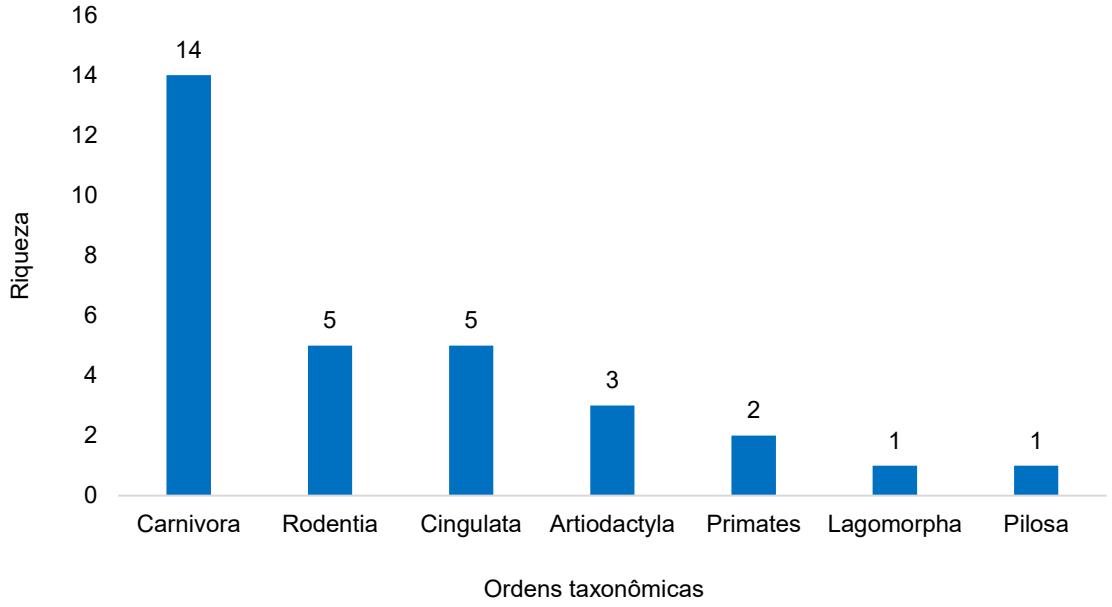


Figura 6.2.2-14 - Riqueza das ordens de médios e grandes mamíferos registradas através do levantamento de dados secundários.

Fonte: Concremat (2025)

Dentre as famílias com maior riqueza,, destacam-se Felidae com cinco espécies, seguida de Chlamyphoridae, Mustelidae e Canidae com 3 espécies. Estes resultados são esperando em estudos mastozoológicos, visto que, a família Felidae compreende um grupo diverso de pelo menos 36 espécies de gatos selvagens que exibem distintos tamanhos corporais e distribuição global, excluindo a Antártida e a Austrália, onde foram introduzidos pela atividade humana (LAMBERSKI, 2015). Além disto, ressalta-se a família Mustelidae, que inclui doninhas, texugos e lontras, sendo a família mais diversa da ordem Carnivora, com cerca de 60 espécies válidas (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009). Além disto, a família apresenta ampla distribuição, incluindo espécies aquáticas, semi-aquáticas, semi-arbóreas, semi-fossoriais e fossoriais, potencializando seu registro em levantamentos mastozoológicos (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

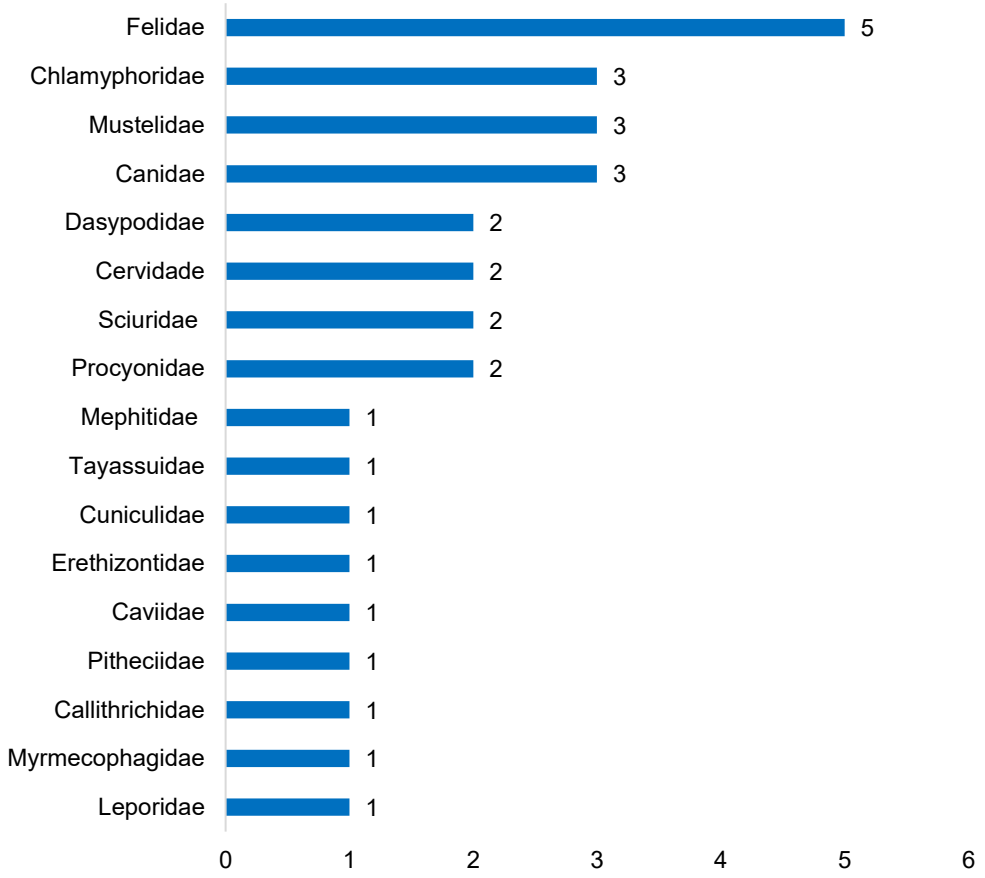


Figura 6.2.2-15 - Riqueza das famílias de médios e grandes mamíferos registradas através do levantamento de dados secundários.

Fonte: Concremat (2025)

6.2.2.2.5.1.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Considerando as 31 espécies registradas com base no levantamento de dados secundários, destaca-se a ocorrência de oito espécies estão inseridas em alguma categoria de ameaça de acordo com as listas oficiais de espécies de fauna ameaçadas de extinção, a nível estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2022) e internacional (IUCN, 2025) (**Quadro 6.2.2-30**). Destas, cinco espécies constam na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), quatro na portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022) e uma no Livro Vermelho da *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2025).

Dentre as oito espécies ameaçadas diagnosticadas através do levantamento de dados secundários, destaca-se que apenas as espécies *Lontra longicaudis* (lontra) e *Pecari tajacu* (cateto) não está inserida no Plano de Ação Nacional para a Conservação (PAN).

Neste contexto, o PAN Canídeos Silvestres possui como objetivos específicos: (I) Promover a conectividade e manutenção de remanescentes de vegetação nativa nas paisagens dos biomas onde ocorrem as espécies; (II) Reduzir impactos negativos de doenças e da interação com animais domésticos; (III) Reduzir os impactos causados por estradas, rodovias e ferrovias como a perda de indivíduos por atropelamento e o efeito-barreira e (IV) Reduzir a remoção e perda de indivíduos por conflitos e pela falta de educomunicação. O PAN Pequenos felinos, possui suas ações voltadas a mitigação de ameaças e ampliação do conhecimento sobre as populações de pequenos felinos, no intuito de se reduzir o risco de extinção em cinco anos, ao qual seu 2° ciclo possui vigência até o ano de 2027. No mesmo intuito, o PAN Grandes Felinos, possui como principal objetivo, a redução da vulnerabilidade da onça-pintada e onça-parda, para fins de melhorias no estado de conservação de suas populações. No entanto, destaca-se que o ciclo de vigência do referido PAN foi encerrado em 2023, além disto, apenas a onça-parda (*Puma* concolor) foi registrada com potencial ocorrência para a área do empreendimento e regiões adjacentes, estando inserida apenas na listagem estadual (COPAM, 2010) como VU “Vulnerável”.

Quadro 6.2.2-30 - Espécies de médios e grandes mamíferos ameaçados de extinção registrados com dados secundários para o diagnóstico de fauna.

Classificação Taxonômica	Nome Comum	Referência Bibliográfica	Status de Conservação			
			COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2025)	CITES (2025)
ORDEM ARTIODACTYLA						
Família Tayassuidae						
Pecari tajacu	cateto	1,3	VU	-	LC	I
ORDEM CARNIVORA						
Família Canidae						
Lycalopex vetulus	raposa-do-campo	1	-	VU	NT	II
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	1,2	VU	VU	NT	II
Família Felidae						
Leopardus pardalis	gato-maracajá	1	VU	-	LC	I
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	1	-	VU	VU	I
Puma concolor	onça-parda	1	VU	-	LC	I
Herpailurus yagouaroundi	gato-mourisco	1,3	-	VU	LC	II
Família Mustelidae						
Lontra longicaudis	lontra	1,3	VU	-	NT	-

Legenda: Status de ameaça de extinção: VU – Vulnerável; EN – Em perigo; NT – Quase Ameaçada; LC – Pouco Preocupante; II – Apêndice II da CITES. **Fonte:** Concremat (2025).

6.2.2.2.5.1.4. Espécies invasoras

Não foi registrada nenhuma espécie invasora de potencial ocorrência entre os mamíferos de médio e grande porte para a área de estudo e regiões adjacentes através do levantamento de dados secundários.

6.2.2.2.5.1.5. Espécies de interesse médico e de relevância epidemiológica

Os mamíferos silvestres podem ser vetores de inúmeras zoonoses e, se contaminados, pode haver transmissão de doenças aos humanos e a outros mamíferos, em caso de contato direto ou através de vetores, principalmente artrópodes dos gêneros *Triatoma, Aedes, Haemagogus* e *Sabethes*. Entre as zoonoses envolvendo mamíferos silvestres podemos citar a toxoplasmose, o hantavírus, a raiva, a febre amarela, a doença de chagas e a leishmaniose tegumentar (SOUSA, 2013).

Estudos apontam relatos de transmissão da raiva pela saliva de mamíferos infectados, através de mordedura, arranhadura ou lambedura de mucosas (SOUSA, 2013). Os primatas são apontados como um dos principais vetores da raiva para os humanos (AGUIAR, 2012), assim como o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (KOTAIT *et al*., 2007).

Os tatus, de modo geral, são considerados reservatórios de hanseníase, e o contato direto, manipulação ou consumo de carne contaminada pode transmitir a doença para humanos (DEPS, 2003), sendo também considerados como reservatórios de Leishmaniose (FORNAZARI & LANGONI, 2014).

6.2.2.2.5.1.6. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

No que concerne as espécies cinegéticas e de interesse comercial, o levantamento em tela denotou a ocorrência de oito espécies de mamíferos, citadas nos apêndices I e II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2025). Destas, quatro estão citadas no Apêndice I, que inclui as espécies que estão em perigo de extinção e o comércio internacional dessas espécies é proibido e outras quatro espécies estão incluídas no Apêndice II do CITES, ou seja, não estão necessariamente em perigo iminente de extinção, porém é necessário atenção e controle quanto a comercialização desses espécimes (Quadro **6.2.2-31**).

A perda e fragmentação dos hábitats e a exploração direta de espécies são a principais causas da redução das populações naturais e extinções de mamíferos no mundo (DESBIEZ *et al*., 2012; DUARTE *et al.,* 2012). Apesar de proibida desde 1967 em todo território nacional, a caça de animais silvestres ainda é comum na Mata Atlântica onde é praticada historicamente em diversas localidades. A superexploração de mamíferos de médio e grande porte pode causar a redução e até mesmo a extinção das populaçõesalém de impactar diretamente na estrutura e dinâmica das florestas tropicais,que por sua vez, prejudicam a dispersão de sementes de espécies vegetais distintas (DIRZO *et al*., 2014).

Quadro 6.2.2-31 - Espécies cinegéticas e de interesse comercial registradas para o Diagnóstico de mamíferos de médio e grande porte.

Classificação Taxonômica	Nome Comum	Referência Bibliográfica	CITES (2025)
ORDEM ARTIODACTYLA			
Família Tayassuidae			
Pecari tajacu	cateto	1,3	I
ORDEM CARNIVORA			
Família Canidae			
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato	1,2,3	II
Lycalopex vetulus	raposa-do-campo	1	II
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	1,2	II
Leopardus pardalis	gato-maracajá	1	I
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	1	I
Puma concolor	onça-parda	1	I
Herpailurus yagouaroundi	gato-mourisco	1,3	II

Legenda: I - Apêndice I CITES (2025); II – Apêndice II CITES (2025).

Fonte: Concremat (2025).

6.2.2.2.5.1.7. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Os mamíferos são considerados bons indicadores da integridade dos ecossistemas por desempenharem diversos papéis ecológicos e algumas espécies tendem a sofrer reduções populacionais em áreas com aumento de perturbação antrópica, alteração de habitat e pressão de caça (CARDILLO *et al*., 2005; MICHALSKI & PERES, 2007). Além disso, constituem um grupo altamente diverso do ponto de vista funcional e trófico. Dessa forma, as espécies de mamíferos podem ser consideradas boas indicadoras de qualidade ambiental, tendo grande importância na avaliação e no monitoramento de alterações ambientais de acordo com suas características ecológicas (CHIARELLO *et al.,* 2008). Foram observadas 13

espécies de médios e grandes mamíferos indicadores de qualidade ambiental (**Quadro 6.2.2-32**).

A ocorrência de carnívoros considerados predadores de topo de cadeia, como os felinos *Puma concolor, Leopardus guttulus* e *L. pardalis*) e de suas presas (*Cuniculus paca*) nos ambientes é considerada um indicador da boa qualidade ambiental. Os felinos são ótimos indicadores do estado de preservação do ambiente, podendo ser considerados como espécies-chaves para a regulação das cadeias alimentares (SINCLAIR, 2003). Assim, a preservação das espécies de grandes felinos influencia diretamente sobre a dimensão de populações de outras espécies, uma vez que a perda de espécies-chaves afeta toda a estrutura de um ecossistema (SINCLAIR, 2003).

No presente estudo, foram registradas duas espécies de primatas: *Callithrix penicillata* e *Callicebus nigrifrons*. Algumas dessas espécies utilizam ambientes antropizados, possuem uma dieta diversificada e apresentam condição arborícola exclusiva, além de serem potencialmente cinegéticas e dependentes de grandes áreas florestadas. Em função disso, os primatas são indicadores de boa qualidade ambiental e podem ser utilizados no controle de perturbações antrópicas quando têm suas populações reduzidas ou mesmo quando são extintas localmente (MICHALSKI & PERES, 2005).

Quadro 6.2.2-32 - Espécies de médios e grandes mamíferos indicadores de qualidade ambiental registradas para o Diagnóstico de mamíferos de médio e grande porte regional.

Espécie	Nome popular	Importância ecológica
Herpailurus yagouaroundi	gato-mourisco	BIO, PTC
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	BIO, PTC
Leopardus pardalis	jaguatirica	BIO, PTC
Puma concolor	onça-parda	BIO, PTC
Pecari tajacu	cateto	DIS
Subulo gouazoubira	veado-catingueiro	DIS
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	DIS
Eira barbara	irara	EF
Lontra longicaudis	lontra	EF
Callithrix penicillata	sagui-de-tufos-pretos	EF
Callicebus nigrifrons	guigó	EF, CE, MA
Lycalopex vetulus	raposinha	CE
Cuniculus paca	paca	HER

Legenda: Importância ecológica: BIO – espécie bioindicadora; PTC – espécie predadora todo de cadeia; DIS – espécie dispersora de sementes; EA – espécie arborícola; EF – espécie florestal; HER – espécie herbívora; CE – Cerrado; MA - Mata Atlântica.

Fonte: Concremat, 2025.

6.2.2.2.5.1.8. Descritores ecológicos da comunidade (esforço e eficiência amostral, riqueza e abundância das espécies, e demais análises estatísticas pertinentes, por fitofisionomia e grupo inventariado, contemplando a sazonalidade em cada área amostrada)

Para esse estudo, os dados secundários foram utilizados para diagnóstico médio de riqueza e identidade de espécies. A riqueza encontrada é exposta no tópico **6.2.2.2.5.1.2 - Inventário dos táxons** e a lista de espécies é apresentada em **Anexo 6.2.2-1** . Este tópico não se aplica às demais estimativas estatísticas devido à falta de informação nos estudos consultados que permitem os cálculos necessários.

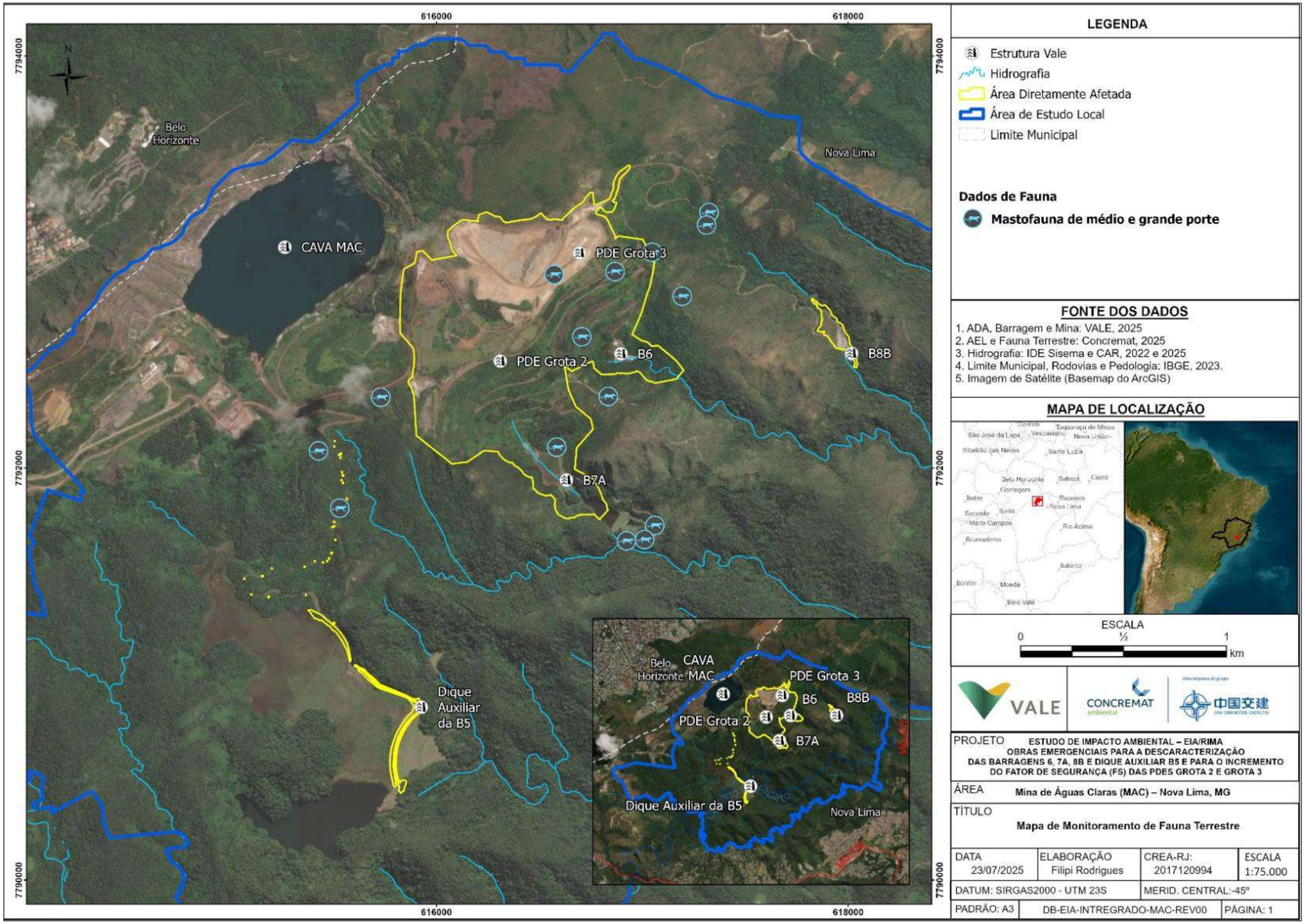
6.2.2.2.5.2. Caracterização da fauna local da área de estudo baseada em dados primários

Os dados primários utilizados na presente caracterização foram coletados pela Bioma, empresa de consultoria ambiental responsável pela coleta das informações entre o período de abril, julho, agosto, outubro e novembro de 2024. Sendo organizadas como Campanha 1 (Seca) realizada em abril de 2024, Campanha 2 (Seca) realizada em julho e agosto de 2024 e Campanha 3 (Chuvosa) realizada em outubro e novembro de 2024 na Área de Estudo Local (AEL) do empreendimento (**Quadro 6.2.2-33**). Por ser um estudo recente, com campanhas com certo grau de periodicidade, considera-se que o compilado dos dados foi suficiente para amostrar uma parcela representativa da composição da comunidade de mamíferos de médio e grande porte (**Quadro 6.2.2-33, Mapa 6.2.2-14)**. Não foram realizados métodos interventivos, como marcação, contenção ou qualquer tipo de manejo nos animais, dessa forma os impactos causadores de estresse à fauna foram anulados.

Quadro 6.2.2-33 - Periodicidade das campanhas do Diagnóstico de Mamíferos Médio e Grande porte.

Campanha	Período	Sazonalidade
Mamíferos de médio e grande porte		
Campanha 1	2, 3, 4, 5, 8, 9, 11 de abril	Seca
Campanha 2	10 a 12, 15, 18 a 20, 24 a 31 de julho a 1 a 13 de agosto	Seca
Campanha 3	28 a 31 de outubro a 3, 4, 6 a novembro	Chuvosa

Fonte: Bioma (2024).



Mapa 6.2.2-14 - Mapa de localização dos registros da Mastofauna – médio e grande porte na área de estudo local (AEL). Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.5.2.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

As metodologias para coleta de dados primários dos mamíferos de médio e grande porte foram não interventivas, para evitar o manejo excessivo dos espécimes e reduzir os impactos durante o diagnóstico da fauna local, sem o estresse e interferências nos hábitos de vida.

Busca ativa

O método de busca ativa consiste no deslocamento a pé de forma lenta, ao longo dos transectos, em trilhas pré-existentes ao longo das estruturas na área de estudo. As trilhas foram percorridas em busca de registros diretos e indiretos por dois observadores, caminhando a uma velocidade constante de 1km/h, durante duas horas, nos turnos da manhã e da noite. Para o caminhamento foi priorizado ambientes com heterogeneidade de microhábitats e locais com potencial presença dos espécimes estudados, tais como trilhas, acessos, estradas e margens de córregos, rios, lagoas e vegetação próxima a corpos d'água. Tal método permite a busca, tanto de indivíduos, quanto de seus vestígios indiretos, dados especialmente importantes para o registro de mamíferos, como odores, carcaças, ossadas, pegadas, arranhões em árvore, tocas, ninhos, trilhas e fezes. As pegadas ou outros vestígios foram medidos e fotografados com escala para auxiliar na identificação.

Armadilhas fotográficas

O método de armadilhas fotográficas consiste na obtenção de registros através de câmeras fotográficas automáticas com sensor de calor e acionadas por movimento, fazendo o registro através de fotografia (SRBEK-ARAÚJO & CHIARELLO, 2007). As câmeras foram instaladas em troncos de árvores ao longo das estruturas amostrais, a uma altura média de 30 cm em relação ao solo, em locais com maior probabilidade de registros, como próximo a fontes alimentares, cursos d'água e regiões de possível descanso e reprodução.

Por fim, a caracterização do status da conservação das espécies seguiu, a nível estadual a lista de espécies ameaçadas do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), a nível nacional a Portaria do Ministério do Meio Ambiente n°148 (MMA, 2022), e a lista da fauna ameaçada de extinção da *International Union of Conservation of Nature* (IUCN, 2024) para categoria de ameaça a nível internacional.

6.2.2.2.5.2.2. **Inventário** *dos táxons*

Foram registradas 16 espécies de mamíferos de médio e grande porte, sendo quatro espécies domésticas (cachorro, cavalo, burro e gado), distribuídas em dez famílias, seis ordens e 118 indivíduos (**Figura 6.2.2-16**). A ordem Artiodactyla foi a mais abundante (S =48) devido a presença de gado doméstico na área do empreendimento, sendo a espécie *Bos taurus* (gado-doméstico) a mais abundante dentre as espécies registradas dessa ordem. A segunda ordem mais abundante (S = 46) e rica (n = 9) foi Carnivora, sendo a família Canidae a mais representativa em abundância (S = 37) e riqueza (n = 4). A busca por vestígios do uso do ambiente pelos mamíferos de médio e grande porte aumenta as chances de registro das espécies, dessa maneira, a utilização de medidas não-interventivas é eficiente para amostragem desses animais.

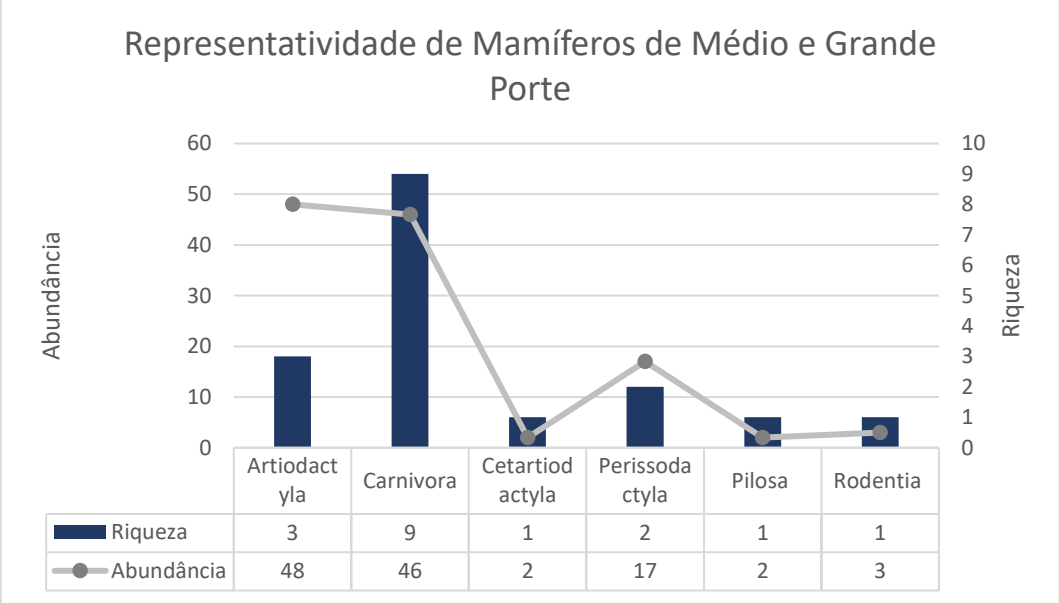


Figura 6.2.2-16 - Representatividade de mamíferos de médio e grande porte por ordem para o Diagnóstico de Mamíferos de médio e grande porte local.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.5.2.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Dentre os mamíferos de médio e grande porte registrados no diagnóstico, apenas a espécie *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno) encontra-se classificada como “Vulnerável” a nível internacional (IUCN, 2024) e nacional (MMA, 2022). Além desta, a nível nacional (MMA, 2022), são classificadas como “Vulnerável” outras duas espécies, *Lycalopex vetulus* (raposinha) e *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará). Esse último, foi registrado como “Vulnerável” para o estado de Minas Gerais também, assim como *Pecari tajacu* (cateto).

Para a Área de Estudo Local (AEL) foi registrada somente uma espécie endêmica do Cerrado, *Lycalopex vetulus* (raposinha). A espécie atualmente é considerada “Quase ameaçada” com relação ao risco de extinção internacional (IUCN, 2024) e “Vulnerável” a nível nacional (MMA, 2024). Os indivíduos dessa espécie são sujeitos a uma diversidade de pressões antrópicas, como desmatamento, queimadas e expansão de monoculturas, ações que promovem fragmentação do habitat, que podem intensificar o risco de redução desta espécie (DALPONTE & COURTENAY, 2008).

Quadro 6.2.2-34 - Espécies ameaçadas registradas para o Diagnóstico de mamíferos de médio e grande porte local.

Táxon	Nome Comum	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)	Endemismo
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	-	VU	VU	-
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	VU	VU	NT	-
Lycalopex vetulus	raposinha	-	VU	NT	CE
Pecari tajacu	cateto	VU	-	LC	-

Legenda: LC = Pouco preocupante, NT = Quase ameaçado; VU = Vulnerável. Endemismo: CE = Cerrado.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

As principais ameaças às espécies estão relacionadas à perda e fragmentação dos habitats nativos. Embora essas espécies apresentem algum grau de tolerância a ambientes antropizados, sua persistência depende de uma paisagem relativamente conservada. A conversão de áreas naturais em ambientes degradados compromete a disponibilidade de recursos para a sua sobrevivência (SÃO BERNARDO & GALETTI, 2004; TREVELIN, 2007).

Neste contexto, destacam-se dois Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (PAN) que abrangem mamíferos de médio e grande porte: o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Canídeos e o Plano Nacional para Conservação dos Grandes Felinos.

O PAN Canídeos contempla quatro espécies ameaçadas de extinção, entre as quais *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) foi registrada no diagnóstico ambiental da Mina de Águas Claras. O plano tem como objetivos centrais mitigar os impactos decorrentes da degradação e fragmentação dos habitats, bem como da interação com os animais domésticos, e reduzir a mortalidade de indivíduos provocada por atropelamentos e conflitos com atividades antrópicas (ICMBIO, 2020).

Adicionalmente, o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Pequenos Felinos inclui *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno), também registrado na área da Mina de Águas Claras. No âmbito do PAN dos Grandes, destaca-se o registro de *Puma concolor* (onça-parda) na área de estudo. Ambos os planos têm como objetivo principal a redução da vulnerabilidade das espécies contempladas em um horizonte de cinco anos, promovendo a melhoria do seu estado de conservação.

Esses planos configuram instrumentos estratégicos de gestão ambiental, elaborados de forma participativa, que orientam o ordenamento territorial e a priorização de ações à conservação da biodiversidade e dos ecossistemas naturais (ICMBIO, 2023).

6.2.2.2.5.2.4. Espécies invasoras

Durante o diagnóstico ambiental para a Mina de Águas Claras não foram registradas espécies de mamíferos de médio e grande porte invasores.

6.2.2.2.5.2.5. Espécies de interesse médico e risco epidemiológico

Ao longo do diagnóstico ambiental, foram registradas dez espécies reservatórios de patógenos (**Quadro 6.2.2-35**), uma delas é a espécie doméstica *Canis lúpus familiaris* (cachorro-doméstico), como Raiva, Leishmaniose, Leptospirose e Toxoplasmose. Isso eleva a importância da conservação dos habitats desses mamíferos para reduzir a aproximação e contato dessas espécies silvestres com populações humanas, a fim de evitar acidentes com essa fauna ou a expansão de seus ciclos epidemiológicos.

Quadro 6.2.2-35 - Relevância epidemiológica das espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas para o Diagnóstico de mamíferos de médio e grande local.

Táxon	Nome Comum	Relevância Epidemiológica
Canis lupus familiaris	cachorro-doméstico	Reservatório de raiva
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato	Reservatório de raiva e Leishmaniose
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	Reservatório de raiva
Lycalopex vetulus	raposinha	Reservatório de raiva
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	Reservatório de raiva, Leptospirose, Toxoplasmose
Leopardus pardalis	jaguatirica	Reservatório de raiva, Leptospirose, Toxoplasmose
Leopardus sp	gato-do-mato	Reservatório de raiva, Leptospirose, Toxoplasmose
Puma concolor	onça-parda	Reservatório de raiva, Leptospirose, Toxoplasmose
Nasua nasua	quati	Reservatório de raiva
Tamandua tetradactyla	tamanduá-mirim	Reservatório de Leptospirose

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.5.2.6. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

Nos Apêndices do CITES (2024), encontram-se seis espécies de mamíferos levantados neste diagnóstico (**Quadro 6.2.2-36**). As espécies *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno) e *Leopardus pardalis* (jaguatirica) são listados no Apêndice I, onde são registradas as espécies ameaçadas de extinção e a comercialização é permitida somente em condições excepcionais (CITES, 2024). No Apêndice II são listadas as espécies *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Pecari tajacu* (cateto) e *Puma concolor* (onça-parda), que apesar de algumas destas espécies citadas encontrarem-se ameaçadas em algum nível nas outras listas (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2024), a catalogação neste apêndice representa que a comercialização desses precisar ser controlada para evitar impactos na densidade populacional dessas espécies (CITES, 2024).

Quadro 6.2.2-36 - Espécies de mamíferos de médio e grande porte cinegéticas e de interesse comercial registradas para o Diagnóstico de mamíferos de médio e grande porte local.

Táxon	Nome Comum	CITES (2024)
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato	II
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	II
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	I
Leopardus pardalis	jaguatirica	I
Pecari tajacu	cateto	II
Puma concolor	onça-parda	II

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.5.2.7. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Para ambientes muito fragmentados é comum a ocorrência de espécies de habitat generalista e tolerantes a distúrbios (PREVEDELLO & VIEIRA, 2009). Apesar da fragmentação observada na AEL a assembleia de mamíferos terrestres detectada para o local das obras de descaracterização de barragens e fechamento das pilhas da Mina de Águas Claras é composta por uma maioria de espécies florestais, principalmente os artiodátilos, os primatas e os carnívoros, como os felídeos e os mustelídeos. Além disso, um grande grupo das espécies observadas tem dieta herbívora ou onívora, acarretando algum grau de interação com as espécies vegetais, como abrigo e/ou alimento. Através do consumo de frutos e néctar floral, animais podem desempenhar importantes serviços ecossistêmicos para a manutenção da floresta, como a polinização e a dispersão de sementes (JORDANO, 2000).

A dispersão de sementes, processo em que as sementes são removidas para longe da planta-mãe e levadas para outras regiões onde a predação e competição são mais baixas, é um processo-chave dentro do ciclo de vida de muitas espécies vegetais, especialmente em ambientes tropicais (TABARELLI, 1998). Algumas espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas neste estudo, principalmente aquelas herbívoras-frugívoras, consomem uma grande variedade de matéria vegetal e frutos (BODMER, 1991). As espécies de canídeos, como o *Nasua nasua* (quati), *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Eira barbara* (irara) e *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), espécies registradas na Área de Estudo Local (AEL), em que parte da sua dieta é composta por frutos e outras partes vegetais, apresentam um sistema digestório mais simples, que permite que sementes maiores passem intactas ou levemente escarificadas pelo seu sistema digestório, o que possibilita também serem dispersadas para outras áreas e posteriormente germinarem (GALETTI *et al.,* 2001; SQUINZANI *et al.,* 2022).

Das 16 espécies registradas para a Área de Estudo Local, 43,75% (n = 7) das espécies apresentam dependência de ambientes florestais (**Quadro 6.2.2-37**). A prevalência de espécies com essa preferência de habitat florestal, indica que, apesar do impacto direto das obras de descaracterização das barragens, a região de entorno oferece condições e recursos para a manutenção dessas espécies. .

Quadro 6.2.2-37 - Espécies de mamíferos de médio e grande porte que apresentam preferência de habitat registrada para o Diagnóstico de mamíferos de médio e grande porte local.

Táxon	Nome Comum	Habitat Preferencial	Serviço Ecossistêmico
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	-	DIS
Cuniculus paca	paca	EF	DIS
Eira barbara	irara	EF	-
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	EF	PTC
Leopardus pardalis	jaguatirica	EF	PTC
Leopardus sp	gato-do-mato	-	PTC
Mazama gouazoubira	veado-catingueiro	-	DIS
Mazama gouazoubira	veado-catingueiro	-	DIS
Nasua nasua	quati	EF	DIS
Puma concolor	onça-parda	EF	PTC
Tamandua tetradactyla	tamanduá-mirim	EF	-

Legenda: Habitat preferencial: EF = espécie florestal. Serviço Ecossistêmico: DIS = Dispersora de sementes; PTC = Predador de topo de cadeia.
Fontes dos dados: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.5.2.8. Descritoras ecológicos da comunidade

Eficiência e Suficiência amostral

Foram realizadas três campanhas, de abril a novembro de 2024. Cada campanha contou com no mínimo dois dias de amostragem. Para o registro de espécies em campo foram realizadas buscas ativas. Os registros foram realizados por visualização dos mamíferos, registros de utilização do habitat, como tocas, pegadas, fezes e armadilha fotográfica. A primeira e a segunda campanha (abril, julho e agosto) foram realizadas no período seco, e a terceira campanha (outubro e novembro) no período chuvoso. Para evitar resultados enviesados, não foram realizados testes que envolvessem sazonalidade. Os resultados dessas amostragens apresentam resultados de riqueza de espécies observadas, semelhantes a riqueza estimada. Entretanto, a ausência de estabilização, que forma um platô horizontal na curva de acumulação de espécies, indica que mais espécies podem ser encontradas com o aumento do esforço amostral (**Figura 6.2.2-17**).

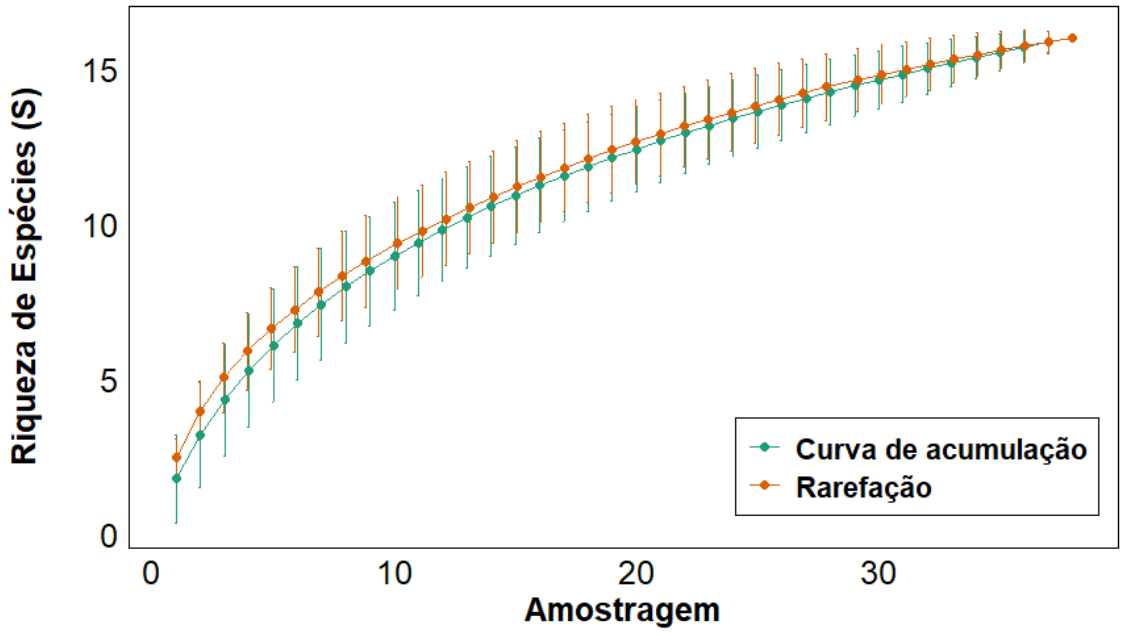


Figura 6.2.2-17 - Curva de acumulação de espécies e rarefação para mastofauna de médio e grande porte durante as três campanhas de Diagnóstico.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Abundância, Riqueza, Diversidade e Equitabilidade das Espécies

Os descritores da comunidade foram avaliados considerando o conjunto de dados total para evitar resultados e interpretação enviesados, pois das três campanhas realizadas, duas foram executadas na estação seca e uma na estação chuvosa. Com base no conjunto total de dados, foi registrada uma riqueza de 16 espécies e 118 espécimes ao longo das três campanhas de diagnóstico para a Área de Estudo Local (**Quadro 6.2.2-38**).

Dentre as espécies registradas, o *Bos taurus* (gado-doméstico) foi o mais abundante e a espécie selvagem mais abundante foi *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato). O cachorro-do-mato é uma espécie de ampla distribuição, possui preferência por bordas de florestas, contudo, pode ocorrer em matas abertas e matas densas, apresentando hábito generalista e flexível uso do habitat, sendo classificado como onívoro e oportunista (DI BITETTI *et al.,* 2009; JUAREZ & MARINHO-FILHO, 2002).

Quadro 6.2.2-38 - Abundância absoluta e relativa das espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas nas três campanhas de diagnóstico de mamíferos de médio e grande porte para área de estudo local.

Táxon	Abundância absoluta	Abundância relativa
Bos taurus	42	35,59
Canis lupus familiaris	10	8,47
Cerdocyon thous	23	19,49
Chrysocyon brachyurus	3	2,54
Cuniculus paca	3	2,54
Eira barbara	3	2,54
Equus asinus	1	0,85
Equus caballus	16	13,56
Leopardus guttulus	1	0,85
Leopardus pardalis	1	0,85
Lycalopex vetulus	1	0,85
Mazama gouazoubira	7	5,93
Nasua nasua	2	1,69
Pecari tajacu	1	0,85
Puma concolor	2	1,69
Tamandua tetradactyla	2	1,69

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025)

A comunidade de mamíferos de médio e grande porte apresentou uma riqueza moderada (**Quadro 6.2.2-39**). A diversidade (H = 2,024) e a dominância (D = 0,803) indicam uma diversidade intermediária, com presença de espécies dominantes, mas sem exclusão acentuada das demais. A equitabilidade (J = 0,730) reforça esse padrão, apontando para uma comunidade relativamente equilibrada, com participação significativa de diferentes espécies, embora com certa desigualdade nas abundâncias.

Quadro 6.2.2-39. Parâmetros de diversidade estimados para as espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas para o Diagnóstico de mamíferos de médio e grande porte local.

Parâmetros	Mamíferos de médio e grande porte
Riqueza (S)	16
Equitabilidade (J)	0,730
Dominância (D)	0, 803
Diversidade (H)	2,024

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.6. Considerações finais

Para os mamíferos de médio e grande porte, foram registradas 37 espécies para a área de estudo regional e 16 espécies para o local das obras de descaracterização de barragens e fechamento das pilhas. A espécie endêmica do Cerrado, *Lycalopex vetulus* (raposinha), foi registrada para a região e durante o diagnóstico ambiental, indicando que apesar das pressões antrópicas, a área de estudo local apresenta condições de sobrevivência para as espécies. Dessa forma, tal espécie pode ser utilizada como bioindicadora ambiental devido a distribuição restrita desta na região.

Com relação ao *status* de ameaça das espécies, no contexto local foram registradas quatro espécies listadas como “Vulnerável” em algum nível nas categorias de ameaça. A nível estadual são registradas duas espécies (COPAM, 2010), a nível nacional três (MMA, 2022) e uma a nível internacional (IUCN, 2024). Além disso, seis espécies são listadas em algum dos apêndices do CITES (2024).

A maioria das espécies de mamíferos de médio e grande porte apresenta uma relação intrínseca com os ambientes, onde sua presença ou ausência demonstra susceptibilidade às alterações nos habitats. Desta forma, a presença de determinados táxons pode ser indicadora de boa qualidade ambiental, enquanto a ausência de certas espécies pode ser indicativo da degradação do habitat. A presença de mamíferos domésticos, como cachorro, gado e cavalo,

indica a degradação do habitat devido a ações antrópicas, como a fragmentação forçando a aproximação de espécies silvestres e domésticas.

As espécies silvestres registradas para o contexto local são em sua maioria de carnívoros, e por serem topo da cadeia alimentar, a presença deles é considerada um indicador de boa qualidade ambiental, pois exercem papel fundamental na manutenção das cadeias tróficas dos ecossistemas florestais (REIS *et al.,* 2010). Esses animais regulam a população de suas presas naturais, contribuindo para que não haja uma superpopulação de animais herbívoros, por exemplo, que podem se alimentar de toda a vegetação de uma determinada área, causando o desequilíbrio nos ecossistemas naturais (PITMAN *et al.,* 2002).

Ademais, os descritores ecológicos apontaram uma riqueza moderada, padrão característico de grupos que demandam grandes extensões territoriais, elevados recursos e apresentam baixa densidade populacional, fatores que os tornam especialmente vulneráveis à fragmentação do habitat e à pressão antrópica. Ao longo do diagnóstico ambiental, observou-se a dominância de espécies generalistas e tolerantes, frequentemente associadas a ambientes abertos, áreas de borda e regiões sujeitas a distúrbios ambientais, o que reflete a influência antrópica sobre a estrutura da comunidade local.

6.2.2.2.7. Mastofauna – Quirópteros

O grupo dos morcegos (Chiroptera) corresponde à segunda ordem mais diversa dos mamíferos, com mais de 181 espécies descritas para o Brasil, tendo como principal característica a capacidade do voo. Apesar de serem considerados pragas e transmissores de doenças pela população comum, apenas três espécies apresentam ameaça direta ao homem. As demais espécies são importantes agentes ecológicos, vitais na manutenção de populações de várias plantas através da polinização e dispersão de sementes, ou ainda, por serem predadoras de artrópodes, muitos considerados como pragas agrícolas (BARROS *et al.* 2021).

Neste âmbito, destaca-se que, tais animais são comumente negligenciados em estudos conservacionistas, gerando um olhar preconceituoso da população em geral, que acabam considerando-os como pragas. Sendo assim, o estudo da quiropterofauna permite o aumento do conhecimento, desmistificando e popularizando as informações sobre morcegos, evidenciando os importantes serviços ecossistêmicos que esses mamíferos desempenham de forma direta e indireta para a população.

6.2.2.2.7.1. Caracterização da Fauna Regional Baseada em Dados Secundários

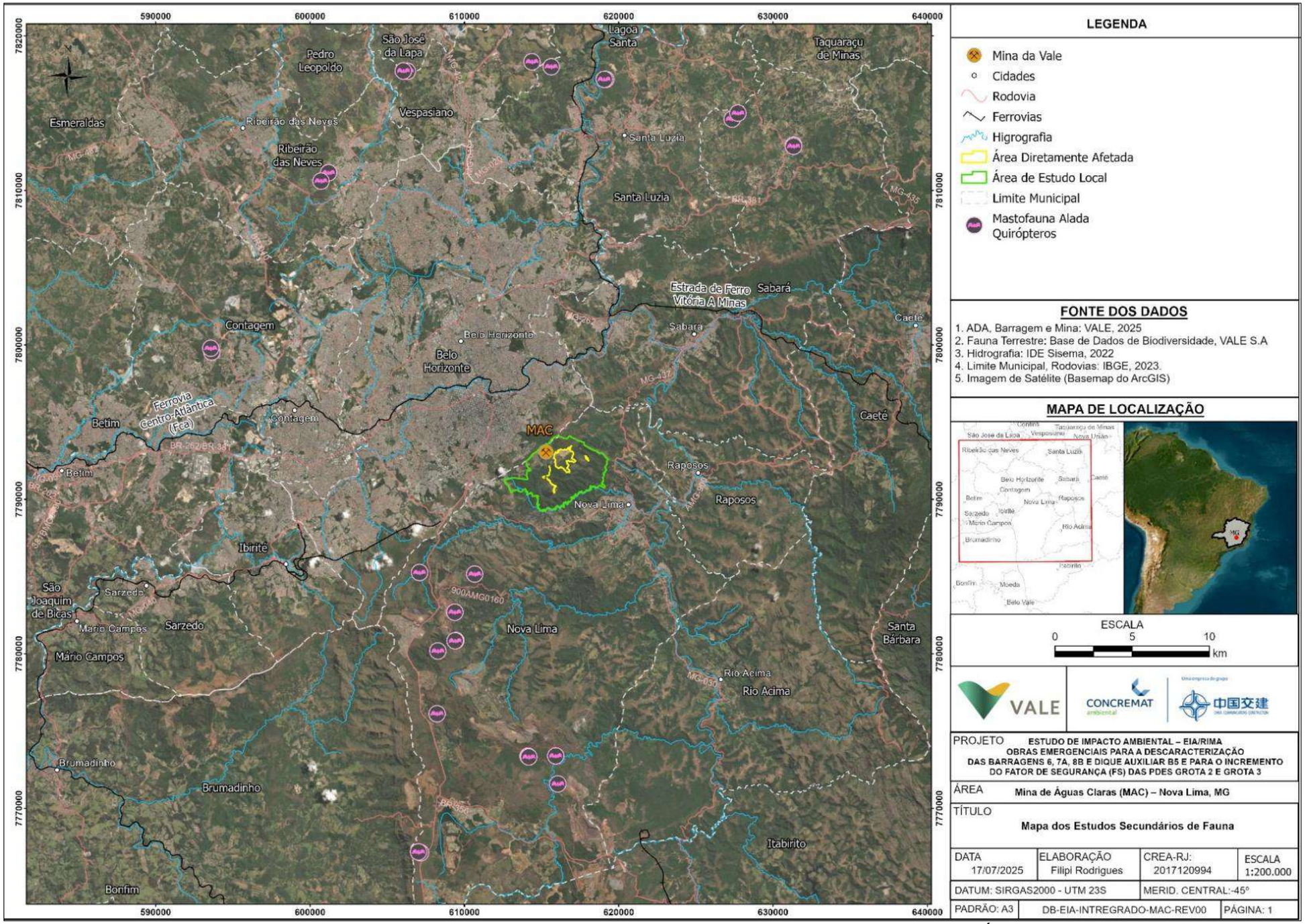
Com o objetivo de caracterizar a mastofauna alada regional e destacar as espécies indicadoras de qualidade ambiental, de valor científico,econômico, raras e ameaçadas de extinção, foram selecionados e consultados documentos técnicos contendo informações relevantes para a região,de modo a destacar o panorama da quiropterofauna no contexto regional.

De maneira geral, a fauna que ocorre na área das obras de da Mina de Águas Claras e regiões adjacentes é composta, principalmente, por espécies generalistas e de ampla distribuição, comuns em paisagens alteradas e pequenos remanescentes vegetais. Entretanto, dada a importância dos biomas dessa região, com remanescentes de vegetação nativa ainda conservados, é esperada em sua composição a ocorrência de espécies de importância ecológica, de importância conservacionista e espécies ameaçadas de extinção. Os estudos consultados são apresentados no **Quadro 6.2.2-40** e as espécies da fauna com potencial ocorrência para a região encontra-se no **Mapa 6.2.2-15.**

Quadro 6.2.2-40 - Estudos consultados com base em dados secundários para o Diagnóstico da avifauna regional.

N°	Referência Bibliográfica	Riqueza	Município	Tipo de Amostragem	Período de Amostragem
1	BDBio – Vale S.A. (2020)	13	Nova Lima	Rede de neblina	Base de dados, estudos entre maio de 2010 a julho de 2018
2	Tractebel (2024)	18	Belo Horizonte	Rede de Neblina e bioacústica	Junho e Dezem de 2023

Fonte: Concremat, 2025



Mapa 6.2.2-15 - Mapa de localização para a fonte de dados secundários dos registros de Mastofauna - Quirópteros da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.7.1.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Dentre os estudos utilizados para a consulta, o BD Biodiversidade da Vale trata de base de dados, sem descrição para processos de amostragem, triagem, captura e marcação. o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente ao Rodoanel Metropolitano de Belo Horizonte, realizado pela Tractebel (2024), foram utilizadas as metodologias de rede de neblina e bioacústica, detalhadas a seguir:

Para a rede de neblina, o esforço consistiu em 10 redes, as quais permaneceram abertas no intervalo entre 18h e 22h horas e foram vistoriadas em intervalos de 30 minutos, evitando-se que os espécimes permanecessem muito tempo presos às redes, reduzindo o estresse causado pela captura. Os indivíduos capturados foram identificados através de caracteres externos e em seguida foram realizados os procedimentos de aferição de dados biométricos, tais como comprimento do antebraço, orelha, tíbia e pé com unha, além de informações relativas ao período reprodutivo, sexo e faixa etária. De forma complementar, os espécimes capturados foram marcados por meio da aplicação de colares plásticos com anilhas numeradas. Após os procedimentos, os espécimes foram liberados no mesmo local da captura. Sendo assim, o esforço total aplicado através da rede de neblina foi te 16.800 horas m² de rede (07 estações de amostragem x 04h x 10 redes x 30m² x 2 campanhas).

No que concerne a metodologia de bioacústica, foram selecionados pontos fixos, representativos dos habitats das estações de amostragem, onde foi instalado o aparelho detector responsável por obter as gravações ao longo da noite. Utilizou-se o aparelho da linha SongMeter SM4BAT FS (WildLife Acoustics Inc.), o qual é amplamente utilizado em estudos ecológicos e inventários/monitoramentos com fins de licenciamento ambiental, capaz de cobrir toda faixa de frequência emitida pelas vocalizações das espécies de morcegos do Brasil. A partir disto, as vocalizações foram gravadas em modo full spectrum e os parâmetros e a identificação dos morcegos foram feitos manualmente por meio de software adequado. O esforço total desta metodologia foi de 168 horas (07 estações de amostragem x 12 horas x 2 campanhas).

6.2.2.2.7.1.2. Inventário dos táxons

Foram registradas 24 espécies de quirópteros distribuídos em quatro famílias: Phyllostomidae (S= 10), Vespertilionidae e Molossidae (S= 6) e Emballonuridae (S=2) (**Figura 6.2.2-18**). Este resultado é justificado, haja vista que, no Brasil, a família Phyllostomidae é composta por 93 espécies, apresentando a maior diversidade de hábitos alimentares e, consequentemente, caracterizando-se como a família mais diversa da ordem Chiroptera, conforme exposto por

Reis e colaboradores (2007; 2017). Todavia, tais espécies apresentam como característica marcante uma estrutura nasal utilizada para emissão de ultrassons, chamada de folha nasal. Além disto, destaca-se que 65,21% da comunidade de morcegos registrada com base no levantamento de dados secundários possuem hábito alimentar Insetívoro (**Quadro 6.2.2-41**), contribuindo na manutenção dos ecossistemas e na saúde pública (SÃO PAULO, 2022). Este resultado era esperado, visto que, no contexto da Mata Atlântica, os morcegos insetívoros são os mais diversos (LOLA, 2022).

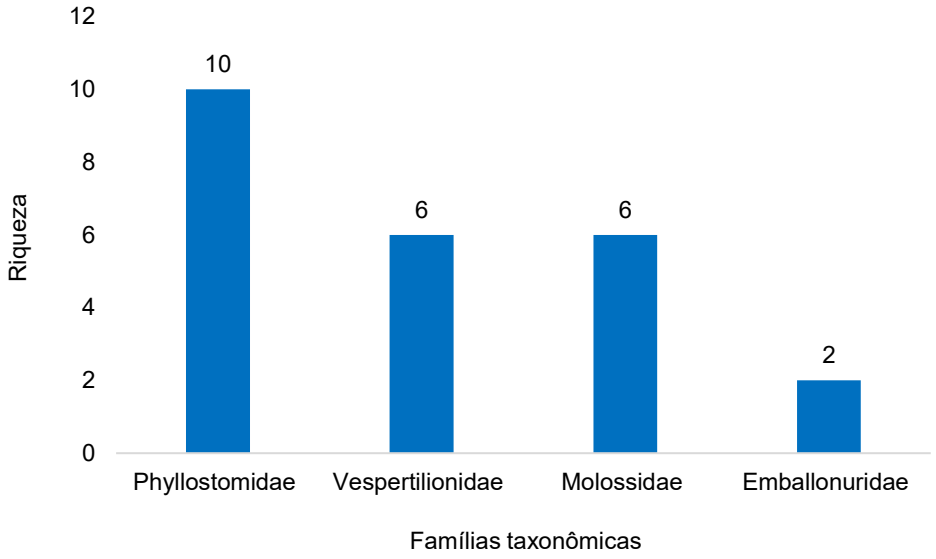


Figura 6.2.2-18 - Riqueza de quirópteros registrados através do levantamento de dados secundários para o diagnóstico de fauna.

Fonte: Concremat (2025)

6.2.2.2.7.1.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Com base nos dados secundários obtidos, não foram registradas espécies de quirópteros ameaçadas de extinção de acordo com as listas oficiais consultadas a nível internacional (IUCN, 2025), nacional (MMA, 2022) e estadual (COPAM, 2010).

6.2.2.2.7.1.4. Espécies invasoras

Não foi registrada nenhuma espécie invasora de potencial ocorrência na quiropterofauna para a região através do levantamento de dados secundários.

6.2.2.2.7.1.5. Espécies de interesse médico e de relevância epidemiológica

De maneira geral, os morcegos possuem importância médico-sanitária, visto que, algumas espécies atuam como vetores de doenças (***i.g*** raiva), podendo ocasionar prejuízos à saúde humana e de outros animais silvestres (AGUIAR *et al*., 2010; SCHNEIDER, 2009).

Sendo assim, cabe destacar a espécie *Desmodus rotundus* (morcego-vampiro), que possui hábito alimenta hematófago, sendo considerada a principal espécie vetora silvestre na dispersão do vírus da raiva. No que concerne à sua alimentação, o morcego-vampiro se alimenta, preferencialmente, do sangue de mamíferos de grande porte e, consequentemente, causa prejuízos na produção de bovinos e equinos. Apesar da baixa transmissão, a raiva também ocorre em humanos, principalmente em áreas rurais (REIS *et al*., 2007; REIS *et al.,* 2017). Além do interesse epidemiológico, ressalta ainda que, esta espécie possui potencial para uso farmacológico por apresentar substâncias anticoagulantes em sua saliva, que podem ser utilizadas no tratamento de doenças circulatórias (APITZ-CASTRO *et al*., 1995; CIPRANDI *et al*., 2003).

6.2.2.2.7.1.6. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

Nenhuma espécie de morcego de potencial ocorrência para a área de estudos e regiões adjacentes estão citadas nos apêndices da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2025).

6.2.2.2.7.1.7. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Os morcegos, de maneira geral, são considerados excelentes indicadores de qualidade ambiental, visto que, respondem diretamente as alterações ambientais impostas por ações antrópicas, ao qual influenciam direta ou indiretamente na disponibilidade de alimento. Neste sentido, a guilda trófica é um traço funcional que contribui na manutenção dos fragmentos florestais (TAVARES *et al*., 2012), tendo os morcegos um importante papel na dispersão de sementes e frutos por espécies frugívoras, na polinização por espécies nectatívoras e no controle de populações de invertebrados, tais como vetores e pragas agrícolas (SAZIMA *et al*., 1999). Neste âmbito, com exceção da espécie *Desmodus rotundus* (morcego-vamíro), todas as espécies registradas ao longo do levantamento de dados secundários apresentam importância ecológica (**Quadro 6.2.2-41**)

Quadro 6.2.2-41 - Espécies de Quirópteros indicadores de qualidade ambiental registradas com dados secundários para o diagnóstico de quirópteros regional.

Espécie	Nome comum	Importância ecológica
Anoura caudifer	morcego-beija-flor	NEC
Anoura geoffroyi	morcego-beija-flor	NEC
Artibeus lituratus	morcego-da-cara-branca	FRU
Carollia perspicillata	morcego-da-cauda-curta	FRU
Micronycteris megalotis	morcego	INS
Glossophaga soricina	morcego-beija-flor	FRU

Espécie	Nome comum	Importância ecológica
Platyrrhinus lineatus	morcego-da-linha-branca	FRU
Pygoderma bilabiatum	morcego-de-ipanema	FRU
Sturnira lilium	morcego-fruteiro	FRU
Eptesicus brasiliensis	morcego-marrom	INS
Histiotus velatus	morcego-orelhudo	INS
Myotis nigricans	morcego	INS
Myotis riparius	morcego	INS
Eptesicus furinalis	morcego-marrom	INS
Lasiurus blossevilli	morcego-vermelho	INS
Peropteryx macrotis	morcego	INS
Peropteryx trinitatis	morcego	INS
Molossus molossus	morcego-de-cauda-livre	INS
Molossus currentium	morcego	INS
Cynomops sp.	morcego	INS
Promops centralis	morcego	INS
Promops nasutus	morcego	INS
Nyctinomops sp.	morcego-de-cauda-livre	INS

Legenda: Importância ecológica: FRU - Frugívoro; INS - Insetívoro; NEC – Nectarívoro.

Fonte: Concremat, 2025

6.2.2.2.7.1.8. Descritores ecológicos da comunidade (esforço e eficiência amostral, riqueza e abundância das espécies, e demais análises estatísticas pertinentes, por fitofisionomia e grupo inventariado, contemplando a sazonalidade em cada área amostrada)

Os dados secundários obtidos através de banco de dados e documentos técnicos acumulam amostras entre os anos de 2010 e 2023, sem detalhamento completo do esforço amostral. Com isso, as amostragens entre todos os estudos não são comparáveis para cálculos de abundância, diversidade, equitabilidade e eficiência amostral devido as divergentes fitofisionomias das áreas amostrais, períodos sazonais não definidos e diferentes metodologias praticadas. Devido a essas limitações metodológicas, somente o descritor Riqueza (n) de espécies foi apresentado e discutido no tópico **6.2.2.2.7.1.2 - Inventário dos táxons**.

6.2.2.2.7.2. Caracterização da fauna local da área de estudo baseada em dados primários

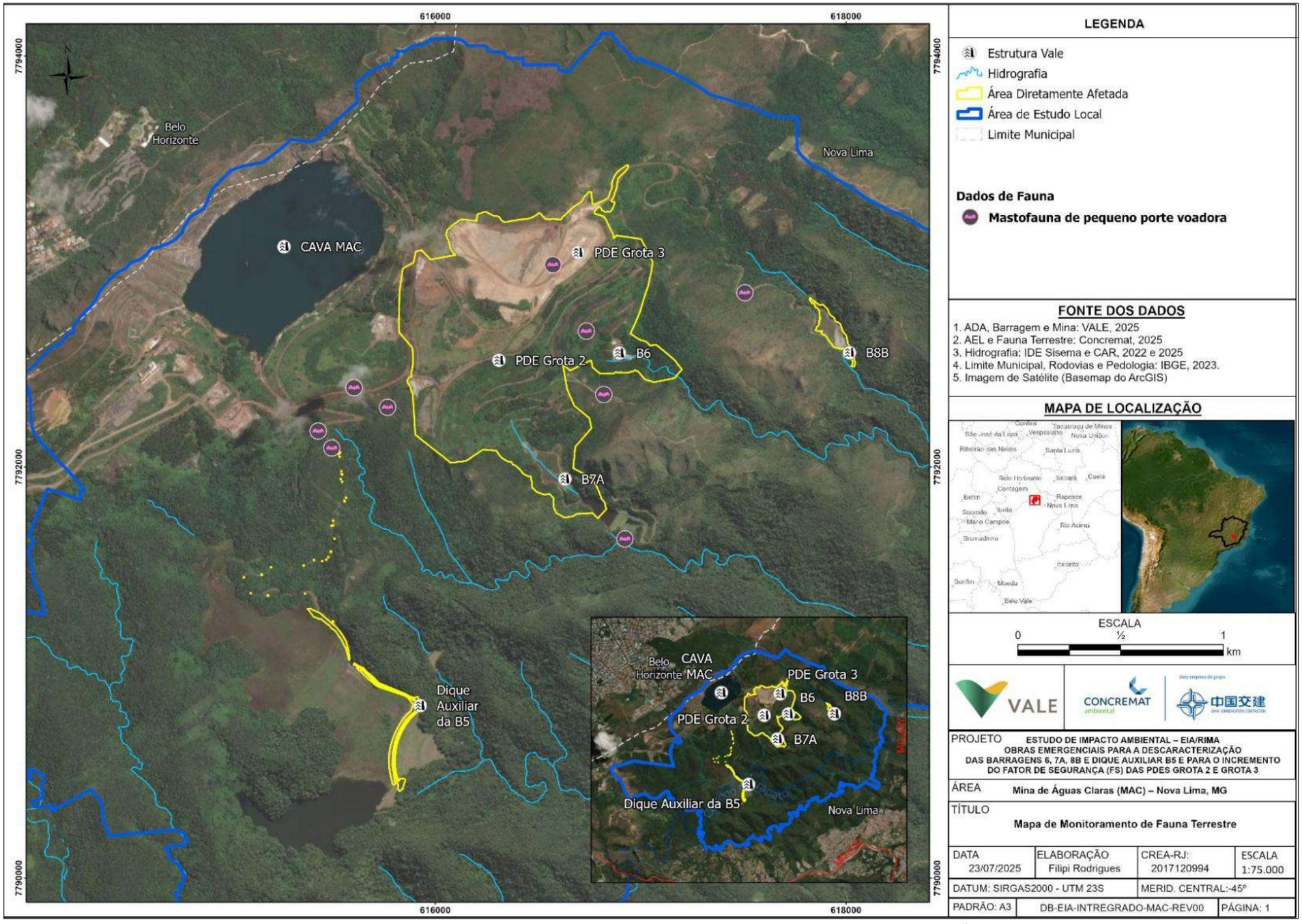
Os dados utilizados na presente caracterização foram coletados pela Bioma, empresa de consultoria ambiental responsável pela coleta das informações entre o período de julho, outubro e novembro de 2024. Sendo organizadas como Campanha 1 (Seca) realizada em julho de 2024 e Campanha 2 (Chuvosa) realizada em outubro e novembro de 2024 na Área de Estudo Local (AEL) do empreendimento. Por ser um estudo recente, com campanhas com certo grau de periodicidade, considera-se que o compilado dos dados foi suficiente para amostrar uma parcela representativa da composição da comunidade de mamíferos alados (**Quadro 6.2.2-42, Mapa 6.2.2-16**). O levantamento foi realizado com a utilização do método de rede de neblina.

Para obtenção dos dados primários utilizados neste estudo, foram realizadas duas campanhas de levantamento, cujos períodos são apresentados (**Quadro 6.2.2-42**).

Quadro 6.2.2-42 - Periodicidade das campanhas do Diagnóstico de Quirópteros.

Campanha	Período	Sazonalidade
Mamíferos alados		
Campanha 1	9 a 11, 16, 17, 22 e 24 de julho de 2024	Seca
Campanha 2	29 de outubro e 6 de novembro de 2024	Chuvosa

Fonte: Bioma (2024).



Mapa 6.2.2-16 - Mapa de localização dos registros da Mastofauna - Quirópteros na área de estudo local (AEL). Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.7.2.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Para amostragem de mamíferos alados foi utilizado o método de rede de neblina em pontos amostrais da área de estudo. Os indivíduos capturados foram identificados, avaliados a biometria e características biológicas, fotografados e posteriormente soltos. Devido ao hábito de vida dos indivíduos da mastofauna alada, o método de rede de neblina foi utilizado por causa do seu baixo custo, fácil manipulação e alta efetividade para capturar aves e morcegos (KUNZ & KURTA, 1998). No entanto, como qualquer método interventivo, estes podem gerar impactos e acidentes a fauna (MELLADO *et al.,* 2022).

6.2.2.2.7.2.2. **Inventário** *dos táxons*

Durante o diagnóstico ambiental, foram registradas oito espécies da família Phyllostomidae. É comum esta família ser mais representada nos diagnósticos ambientais, na maioria destes, os espécimes dessa família representam 90% das capturas obtidas a partir da rede de neblina (BERNARD, 2001). Sua predominância é esperada devido à grande riqueza de espécies desta família e, em geral, à seletividade da metodologia utilizada. O uso de redes no sub-bosque privilegia a captura de espécies com voo baixo, o que reduz a detecção das demais espécies, como é o caso dos filostomídeos frugívoros (REIS *et al.,* 2007).

6.2.2.2.7.2.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Nenhuma das espécies registradas para a Área de Estudo Localfoi listada em categorias de ameaça a nível estadual (COPAM, 2010), a nível nacional (MMA, 2022) ou a nível internacional (IUCN, 2024). Assim como não houve registro de espécies endêmicas.

6.2.2.2.7.2.4. Espécies migratórias

Não foram registradas espécies migratórias para a Área de Estudo Local.

6.2.2.2.7.2.5. Espécies invasoras

Ao longo do diagnóstico ambiental não foram registradas espécies de quirópteros invasores.

6.2.2.2.7.2.6. Espécies de interesse médico e relevância epidemiológica

Os quirópteros possuem importância médico-sanitária, pois algumas espécies são transmissoras de doenças, como a raiva (SCHNEIDER, 2009; AGUIAR *et al.*, 2010). A espécie *Desmodus rotundus* (morcego-vampiro) é hematófago e considerada o principal vetor silvestre na dispersão do vírus da raiva, se alimenta preferencialmente do sangue de mamíferos de grande porte e, consequentemente, causa prejuízo na produção de bovinos e equinos (MMA, 2022). Apesar da baixa transmissão de raiva, a raiva também ocorre em humanos,

principalmente em áreas rurais (REIS *et al.*, 2007). Além do interesse epidemiológico com relação a esta espécie, há interesse médico também, já que a saliva dos espécimes deste táxon apresenta potencial uso farmacológico, devido aos componentes apresentarem substâncias anticoagulantes, possibilitando a sua utilização para tratamentos de doenças circulatórias (APITZ-CASTRO *et al*., 1995; CIPRANDI *et al.*, 2003). Outras zoonoses que têm morcegos como reservatório são a Doença de Chagas e Hantavírus, além de fungos causadores de meningites ou Histoplasmose que colonizam, respectivamente, seus abrigos ou suas fezes (guanu) (MMA, 2022).

6.2.2.2.7.2.7. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

No contexto local, foram registradas espécies cinegéticas ou de interesse comercial.

6.2.2.2.7.2.8. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Do total de morcegos registrados no diagnóstico ambiental, foram registradas quatro espécies dispersoras de sementes e três espécies polinizadoras. A dispersão de sementes e a polinização são os principais serviços ecológicos desempenhados pelos morcegos, demonstrando sua relação e importância muito próxima às espécies vegetais, principalmente as angiospermas (BARROS *et al*., 2021).

6.2.2.2.7.2.9. Descritoras ecológicos da comunidade

Eficiência e Suficiência amostral

Foram realizadas duas campanhas, de julho a novembro de 2024. Cada campanha contou com no mínimo dois dias de amostragem. Para o registro de espécies em campo, foram realizadas capturas a partir da utilização de rede de neblina. A primeira campanha (julho) foi realizada no período seco e a segunda campanha (outubro e novembro) no período chuvoso.

Ao observar a eficiência amostral dos registros de quirópteros, pode-se observar que ainda há um número de espécies não detectadas para a área de estudo, tendo em vista a curva de acumulação estimada de espécies não apresentar ascensão e um platô (**Figura 6.2.2-19)**. Apesar da utilização de métodos interventivos, pode ser necessário amostragens com um maior tempo de duração para registro de novas espécies.

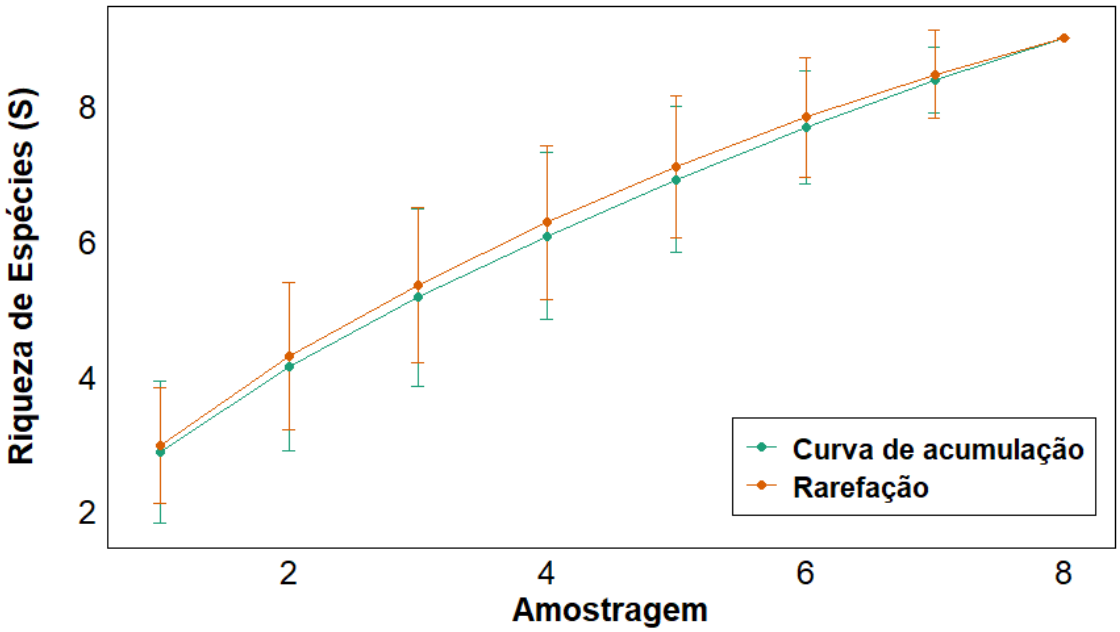


Figura 6.2.2-19 - Curva de acumulação de espécies e rarefação para a quirópteros durante as duas campanhas de Diagnóstico.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Abundância, Riqueza, Diversidade e Equitabilidade das Espécies

Considerando o conjunto total dos dados levantados, foi registrada uma riqueza de oito espécies e 27 indivíduos ao longo das duas campanhas de diagnóstico para a Área de Estudo Local. A espécie *Carollia perspicillata* (morcego-de-cauda-curta-comum) foi a mais abundante, essa espécie é, principalmente, frugívora, no entanto pode se alimentar de uma grande variedade de néctar e insetos. Ao sair para forragear, os espécimes ingerem no mínimo a sua própria massa corporal em frutos, o que os torna importantes dispersores de sementes (MOURA *et al.,* 2023). Além do mais, essa espécie pode ser um importante polinizador de vários tipos de plantas e tem um bom potencial como indicador de florestas perturbadas (WILSON *et al.,* 1997).

Quadro 6.2.2-43 - Abundância absoluta e relativa das espécies de quirópteros registradas nas duas campanhas de diagnóstico para a Área de Estudo Local da Mina de Águas Claras, Nova Lima/MG.

Táxon	Abundância absoluta	Abundância relativa
Anoura caudifer	1	3,70
Anoura geoffroyi	3	11,11
Artibeus fimbriatus	1	3,70
Carollia perspicillata	14	51,85

Táxon	Abundância absoluta	Abundância relativa
Desmodus rotundus	3	11,11
Glossophaga soricina	2	7,41
Platyrrhinus lineatus	1	3,70
Sturnira lilium	2	7,41

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

A comunidade de morcegos apresentou uma baixa riqueza, o que pode ser explicado pela dificuldade estrutural para amostragem desses organismos. A diversidade (H = 1,581) indica uma comunidade com diversidade moderada, onde uma ou algumas espécies tendem a ser mais abundantes. A dominância (D = 0,691) reforça essa tendência, apontando para dominância moderada na composição da comunidade. Ainda assim, a equitabilidade (J = 0,760) sugere que a maioria das espécies contribui de forma relativamente equilibrada para a comunidade, sem uma exclusão significativa.

Quadro 6.2.2-44 - Parâmetros de diversidade estimados para as espécies de mamíferos alados registradas para a Área de Estudo Local da Mina de Águas Claras, Nova Lima/MG.

Parâmetros	Mamíferos Alados
Riqueza (S)	8
Equitabilidade (J)	0,760
Dominância (D)	0,691
Diversidade (H)	1,581

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.7.3. Considerações Finais

Para os quirópteros, foram registradas 13 espécies no contexto regional e oito espécies para o contexto local. No geral, as espécies registradas apresentam baixa sensibilidade em relação ao caráter conservacionista e comercial. O padrão de espécies demonstrado no diagnóstico é compatível com comunidades de morcegos em ambientes mais simplificados, onde espécies frugívoras generalistas, como *Carollia perspicillata* (morcego-de-cauda-curta-comum) tendem a dominar devido à maior tolerância a distúrbios e presença de recursos previsíveis. A baixa riqueza também pode ser associada a restrições na amostragem noturna.

Contudo, destaca-se a presença da espécie *Desmodus rotundus* (morcego-vampiro) para a região e para o local das obras. Essa espécie apresenta grande interesse epidemiológico,

uma vez que é o principal vetor silvestre de transmissão do vírus da raiva, devido à sua dieta hematófaga.

As espécies registradas apresentam grande importância ecológica, como dispersores de sementes e polinização. Apesar das espécies levantadas não estarem registradas em listas de espécies ameaçadas (COPAM, 2010; MMA, 2022; IUCN, 2024), é importante destacar que os morcegos podem ser indicadores de perturbações ambientais, e dessa forma, são potencialmente afetados com relação a intervenções em suas áreas de vida ou em seu entorno (GRUENER *et al.,* 2013; MULLER & REIS, 1992).

6.2.2.2.8. Entomofauna

6.2.2.2.8.1. Caracterização da Fauna Regional Baseada em Dados Secundários

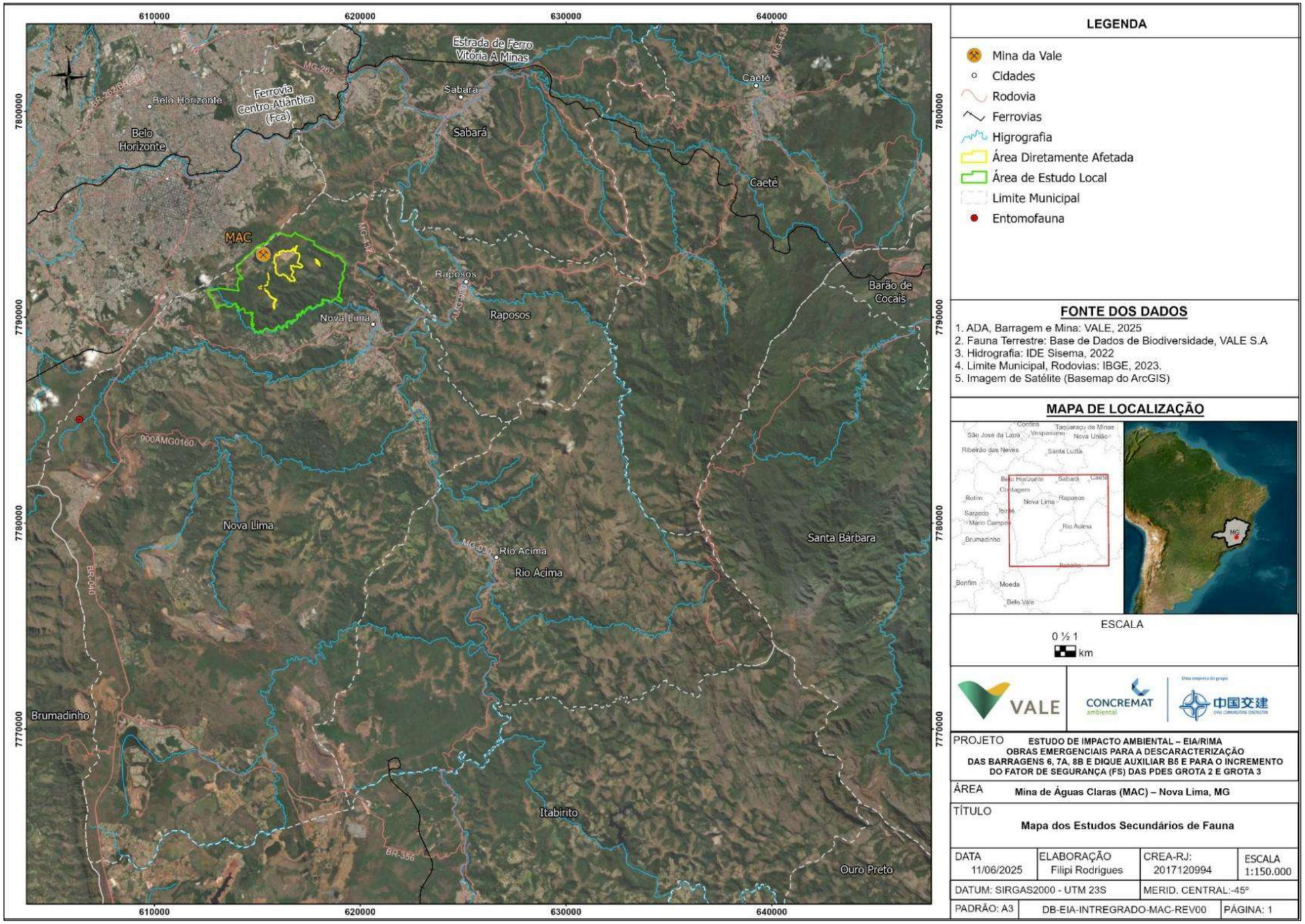
6.2.2.2.8.1.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Para caracterização da fauna regional da área de estudo das obras emergenciais na Mina de Águas Claras foram utilizados dados secundários obtidos na Base de Dados de Biodiversidade – BDBio (VALE S.A., 2020), abrangendo o período de 2010 a 2020 para os vertebrados e invertebrados, utilizando como filtro o município de Nova Lima/ MG, no qual se situa a área de estudo. Adicionalmente, foram incluídos dados oriundos de Relatórios técnico-científicos e Artigos Científicos com ênfase no levantamento da entomofauna (dípteros vetores e lepidópteros) (**Quadro 6.2.2-45**, **Mapa 6.2.2-17**).

Quadro 6.2.2-45 - Estudos consultados para o diagnóstico de fauna.

Grupo	Riqueza	Local	Referência
Entomofauna	133 espécies	Município Nova Lima	Vale S.A., 2020
	77 espécies	Munícipio de Belo Horizonte	Soares *et al*., 2012
	12 espécies	Parque Estadual da Serra do Rola-Moça e Estação Ecológica de Fechos, Município de Belo Horizonte	Pinheiro *et al*., 2019

Fonte: Concremat, 2025.



Mapa 6.2.2-17 - Mapa de localização para a fonte de dados secundários dos registros da Entomofauna da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG

Os resultados obtidos foram apresentados em listas de espécies por grupo-alvo de acordo com o arranjo taxonômico e filogenético propostos por RAFAEL *et al*. (2023) e YOUNG & DUNCAN (1994); ordem Lepidoptera seguiu WARREN *et al.* (2023).

Os graus de ameaça das espécies foram consultados em listas oficiais de diferentes níveis. Em nível global foi consultada a listagem de espécies ameaçadas no livro vermelho da *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2024). Para a listagem de espécies ameaçadas em âmbito nacional foi consultada a listagem elaborada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade instrumentalizado na portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022). E em nível local foi consultada a lista de espécies da fauna ameaçadas no estado de Minas Gerais, constante na Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010 (COPAM, 2010). Espécies ameaçadas e sujeitas ao interesse comercial foram consultadas nos apêndices do *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2024).

6.2.2.2.8.1.2. Inventário dos Táxons

Para o diagnóstico da entomofauna, foram compilados dados secundários das ordens Lepidoptera e Díptera-vetores. A riqueza adquirida possibilitou o registro de 215 espécies, sendo 183 lepidópteros, distribuídos em seis famílias e 32 dípteros, incluídos em duas famílias.

Para a ordem Lepidoptera, a família de borboletas mais representativa foi Nymphalidae (103 spp.), seguida por Hesperiidaede (27 spp.) e Pieridae (21 spp). A família Nymphalidae correspondeu a mais da metade da riqueza total (**Figura 6.2.2-20**). Resultado esperado, uma vez que essa família engloba aproximadamente 6.000 espécies, entre as quais a maioria das espécies de borboletas mais conhecidas, coloridas e fáceis de serem amostradas (ZACCA *et al*., 2018).

Com relação aos dípteros, a família Culicidae foi a mais representativa (27 spp.) (**Figura 6.2.2-20**). Essa família engloba insetos popularmente conhecidos como pernilongos, muriçocas ou carapanãs distribuídos em mais de 3.600 espécies (HARBACH & KITCHING, 2007). São espécies que atraem grande interesse ecológico e taxonômico devido a sua importância econômica e médica, pois são vetores transmissores de doenças e possuem alta capacidade de adaptação a ambientes antropizados (GUEDES, 2012).

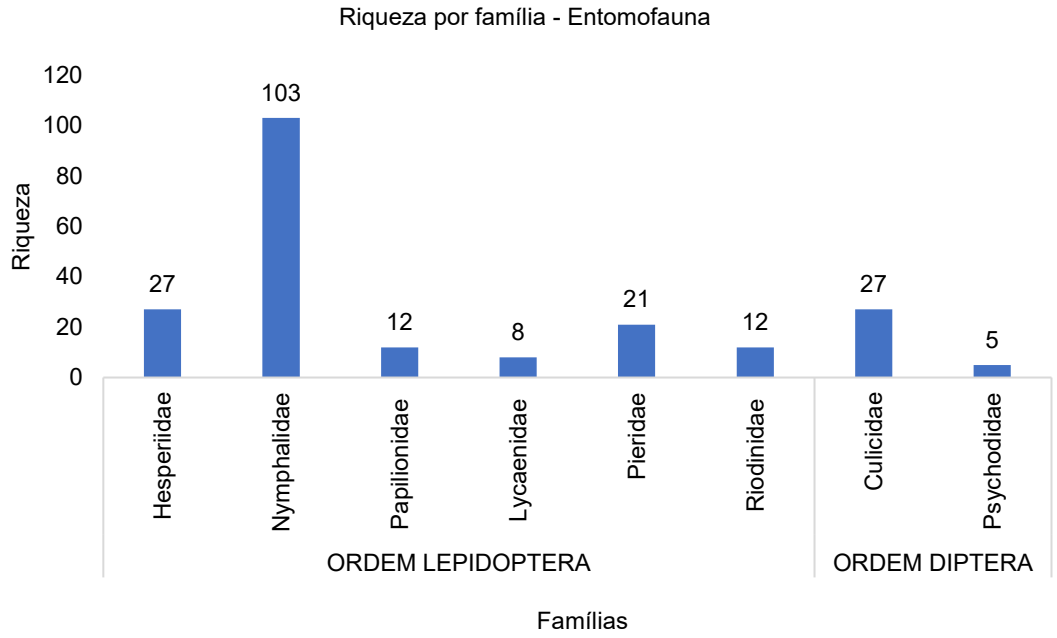


Figura 6.2.2-20 - Riqueza das famílias da entomofauna (Lepidoptera e Díptera-vetores) registradas através do levantamento de dados secundários para o Diagnóstico de Fauna.
Fonte: Concremat Ambiental, 2024.

6.2.2.2.8.1.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Com base nos dados obtidos, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listas oficiais consultadas a nível internacional (IUCN, 2023), nacional (MMA, 2022) e estadual (COPAM, 2010).

6.2.2.2.8.1.4. Espécies migratórias

No estudo em tela, foram registradas duas espécies de borboletas monarca migratórias, *Danaus erippus* e *Danaus* sp. Embora, não seja tão conhecido quanto o fenômeno migratório da monarca do leste da América do Norte, observou-se que essas espécies se movem de maneira consistente na primavera e outono, voando para o sul no outono em direção a latitudes mais frias para o inverno (EDGAR *et al*., 1976).

Apesar da capacidade desses insetos de manter uma direção constante durante o dia, os mecanismos fisiológicos subjacentes a essa habilidade permanecem insuficientemente compreendidos. Uma hipótese sustentada é que as borboletas migratórias tropicais empregam uma bússola solar compensada pelo tempo para orientar suas migrações, contudo, testes experimentais para avaliar essa hipótese têm sido escassos (HEINZE *et al*., 2016).

6.2.2.2.8.1.5. Espécies invasoras

Não foram registradas espécies invasoras.

6.2.2.2.8.1.6. Espécies de interesse médico e epidemiológico

Do ponto de vista epidemiológico, espécies da ordem Diptera são vetores de diversas doenças ao ser humano como a dengue, chicungunha, malária, febre amarela e leishmaniose (**Quadro 6.2.2-46**).

Representantes da família Culicidae são responsáveis pelo desenvolvimento de patologias, sendo vetores de doenças como a dengue, malária e febre amarela, que afetam tanto a população humana quanto a fauna silvestre (ARAÚJO *et al*, 2011).

Os mosquitos-palha, da família Psychodidae, são vetores de patógenos como a leishmaniose tegumentar e visceral. Esses insetos são afetados por impactos ambientais provenientes de atividades humanas, apresentando altas densidades em ambientes com intervenções antrópicas (BARROS *et al.,* 1985). Apresentam variação na composição de suas comunidades em hábitats com diferentes níveis de distúrbios, sendo a maior diversidade do grupo encontrada em áreas de florestas, devido a maior disponibilidade de locais de repouso e presença de sítios reprodutivos (PINTO *et al.,* 2008).

Quadro 6.2.2-46 - Espécies da ordem Diptera de relevância epidemiológica registradas com dados secundários para o Diagnóstico de Fauna.

ESPÉCIE	NOME POPULAR
Aedeomyia squamipennis	pernilongo
Aedes albopictus	mosquito-tigre-asiático
Aedes scapularis	mosquito
Aedes serratus	mosquito
Aedes terrens	pernilongo
Anopheles benarrochi	mosquito
Anopheles benarrochi	pernilongo
Anopheles darlingi	pernilongo
Anopheles evansae	mosquito
Anopheles oswaldoi	pernilongo
Anopheles rangeli	pernilongo
Anopheles triannulatus	pernilongo
Brumptomyia troglodytes	mosquito-palha
Haemagogus capricornii	mosquito
Haemagogus capricornii	pernilongo
Haemagogus janthinomys	pernilongo
Haemagogus leucocelaenus	mosquito

ESPÉCIE	NOME POPULAR
Haemagogus leucocelaenus	pernilongo
Lutzomyia dendrophyla	mosquito-palha
Lutzomyia longipalpis	mosquito-palha
Lutzomyia Nyssomyia whitmani	mosquito-palha
Lutzomyia Psychodopigus ayrozai	mosquito-palha
Psorophora ferox	mosquito
Psorophora ferox	pernilongo
Sabethes albiprivus	pernilongo
Sabethes petrocchiae	pernilongo
Sabethes purpureus	pernilongo

Fonte: Concremat, 2025.

6.2.2.2.8.1.7. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

Não foram registradas espécies cinegéticas e de interesse comercial.

6.2.2.2.8.1.8. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Os insetos têm se destacado como potenciais organismos bioindicadores devido a capacidade de perceberem alterações do meio ambiente, principalmente por seu apurado sistema sensorial (GARDNER *et al*., 2008).

As borboletas da ordem Lepidoptera são consideradas excelentes bioindicadores por estarem intimamente relacionadas aos serviços ecossistêmicos de polinização, desfolhamento e decomposição, sendo importantes na manutenção da flora (GONDECK, 2017). Além disso, respondem rapidamente a qualquer mudança que possa ocorrer no ambiente (HILL, 1999). O desmatamento tem sido um dos fatores que afetam a riqueza, a abundância e a uniformidade da fauna de lepidópteros em florestas tropicais (SPITZER *et al*., 1997).

No quadro abaixo são apresentadas as espécies de Lepidoptera com importância ecológica registradas no estudo em tela (**Quadro 6.2.2-47**).

Quadro 6.2.2-47 - Espécies da ordem Lepidoptera indicadoras de qualidade ambiental registradas com dados secundários para o Diagnóstico de Fauna.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	IMPORTÂNCIA ECOLOGICA
Actinote	borboleta	POL, BIO
Adelpha calliphane	borboleta	POL, BIO
Adelpha lycorias	borboleta	POL, BIO
Adelpha pleasure	borboleta	POL, BIO
Adelpha serpa	borboleta	POL, BIO
Adelpha syma	borboleta	POL, BIO

ESPÉCIE	NOME POPULAR	IMPORTÂNCIA ECOLOGICA
Adelpha thoasa gerona	borboleta	POL, BIO
Aeria olena	borboleta	POL, BIO
Aeria olena olena	borboleta	POL, BIO
Agraulis vanillae maculosa	borboleta	POL, BIO
Anartia amathea	borboleta	POL, BIO
Anartia amathea roeselia	borboleta	POL, BIO
Archaeoprepona amphimachus	borboleta	POL, BIO
Archaeoprepona chalciope	borboleta	POL, BIO
Archaeoprepona demophon	borboleta	POL, BIO
Archonias brassolis	borboleta	POL, BIO
Archonias brassolis tereas	borboleta	POL, BIO
Autochton neis	borboleta	POL, BIO
Biblis hyperia	borboleta	POL, BIO
Blepolenis batea	borboleta	POL, BIO
Burnsius orcus	borboleta	POL, BIO
Caligo arisbe	borboleta	POL, BIO
Callicore astarte	borboleta	POL, BIO
Callicore astarte selima	borboleta	POL, BIO
Callicore sorana	borboleta	POL, BIO
Carminda paeon	borboleta	POL, BIO
Cecropterus zarex	borboleta	POL, BIO
Charis cadytis	borboleta	POL, BIO
Cissia phronius	borboleta	POL, BIO
Colobura dirce	borboleta	POL, BIO
Cybdelis phaesyla	borboleta	POL, BIO
Danaus erippus	borboleta	POL, BIO
Danaus gilippus gilippus	borboleta	POL, BIO
Dasyophthalma rusina	borboleta	POL, BIO
Diaethria candrena	borboleta	POL, BIO
Dismorphia astyocha	borboleta	POL, BIO
Dismorphia thermesia	borboleta	POL, BIO
Dryas iulia	borboleta	POL, BIO
Elkalyce cogina	borboleta	POL, BIO
Eresia lansdorfi	borboleta	POL, BIO
Eryphanis reevesii	borboleta	POL, BIO
Eueides aliphera	borboleta	POL, BIO
Eunica eburnea	borboleta	POL, BIO
Eurema agave	borboleta	POL, BIO
Eurema albula	borboleta	POL, BIO
Eurema elathea	borboleta	POL, BIO
Eurema phiale	borboleta	POL, BIO
Eurytides dolicaon deicoon	borboleta	POL, BIO
Euselasia thucydides	borboleta	POL, BIO
Fountainea ryphea	borboleta	POL, BIO
Fountainea ryphea phidile	borboleta	POL, BIO
Godartiana muscosa	borboleta	POL, BIO
Gorgythion begga begga	borboleta	POL, BIO
Hamadryas amphinome	borboleta	POL, BIO
Hamadryas februa	borboleta	POL, BIO

ESPÉCIE	NOME POPULAR	IMPORTÂNCIA ECOLOGICA
Heliconius besckei	borboleta	POL, BIO
Heliconius erato	borboleta	POL, BIO
Heliconius erato phyllis	borboleta	POL, BIO
Heliconius ethilla narcaea	borboleta	POL, BIO
Heliopetes arsalte	borboleta	POL, BIO
Heliopetes omrina	borboleta	POL, BIO
Hemiargus hanno	borboleta	POL, BIO
Heraclides hectorides	borboleta	POL, BIO
Heraclides thoas brasiliensis	borboleta	POL, BIO
Hermeuptychia hermes	borboleta	POL, BIO
Hesperocharis anguitia	borboleta	POL, BIO
Hypoleria adasa	borboleta	POL, BIO
Hypothyris ninonia daeta	borboleta	POL, BIO
Ithomia agnosia agnosia	borboleta	POL, BIO
Leptotes cassius	borboleta	POL, BIO
Leucidia elvina	borboleta	POL, BIO
Lychnuchus celsus	borboleta	POL, BIO
Lycorea halia	borboleta	POL, BIO
Mechanitis polymnia casabranca	borboleta	POL, BIO
Melete lycimnia	borboleta	POL, BIO
Melete lycimnia paulista	borboleta	POL, BIO
Memphis appias	borboleta	POL, BIO
Memphis moruus	borboleta	POL, BIO
Memphis otrere	borboleta	POL, BIO
Mesosemia odice	borboleta	POL, BIO
Mimoides lysithous	borboleta	POL, BIO
Mimoides lysithous lysithous	borboleta	POL, BIO
Mimoniades versicolor	borboleta	POL, BIO
Morpho helenor	borboleta	POL, BIO
Morpho helenor achillides	borboleta	POL, BIO
Morpho menelaus	borboleta	POL, BIO
Opoptera syme	borboleta	POL, BIO
Opsiphanes invirae	borboleta	POL, BIO
Ortilia ithra	borboleta	POL, BIO
Pareuptychia ocirrhoe	borboleta	POL, BIO
Pareuptychia summandosa	borboleta	POL, BIO
Parides anchises	borboleta	POL, BIO
Parides bunichus	borboleta	POL, BIO
Parides bunichus diodorus	borboleta	POL, BIO
Parides proneus	borboleta	POL, BIO
Paryphthimoides	borboleta	POL, BIO
Pereute swainsoni	borboleta	POL, BIO
Pharneuptychia innocentia	borboleta	POL, BIO
Phoebis argante	borboleta	POL, BIO
Phoebis philea philea	borboleta	POL, BIO
Phoebis sennae	borboleta	POL, BIO
Phoebis trite	borboleta	POL, BIO
Phoebis trite banksi	borboleta	POL, BIO
Pierella nereis	borboleta	POL, BIO

ESPÉCIE	NOME POPULAR	IMPORTÂNCIA ECOLOGICA
Placidina euryanassa	borboleta	POL, BIO
Protesilaus glaucolaus	borboleta	POL, BIO
Pseudoscada erruca	borboleta	POL, BIO
Pyrgus oileus	borboleta	POL, BIO
Pyrisitia dina	borboleta	POL, BIO
Pyrisitia nise	borboleta	POL, BIO
Pyrisitia nise tenella	borboleta	POL, BIO
Pythonides lancea	borboleta	POL, BIO
Riodina lycisca	borboleta	POL, BIO
Siproeta stelenes	borboleta	POL, BIO
Stalachtis phlegia	borboleta	POL, BIO
Stalachtis phlegia susanna	borboleta	POL, BIO
Synargis victrix	borboleta	POL, BIO
Taygetis acuta	borboleta	POL, BIO
Taygetis laches	borboleta	POL, BIO
Tegosa claudina	borboleta	POL, BIO
Telegonus fulgerator	borboleta	POL, BIO
Telenassa teletusa	borboleta	POL, BIO
Telenassa teletusa teletusa	borboleta	POL, BIO
Temenis laothoe meridionalis	borboleta	POL, BIO
Theagenes dichrous	borboleta	POL, BIO
Thecla	borboleta	POL, BIO
Troyus diversa	borboleta	POL, BIO
Troyus marcus	borboleta	POL, BIO
Vanessa myrinna	borboleta	POL, BIO
Yphthimoides affinis	borboleta	POL, BIO
Yphthimoides angularis	borboleta	POL, BIO
Yphthimoides manasses	borboleta	POL, BIO
Zariaspes mys	borboleta	POL, BIO

Legenda: POL – Polinizadoras; BIO – Bioindicadoras.

Fonte: Concremat, 2025.

6.2.2.2.8.1.9. Descritores ecológicos da comunidade (esforço e eficiência amostral, riqueza e abundância das espécies, e demais análises estatísticas pertinentes, por fitofisionomia e grupo inventariado, contemplando a sazonalidade em cada área amostrada)

Os dados secundários levantados em banco de dados e artigos científicos acumulam amostras entre os anos 2010 e 2020, sem detalhamento completo de esforço amostral. Com isso, as amostragens entre todos os estudos não são comparáveis para cálculos de abundância, diversidade, equitabilidade e eficiência amostral devido as diferentes fitofisionomias das áreas amostrais, períodos sazonais não definidos e diferentes metodologias praticadas. Devido a essas limitações metodológicas e de informações,

somente o descritor ecológico Riqueza (S) de espécies foi apresentado e discutido no tópico **6.2.2.2.8.1.2 - Inventário dos táxons.**

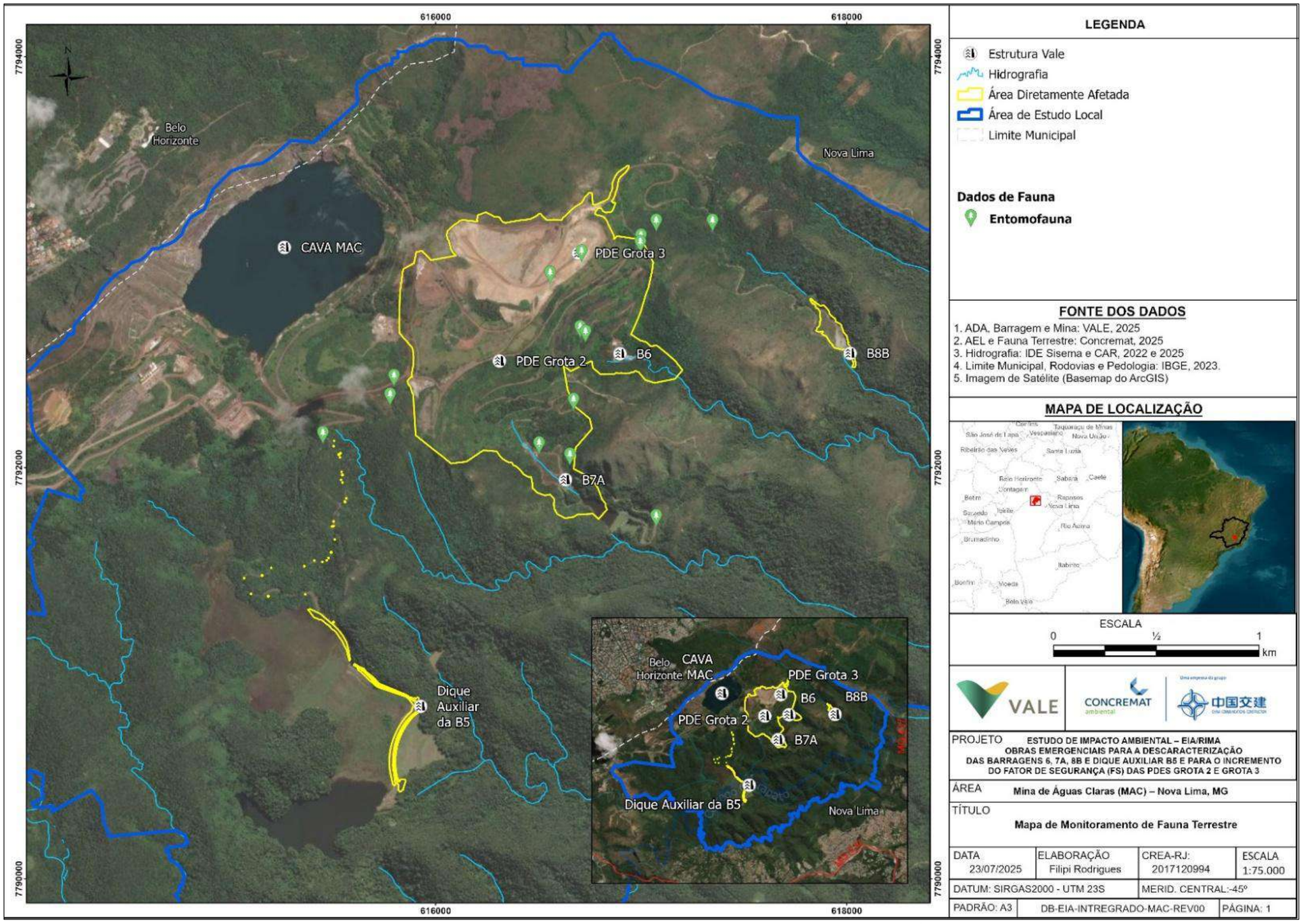
6.2.2.2.8.2. Caracterização da fauna local da área de estudo baseada em dados primários

Para o diagnóstico local da entomofauna para as obras emergenciais as obras de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 (**Mapa 6.2.2-18**), a Bioma, empresa de consultoria ambiental responsável pela coleta das informações, utilizou para as amostragens de campo diferentes métodos, em duas campanhas de campo, sendo uma campanha realizada na estação seca (Campanha 1= julho/2024) e uma campanha na estação chuvosa (Campanha 2= outubro/2024) (**Quadro 6.2.2-48**).

Quadro 6.2.2-48 - Periodicidade das campanhas para o Diagnóstico da entomofauna regional.

Campanha	Período	Sazonalidade
Campanha 1	17 a 29 de julho de 2024	Seca
Campanha 2	22 a 25 de outubro de 2024	Chuva

Fonte: Bioma, 2024.



Mapa 6.2.2-18 - Mapa de localização dos registros da Entomofauna na área de estudo local (AEL). Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

6.2.2.2.8.2.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

O estudo para levantamento da entomofauna na Mina de Águas Claras, que tem como grupos focais as abelhas, borboletas e entomofauna vetora, utilizou como metodologias para levantamento dos dados primários, as técnicas descritas a seguir.

Abelhas (ordem Hymenoptera)

Para as abelhas foram utilizadas as formas de coletas ativas e passivas. Na busca ativa, foi utilizada uma rede entomológica (puçá) e foram realizadas varreduras através de deslocamentos aleatórios de caminhadas lentas entre 8h e 16h30 (período de maior atividade das abelhas). As abelhas encontradas nas flores, no entorno das matas ou em áreas em seu interior que permitirem a captura, foram coletadas. Também foram coletados os espécimes encontrados em outras atividades, como, por exemplo, voo, cópula ou em descanso, segundo os procedimentos gerais sugeridos por SAKAGAMI *et al*. (1967).

Também foram utilizadas metodologias passivas de amostragem, com a utilização de armadilhas aromáticas, com o objetivo de atrair e aprisionar as abelhas. As armadilhas foram construídas de forma artesanal, utilizando garrafas do tipo “PET” como matéria-prima, seguindo modelo proposto por Campos *et al.* (1989). Cada uma possui quatro aberturas em forma de funil invertido em sua região mediana. A estruturação tridimensional favorece a entrada e dificulta a saída das abelhas. As armadilhas foram iscadas com eugenol, eucaliptol e vanilina. As armadilhas foram instaladas a partir de 1,5 metros do solo e mantidas a, pelo menos, 2 metros de distância uma das outras.

Para a identificação e classificação taxonômica das espécies coletadas de abelhas, seguiu-se Silveira *et al.,* (2002), Anjos-Silva & Rebêlo (2006), Bonilla-Gómez & Nates-Parra (1992) e Kimsey (1982).

Mosquitos (ordem Diptera vetores)

A amostragem de dípteros vetores, foi realizada por coleta passiva, através das armadilhas tipo CDC/HP (PUGEDO *et al*., 2005). Esta armadilha é estruturada com uma fonte luminosa atrativa e um saco coletor. O corpo da armadilha consiste em um tubo de PVC com um micro ventilador, que quando acionado suga e aprisiona os insetos atraídos pela luz no interior do saco.

Os mosquitos capturados foram eutanasiados, armazenados em álcool 70% ou a seco, no interior de *eppendorfs* de três mililitros e foram identificados com o auxílio de um estereomicroscópio através de bibliografia específica (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994;

FORATTINI, 2002; CARVALHO, 2012). Os flebotomíneos foram preparados e montados entre lâmina e lamínula de acordo com protocolo específico (YOUNG & DUNCAN, 1994). Em seguida, com a utilização de um microscópio estereoscópico, foi realizada a identificação específica dos exemplares, de acordo com chaves de identificação disponíveis em Young & Duncan (1994).

Borboletas (ordem Lepidoptera)

Para a amostragem foram utilizadas as técnicas de rede entomológica e armadilhas atrativas com frutos fermentados. Diversos estudos recomendam que as coletas com rede devam abranger os períodos da manhã e tarde (POLLARD, 1977; ISERHARD & ROMANOWSKI, 2004; MARCHIORI & ROMANOWSKI, 2006; DESSUY & MORAIS, 2007; PAZ *et al.,* 2008), todavia, optou-se por coletar apenas no período da tarde por questões logísticas. Para coleta de borboletas frugívoras, uma unidade amostral composta por cinco armadilhas (modelo Van Someren-Rydon) foram posicionadas 1,5m acima do solo e a 25m de distância entre si, iscadas com bananas amassada, misturada com a caldo de cana. Após a captura, as borboletas foram coletadas e acondicionadas em envelopes entomológicos para posterior identificação.

Listas de conservação consultadas

A caracterização do status da conservação das espécies de abelhas, mosquitos e borboletas seguiu, a nível estadual, a lista de espécies ameaçadas do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), a nível nacional a Portaria do Ministério do Meio Ambiente n° 148 (MMA, 2022), e a lista da fauna ameaçada de extinção da *International Union of Conservation of Nature* (IUCN, 2024) categorias de ameaça a nível internacional.

6.2.2.2.8.2.2. **Inventário** *dos táxons*

Para o diagnóstico da entomofauna, foram registrados com dados primários 105 espécimes distribuídos em 28 espécies incluídas nas ordens Hymenoptera (N= 57; S= 8), Díptera-vetores (N= 1; S= 1) e Lepidoptera (N= 47; S= 19) (**Figura 6.2.2-21**). Considerando a dificuldade na diferenciação morfológica das espécies em campo, os espécimes com dúvidas taxonômicas, como aquelas identificados apenas com a abreviatura “sp.” e “spp.” (*Eunica* sp., *Herpetogramma* spp.), após o nome genérico foram excluídos das análises quando na amostra tiverem os mesmos gêneros com epíteto específico definido, evitando assim, que a riqueza seja superestimada.

Na ordem Hymenoptera (abelhas), as famílias Nymphalidae (17 spp.) e Apidae (8 spp.) foram as mais representativas (**Figura 6.2.2-21**). As famílias Nymphalidae e Apidae são reconhecidas como a mais comum e mais diversas famílias de abelhas. Estas se distribuem amplamente em todos os biomas brasileiros (SHIELDS, 1989; SILVEIRA *et al*., 2002).

Para a ordem Lepidoptera, a família de borboletas mais representativa foi Nymphalidae (17 spp.) (**Figura 6.2.2-21**). Esse resultado era esperado, uma vez que essa família engloba aproximadamente 6.000 espécies, entre as quais a maioria das espécies de borboletas mais conhecidas, coloridas e fáceis de serem amostradas (ZACCA *et al*., 2018).

Com relação aos dípteros, apenas um indivíduo incluído na família Culicidae foi registrado (**Figura 6.2.2-21**). Essa família engloba insetos popularmente conhecidos como pernilongos, muriçocas ou carapanãs distribuídos em mais de 3.600 espécies (HARBACH & KITCHING, 2007). São espécies que atraem grande interesse ecológico e taxonômico devido a sua importância econômica e médica, pois são vetores transmissores de doenças (GUEDES, 2012).

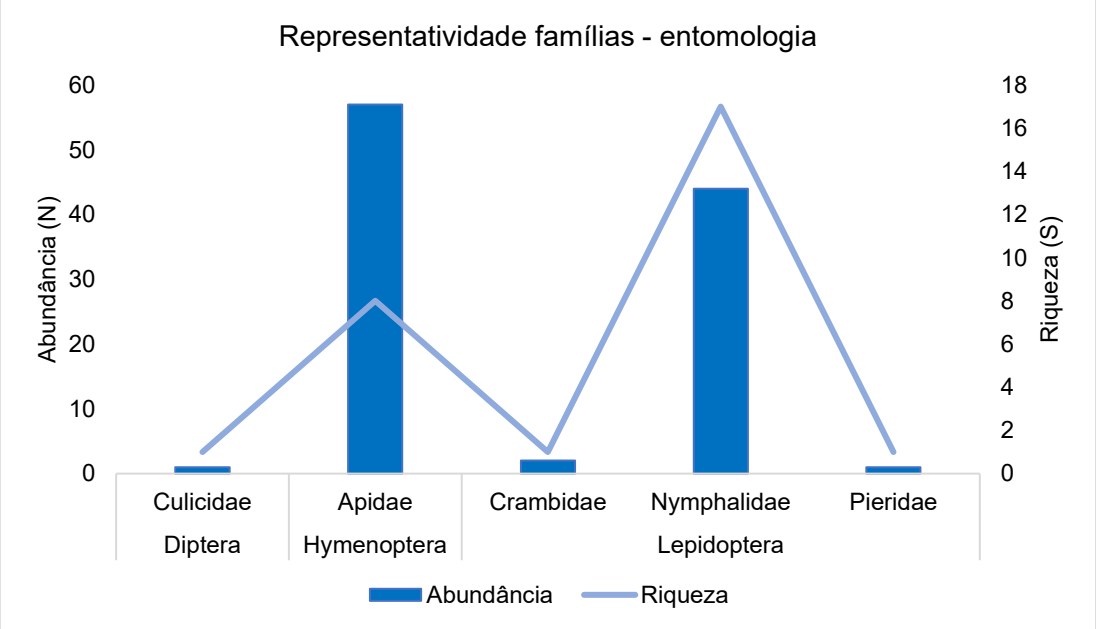


Figura 6.2.2-21 - Riqueza das famílias da entomofauna (Lepidoptera e Díptera-vetores) registradas através do levantamento de dados secundários para o Diagnóstico de Fauna.
Fonte: Bioma (2024), Tratamento de dados Concremat, 2025.

6.2.2.2.8.2.3. Espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e de importância econômica

Com base nos dados primários, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listas oficiais consultadas a nível internacional (IUCN, 2023), nacional (MMA, 2022) e estadual (COPAM, 2010), nem espécies de importância comercial. Todas as espécies encontradas são de ampla ocorrência, sem endemismos.

6.2.2.2.8.2.4. Espécies migratórias

Não foram registradas borboletas migratórias com dados primários.

6.2.2.2.8.2.5. Espécies invasoras

Com base nos dados primários, apenas uma espécie exótica foi registrada, *Apis mellifera* (abelha-europeia).

6.2.2.2.8.2.6. Espécies de interesse médico

Do ponto de vista epidemiológico, espécies da ordem Diptera são vetores de diversas doenças como a dengue, chicungunha, malária, febre amarela e leishmaniose. Representantes de Culicidae são responsáveis pelo desenvolvimento de patologias, sendo vetores de doenças como a dengue, malária e febre amarela, que afetam tanto a população humana quanto a fauna silvestre (ARAÚJO *et al*, 2011).

O mosquito da família *Aedes scapularis*, registrado no presente diagnóstico, é considerado vetor de várias arboviroses, como encefalite e febre amarela (FORATTINI et al., 1995). Também foi constatado como vetor secundário de filariose bancroftiana (RACHOU et al.1955). É um mosquito bem adaptado às transformações antrópicas

6.2.2.2.8.2.7. Espécies cinegéticas e de interesse comercial

Não foram registradas espécies incluídas na CITES (2024). No entanto, as abelhas possuem relevância econômica e científica significativa, uma vez que são responsáveis pela polinização de aproximadamente 30% a 90% da flora nativa, contribuindo diretamente para processos de regeneração natural, reflorestamento e aumento da produtividade dos frutos. Além disso, produzem mel e produtos derivados para fins medicinais.

A espécie Apis melífera, embora seja uma espécie exótica, possui elevado valor econômico devido à sua alta produtividade de mel e própolis verde, este último obtido a partir da resina do alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*). A própolis verde tem ampla aplicação na indústria farmacêutica e de suplementos, em razão de suas propriedades terapêuticas, incluindo atividades antimicrobiana, antifúngica, anti-inflamatória, antioxidante, antiviral, cicatrizante e imunomoduladora associadas a esses compostos. (BASTOS, 2000). Esses produtos são comercializados tanto no mercado nacional quanto internacional.

6.2.2.2.8.2.8. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Os insetos são considerados bons indicadores de qualidade ambiental, e nesse contexto, destaca-se a importância e dependência das abelhas pelos produtos florais (néctar, pólen,

óleos, resinas e compostos aromáticos), o que faz delas os principais polinizadores, tanto de plantas nativas quanto cultivadas (FREE, 1993; FREITAS, 1995). Estima-se que as abelhas sejam responsáveis por 75% dos requerimentos de polinização das culturas agrícolas (NABHAN & BUCHMANN, 1997), sendo que cerca de 1300 espécies cultivadas são dependentes das abelhas para a polinização (ROUBIK, 1995). No presente diagnóstico, foram registradas abelhas das orquídeas (gêneros *Euglossa* e *Eulaema*) (**Quadro 6.2.2**), cujos machos coletam óleos produzidos por essas flores e promovem o processo de polinização e por isso, são consideradas bioindicadoras de qualidade de meio ambiente. Além da importância como polinizadoras, essas abelhas são também utilizadas para criação e extração de mel. Elas são conhecidas por serem abelhas nativas sem ferrão e fáceis de serem manejadas, diferente da *Apis mellifera,* que torna imprescindível o uso de roupas especializadas para extração do mel.

As borboletas da ordem Lepidoptera (**Quadro 6.2.2**) também são consideradas excelentes bioindicadores por estarem intimamente relacionadas aos serviços ecossistêmicos de polinização, desfolhamento e decomposição, sendo importantes na manutenção da flora (GONDECK, 2017). Além disso, respondem rapidamente a qualquer mudança que possa ocorrer no ambiente (HILL, 1999). O desmatamento tem sido um dos fatores que afetam a riqueza, a abundância e a uniformidade da fauna de lepidópteros em florestas tropicais (SPITZER *et al*., 1997).

Quadro 6.2.2 - Espécies das ordens Hymenoptera (abelhas) e Lepidoptera (borboletas) indicadoras de qualidade ambiental registradas com dados primários para o Diagnóstico de Fauna.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	IMPORTÂNCIA ECOLOGICA
Euglossa (Euglossa) mixta	Abelha-de-orquídea	POL
Euglossa (Euglossa) truncata	Abelha-de-orquídea	POL
Euglossa (Glossura) stellfeldi	Abelha-de-orquídea	POL
Eulaema (Apeulaema) cingulata	Abelha-de-orquídea	POL
Eulaema (Apeulaema) nigrita	Abelha-de-orquídea	POL
Herpetogramma phaeopteralis	borboleta	POL
Callicore sorana	borboleta	POL
Callicore sp. pygas	borboleta	POL
Catonephele numilia penthia	borboleta	POL
Diaethria clymena	borboleta	POL
Doxocopa laurentia laurentia	borboleta	POL
Dynamine athemon	borboleta	POL
Eunica bechina	borboleta	POL
Fountainea ryphea	borboleta	POL
Fountainea ryphea phidile	borboleta	POL
Hamadryas februa	borboleta	POL
Hamadryas feronia	borboleta	POL
Historis odius dious	borboleta	POL

ESPÉCIE	NOME POPULAR	IMPORTÂNCIA ECOLOGICA
Memphis moruus	borboleta	POL
Pharneuptychia sp.	borboleta	POL
Taygetis spp.	borboleta	POL
Yphthimoides spp.	borboleta	POL
Zaretis spp.	borboleta	POL

Legenda: POL – Polinizadoras.

Fonte: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

6.2.2.2.8.2.9. Descritoras Ecológicos da Comunidade

O método da curva do coletor é bastante utilizado para verificar a suficiência amostral através do número acumulativo de espécies amostradas ao longo das campanhas amostrais (CAINS & CURTIS, 1959).

Para o diagnóstico com base em dados primários, foram realizadas duas (2) campanhas de campo, sendo uma na estação seca (Campanha 1: 21 a 29/07/2024) e outra na estação chuvosa (Campanha 2: 22 a 25/10/2024). O estimador Jackknife 1 projetou 41,84 espécies e o esforço amostral despendido foi o suficiente para registrar 66,9% da riqueza de insetos estimada por Jackknife 1 para a área de estudo e 13% da riqueza registrada com dados secundários (S= 215).

Ao observar as curvas geradas, nota-se que a curva está em ascensão e a assíntota não foi atingida, indicando a existência de espécies que não foram registradas durante as duas campanhas realizadas (**Figura 6.2.2-22**). Esse resultado era esperado, considerando que o Brasil é um dos países com maior diversidade de insertos, abrigando aproximadamente 91 mil espécies (CTFB, 2023) e para o diagnóstico local foram realizadas apenas duas campanhas.

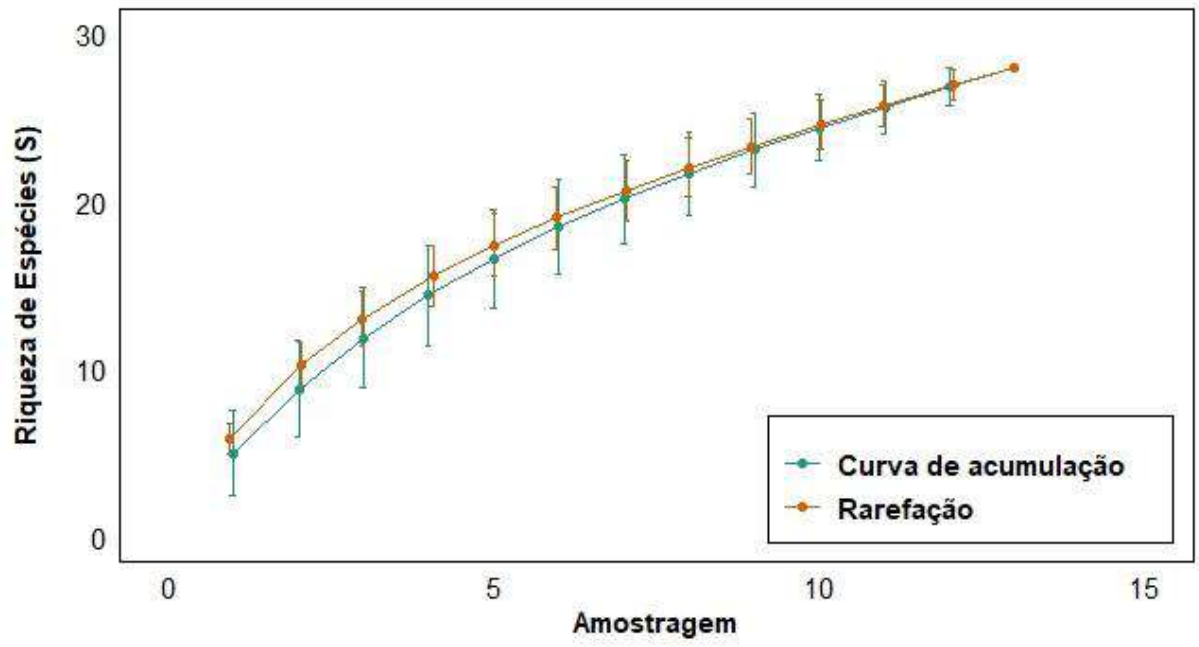


Figura 6.2.2-22 - Curva de acumulação e rarefação das espécies da entomofauna durante as duas campanhas de Diagnóstico.

Fonte dos dados: Bioma (2024). Tratamento dos dados: Concremat (2025).

Abundância, Riqueza, diversidade e equitabilidade das espécies

Os descritores da comunidade foram avaliados com base nos dados consolidados das duas campanhas. Ao todo, foram observados 105 espécimes da entomofauna, sendo 57 abelhas, 47 borboletas e um (1) mosquito. Os maiores valores de abundância foram observados nas espécies de abelhas *Eulaema (Apeulaema) nigrita* (N= 19; 18,1%), *Eulaema (Apeulaema) cingulata* (S= 12; 11,4%), *Euglossa (Euglossa) truncata* (N= 10; 9,5%) e *Euglossa (Glossura) stellfeldi* (S= 9; 8,6%). Em seguida, vem as espécies de borboletas Nymphalidae *Callicore sorana* (S= 8; 7,6%), *Pharneuptychia* sp. (S= 7; 6,7%) e *Diaethria clymena* (S= 6; 5,7%). Juntas, as principais espécies de abelhas e borboletas representaram 67,6% do total da amostra (**Quadro 6.2.2-49**).

Existem aproximadamente 250 espécies de abelhas das orquídeas (gên. *Euglossa* e *Eulaema*) (CÂNDIDO et al., 2018). Estas podem ser encontradas em fragmentos de Mata Atlântica sob influência antrópica, demonstrando a importância desses fragmentos de florestas para o grupo. É importante destacar que a maioria das espécies apresenta modo de vida solitário ou pré–social (ROUBIK & HANSON, 2004).

As borboletas Nymphalidae costumam ser dominantes em levantamentos por serem facilmente amostradas e identificadas em campo (BROWN JR. & FREITAS 2000), além de terem sua biologia bem estudada e documentada (SPARROW *et al*. 1993).

Quadro 6.2.2-49 - Dados de abundância absoluta e abundância relativa das espécies da entomofauna registradas nas duas campanhas de Diagnóstico local.

Táxon	Abundância total	Abundância relativa
Diptera		
Aedes scapularis	1	1,0%
Hymenoptera		
Apis mellifera	2	1,9%
Euglossa (Euglossa) mixta	1	1,0%
Euglossa (Euglossa) truncata	10	9,5%
Euglossa (Glossura) stellfeldi	9	8,6%
Eulaema (Apeulaema) cingulata	12	11,4%
Eulaema (Apeulaema) nigrita	19	18,1%
Paratrigona lineata	1	1,0%
Trigona spinipes	3	2,9%
Lepidoptera		
Callicore sorana	8	7,6%
Callicore sp. *pygas*	4	3,8%
Catonephele numilia penthia	1	1,0%
Diaethria clymena	6	5,7%
Doxocopa laurentia laurentia	1	1,0%
Dynamine athemon	1	1,0%
Eunica bechina	1	1,0%
Eurema priddyi	1	1,0%
Fountainea ryphea	1	1,0%
Fountainea ryphea phidile	4	3,8%
Hamadryas februa	3	2,9%
Hamadryas feronia	1	1,0%
Herpetogramma phaeopteralis	2	1,9%
Historis odius dious	1	1,0%
Memphis moruus	2	1,9%
Pharneuptychia sp.	7	6,7%
Taygetis spp.	1	1,0%
Yphthimoides spp.	1	1,0%
Zaretis spp.	1	1,0%
Total	**105**	

Fonte dos dados: Bioma (2024). **Tratamento dos dados**: Concremat (2025).

A riqueza (S= 28) observada para a entomofauna pode ser considerada baixa, considerando o elevado número de espécies registrada no diagnóstico regional (S= 215). Já a diversidade (H= 3,0) nas duas campanhas foi relativamente alta, considerando que a diversidade normal para a fauna em florestas tropicais varia entre 1,5 e 3,5 (MAGURRAN, 2011). De modo geral, apenas sete (7) espécies apresentaram abundância superior a cinco (5) indivíduos cada, o que justifica o alto valor de dominância (D= 0,92), apesar do elevado valor de equabilidade (0,89) (**Quadro 6.2.2-49** e **Quadro 6.2.2-50**). No entanto, esse resultado deve ser observado com cautela uma vez que foram analisados dados de apenas duas campanhas amostrais.

Quadro 6.2.2-50 - Descritores ecológicos da comunidade registradas nas duas campanhas de Diagnóstico da entomofauna local.

Parâmetros	Entomofauna
Riqueza (S)	28
Equabilidade (J)	0,89
Dominância (D)	0,93
Diversidade (H)	3,0

Fonte dos dados: Bioma (2024). **Tratamento dos dados**: Concremat (2025).

6.2.2.2.8.2.10. Considerações Finais

O diagnóstico da entomofauna para a Área de Estudo Local do projeto das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 da Mina de Águas Claras, de modo geral, apresentou algumas semelhanças com o Diagnóstico Regional, como, por exemplo, a presença de borboletas polinizadores que são consideradas excelentes bioindicadores por estarem intimamente relacionadas aos serviços ecossistêmicos de polinização, desfolhamento e decomposição.

Por outro lado, o diagnóstico local registrou apenas um único exemplar de mosquito incluído na família Culicidae, enquanto no diagnóstico regional foram observadas 27 espécies. Essa família engloba insetos popularmente conhecidos como pernilongos, muriçocas ou carapanãs e tem grande importância econômica e médica, pois são vetores transmissores de doenças e possuem alta capacidade de adaptação a ambientes antropizados (GUEDES, 2012).

Nenhuma das espécies registradas com dados primários apresenta endemismos e, apesar de nenhuma dessas espécies estarem presentes nas listas de espécies ameaçadas, nem nos apêndices da CITES, todas apresentam elevada importância ecológica e econômica devido ao serviço ecológico de polinização que desempenham. A polinização conecta essas duas dimensões (ecológica e econômica) devido a manutenção da reprodução das espécies de

plantas angiospermas, sejam as espécies nativas ou mesmo as cultivadas para venda e consumo humano (FREE, 1993; FREITAS, 1995).

Apesar da diversidade alta, outros descritores ecológicos da comunidade foram baixos como riqueza e abundância de espécies e os resultados encontrados devem ser observado com cautela, uma vez que foram analisados dados de apenas duas campanhas amostrais.

Abelhas e borboletas são consideradas excelentes bioindicadores por estarem intimamente relacionadas aos serviços ecossistêmicos de polinização, além de responderem rapidamente às mudanças no ambiente (HILL, 1999). Como o desmatamento tem sido um dos fatores que afeta a riqueza e abundância de abelhas e borboletas, os baixos valores encontrados desses descritores passam a ser um ponto de observação importante e são reflexo de ambientes degradados.

6.2.2.3. Biota Aquática- Ictiofauna

6.2.2.3.1. Caracterização da Fauna Regional Baseada em Dados Secundários

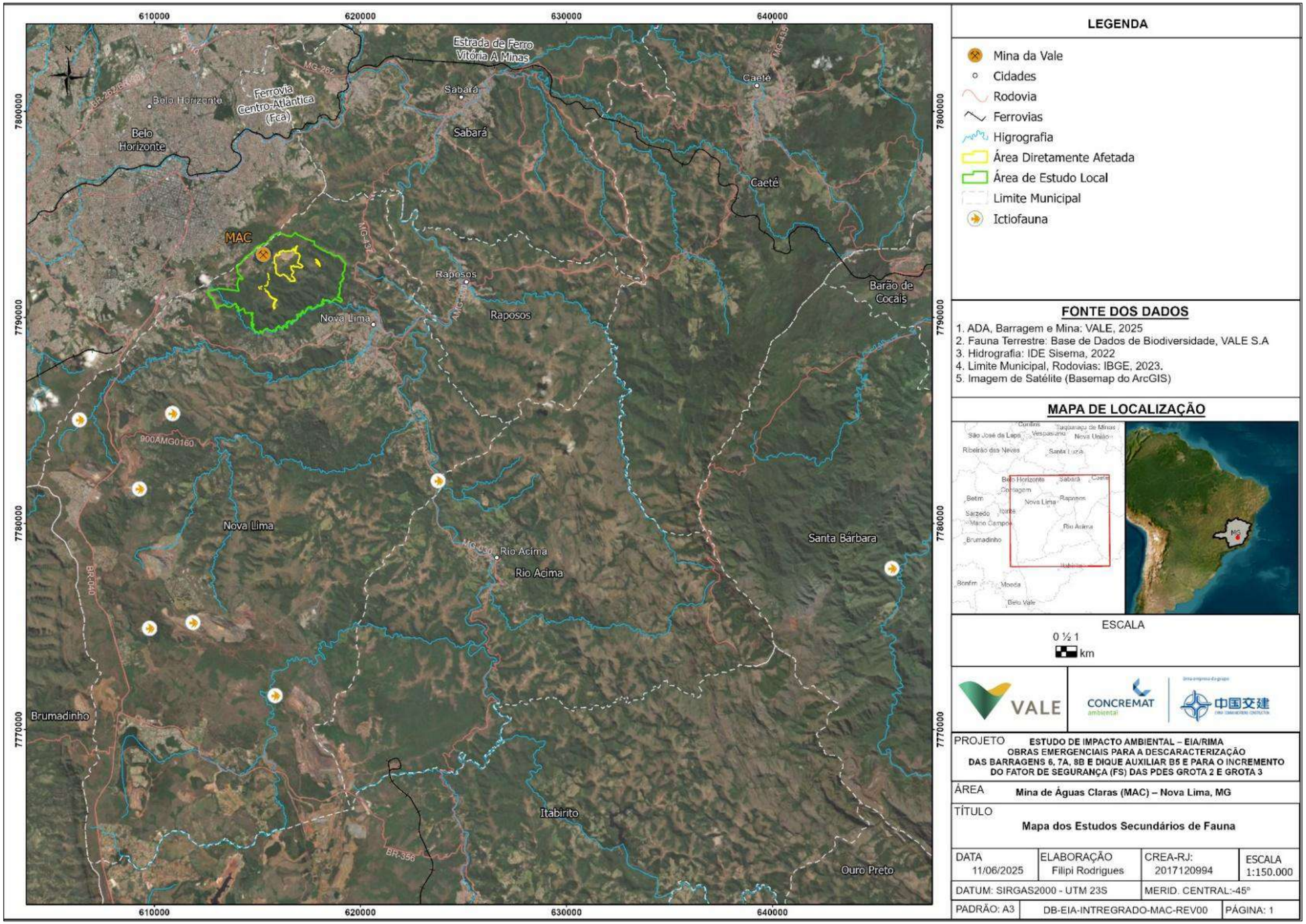
6.2.2.3.1.1.1. Detalhamento da captura, tipo de marcação, triagem e demais procedimentos adotados para os exemplares capturados ou coletados (vivos ou mortos)

Para caracterização da ictiofauna regional da área de estudo das obras emergenciais na Mina de Águas Claras, foram utilizados dados secundários obtidos na Base de Dados de Biodiversidade – BDBio (VALE S.A., 2020), abrangendo o período de 2010 a 2020, utilizando como filtro o município de Nova Lima/ MG, no qual se situa a área de estudo. Adicionalmente, foram incluídos dados oriundos de Relatórios técnico-científicos e Artigos (**Quadro 6.2.2-51, Mapa 6.2.2-19**).

Quadro 6.2.2-51 - Estudos consultados para o diagnóstico de fauna.

Grupo	Riqueza	Local	Referência
Ictiofauna	33 espécies	Município Nova Lima	Vale SA, 2020
	35 espécies	Bacia do rio das Velhas	Alvez & Pompeu, 2010

Fonte: Concremat, 2025.



Mapa 6.2.2-19 - Mapa de localização para a fonte de dados secundários dos registros da Ictiofauna da Mina de Águas Claras, Nova Lima, MG.

Os resultados obtidos foram apresentados em lista de espécie de acordo com o arranjo taxonômico e filogenético propostos por *Eschmeyer's Catalog of Fishes* (FRICKE & FONG, 2024).

Os graus de ameaça das espécies foram consultados em listas oficiais de diferentes níveis. Em nível global foi consultada a listagem de espécies ameaçadas no livro vermelho da *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2024). Para a listagem de espécies ameaçadas em âmbito nacional foi consultada a listagem elaborada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade instrumentalizado na portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022). E em nível local foi consultada a lista de espécies da fauna ameaçadas no estado de Minas Gerais, constante na Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010 (COPAM, 2010). Espécies ameaçadas e sujeitas ao interesse comercial foram consultadas nos apêndices do *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2024).

6.2.2.3.1.1.2. Inventário dos Táxons

Os registros obtidos através dos dados secundários para a ictiofauna permitiram levantar 65 espécies, distribuídas em quatro ordens e 18 famílias. As maiores riquezas de espécies foram registradas nas famílias Characidae (lambaris e afins; 17 spp), Loricariidae (cascudos e afins; 8 spp) e Anostomidae (piaus e afins; 5 spp.) (**Figura 6.2.2-23**).

Este resultado segue o padrão observado em outros estudos na bacia do alto rio das Velhas, onde predominaram as ordens Characiformes e Siluriformes (ALVES & POMPEU, 2005; ALVES & POMPEU, 2010), bem como confirma as predições de LOWE-MCCONNELL (1999) para os rios neotropicais.

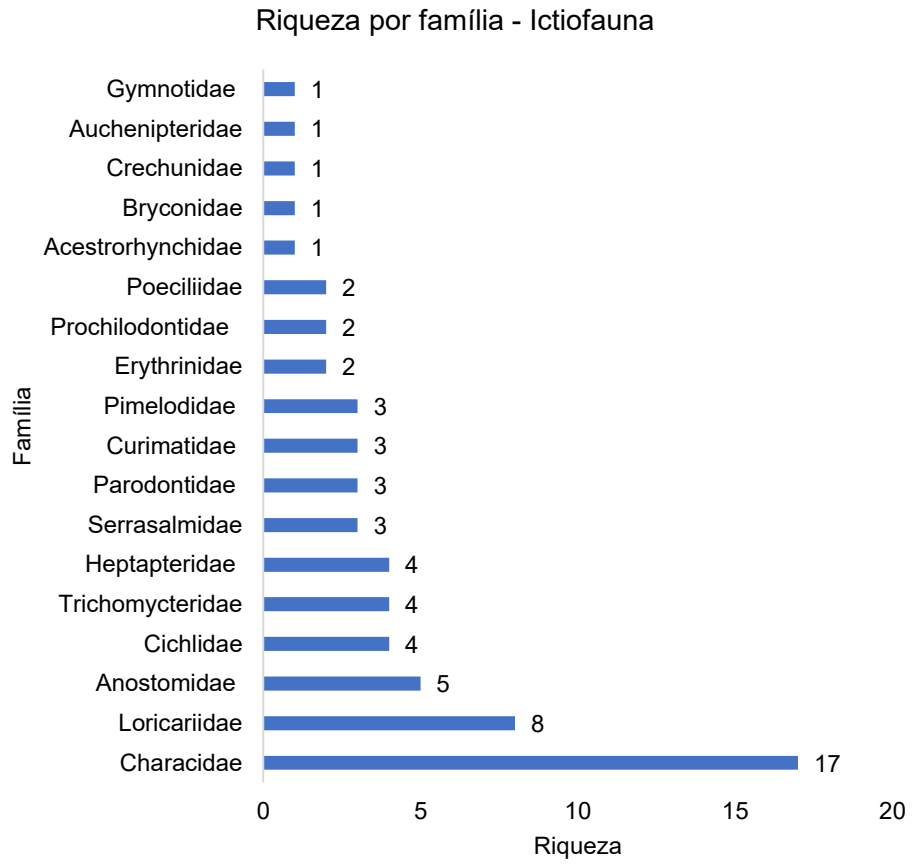


Figura 6.2.2-23 - Riqueza das famílias de Ictiofauna registradas através do levantamento de dados secundários para o Diagnóstico de Fauna.

Fonte: Concremat, 2025.

6.2.2.3.1.1.3. Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas

Em relação ao *status* de conservação, das 65 espécies de peixes registradas a partir de dados secundários, quatro espécies estão incluídas como ameaçadas de extinção na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais (COPAM, 2010) e uma espécie no Livro Vermelho da *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2023). Nenhuma espécie consta na portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 07 de junho de 2022 (MMA, 2022) (**Quadro 6.2.2-52**).

Destas, o cascudinho *Pareiorhaphis mutuca* está classificada como “Criticamente em perigo – CR” a nível estadual (COPAM, 2010) e “Em perigo – EN” na lista internacional (IUCN, 2023). As demais espécies encontram-se “Vulnerável – VU” a nível estadual (COPAM, 2010). As principais ameaças para os peixes continentais são: a perda de habitat, poluição (contaminação por pesticidas e agrotóxicos utilizados na agricultura, exploração de minérios, esgotos domésticos e industriais) e barragens (hidrelétricas) (POLAZ *et al*., 2011).

Quadro 6.2.2-52 - Espécies de peixes ameaçadas de extinção registradas com dados secundários para o Diagnóstico de Fauna.

Classificação Taxonômica	Nome Comum	COPAM (2010)	MMA (2022)	IUCN (2024)
Harttia novalimensis	cascudinho	VU	-	-
Harttia torrenticola	cascudo	VU	-	-
Neoplecostomus franciscoensis	cascudinho	VU	-	LC
Pareiorhaphis mutuca	cascudinho	CR	-	EN

Legenda: Status de ameaça de extinção: VU – Vulnerável; EN – Em perigo; CR – Criticamente em perigo; LC – Pouco Preocupante

Fonte: Concremat, 2025.

6.2.2.3.1.1.4. Espécies migratórias

Foram registradas seis espécies migradoras de longa distância (**Quadro 6.2.2-53**). Os migradores são peixes de grande porte e de elevada importância na pesca artesanal. Essas espécies realizam migrações longitudinais, se deslocando para a cabeceira dos rios quando adultos, enquanto os juvenis habitam as partes mais baixas, principalmente as lagoas. Apresentam desova total, fecundidade alta, ovócitos pequenos, curta fase larval e período reprodutivo sincronizado com as chuvas. Apresentam ainda, ovos livres, que são levados pela água para áreas abrigadas e com disponibilidade de alimento, onde se desenvolvem até a fase juvenil (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Quadro 6.2.2-53 - Espécies de peixes migradoras registradas com dados secundários para o Diagnóstico de Fauna.

ESPÉCIE	NOME POPULAR
Brycon orthotaenia	matrinxã
Leporinus obtusidens	piau-verdadeiro
Leporinus reinhardti	piau-três-pintas
Pimelodus maculatus	mandi-amarelo
Prochilodus argenteus	curimatá-pacu
Prochilodus costatus	curimatá-pioa

Fonte: Concremat, 2025.

6.2.2.3.1.1.5. Espécies invasoras

A maioria das espécies registradas com dados secundários é nativa, no entanto, cinco espécies introduzidas foram registradas. A introdução dessas espécies pode ter ocorrido para os mais diversos fins, como piscicultura, pesca esportiva ou como iscas para a pesca esportiva, aquarismo e controle de mosquitos.

O guppy, ou barrigudinho (*Poecilia reticulata*), é uma espécie de pequeno porte originária da América Central, amplamente introduzida nas bacias brasileiras para controle de mosquitos e aquariofilia. O pacu-cd (*Metynnis maculatus*) ocorre naturalmente na bacia Amazônica e foi provavelmente introduzido por aquaristas, por ser muito apreciada como peixe ornamental. As tilápias (*Coptodon rendalli e Oreochromis niloticus*) são nativas do continente africano e foram trazidas para o Brasil para fins de piscicultura. O tucunaré (*Cichla* sp.) é uma espécie muito utilizada na prática da pesca esportiva (CASIMIRO *et al*., 2018).

A introdução de espécies tem sido uma das causas do declínio de populações nativas, devido aos diversos impactos ecológicos provocados por estas espécies, como dominação do ecossistema, propagação de doenças e competição por recursos.

6.2.2.3.1.1.6. Espécies Cinegéticas e de Interesse Comercial

Nenhuma espécie registrada de peixes está citada nos apêndices da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2024).

No entanto, algumas espécies apresentam valor comercial e são consideradas essenciais à subsistência, para fins comerciais (pesca e criação) e para o aquarismo (xerimbabos). Dentre as espécies exóticas (introduzidas), destaca-se a importância para a pesca e criação das tilápias *Coptodon rendalli* e *Oreochromis niloticus*, ambas registradas com dados secundários.

Com relação as espécies nativas, destaca-se a importância para a pesca dos piaus (*Megaleporinus obtusidens, Megaleporinus reinhardti* e *Leporinus marcgravii*), do trairão (*Hoplias intermedius*), do matrinxã (*Brycon orthotaenia*), das curimbas (*Prochilodus* costatus e *Prochilodus argenteus*) e dos mandis (*Pimelodus maculatus* e *Pimelodus pohli*). Quanto ao aquarismo, destacam-se os cascudos e cascudinhos da família Loricariidae e os lambaris e piabas da família Characidae, que são tradicionalmente comercializados no mercado de peixes ornamentais.

6.2.2.3.1.1.7. Espécies indicadoras de qualidade ambiental com base no uso de habitats, biologia reprodutiva e dos recursos alimentares

Os peixes são considerados excelentes indicadores biológicos (KARR, 1981; ARAÚJO, 1996; SMITH *et al*., 2003), pois são de fácil amostragem e apresentarem diferentes estilos de vida e habitats durante seu ciclo de vida. Com base em dados secundários, foram registradas seis espécies de peixes endêmicas para as bacias do rio das Velhas e São Francisco (**Quadro 6.2.2-54**).

Os cascudos (*Harttia novalimensis*, *H. leiopleura*, *H. torrenticola* e *Pareiorhaphis mutuca*) e a cambeva (*Trichomycterus reinhardti*) são bentônicos e habitam cursos d'água de menor porte com corredeiras e fundos pedregosos (VIEIRA *et al*., 2015). O barrigudinho (*Phalloceros uai*) é uma espécie bentopelágica que habita bancos de folhas, raízes e areia. É uma espécie-alvo da aquariofilia, sendo introduzida em diversos países. Em comum, essas espécies exibem distribuição restrita e são sensíveis às mudanças físico-químicas da água.

Quadro 6.2.2-54 - Espécies de peixes indicadoras de qualidade ambiental registradas com dados secundários para o Diagnóstico de Fauna

ESPÉCIE	NOME POPULAR	DISTRIBUIÇÃO	IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA
Harttia leiopleura	cascudo	Cabeceiras do Rio das Velhas e Paraopeba, Bacia do Rio São Franscisco	Endêmica
Harttia novalimensis	cascudinho	Bacia do Rio das Velhas	Endêmica
Harttia torrenticola	cascudo	Bacia do alto Rio São Francisco	Endêmica
Neoplecostomus franciscoensis	cascudinho	Cabeceiras do Rio das Velhas e Paraopeba, Bacia do Rio São Franscisco	Endêmica
Phalloceros uai	barrigudinho	Bacia do Rio das Velhas	Endêmica
Trichomycterus reinhardti	cambeva	Bacia do alto Rio São Francisco	Endêmica

Fonte: Concremat, 2024.

6.2.2.3.1.1.8. Descritores ecológicos da comunidade (esforço e eficiência amostral, riqueza e abundância das espécies, e demais análises estatísticas pertinentes, por fitofisionomia e grupo inventariado, contemplando a sazonalidade em cada área amostrada)

Os dados secundários levantados em banco de dados e artigos científicos acumulam amostras entre os anos 2010 e 2020, sem detalhamento completo de esforço amostral. Com isso, as amostragens entre todos os estudos não são comparáveis para cálculos de abundância, diversidade, equitabilidade e eficiência amostral, devido às diferentes fitofisionomias das áreas amostrais, períodos sazonais não definidos e diferentes metodologias praticadas. Devido a essas limitações metodológicas e de informações, somente o descritor ecológico Riqueza (S) de espécies foi apresentado e discutido nesse estudo.

6.2.2.3.1.1.9. Considerações Finais

Os peixes são excelentes ferramentas no monitoramento de ambientes aquáticos e servem como importantes bioindicadores, pois respondem rapidamente às mudanças na qualidade da água (KARR, 1981). Essas alterações da água podem afetar a abundância, riqueza e diversidade, bem como a taxa de crescimento e maturação sexual das espécies de peixes (FAUSCH *et al*., 1990).

Com base em dados secundários, foram registradas 65 espécies de peixes, distribuídos em quatro ordens e 18 famílias, A ordem Characiformes foi a mais representativa em termos de abundância e riqueza de espécies. O predomínio dessa ordem seguiu o padrão esperado para os rios da América do Sul (LOWE-MCCONNELL,1987) e para a bacia e sub-bacias do rio São Francisco (ALVES & LEAL, 2010; BELEI *et al*., 2016; VIEIRA *et al*., 2015; SALVADOR *et al*., 2020). O predomínio de piabas e lambaris das famílias Acestrorhamphidae e Characidae, da ordem Characiformes, reflete o comportamento de formação de cardumes observado nestas espécies, que pode ser uma tática anti-predatória (SUZUKI & ORSI, 2008).

A caracterização da ictiofauna apontou um padrão esperado em ambientes com interferências antrópicas, principalmente aquelas voltadas aos processos de urbanização, industrialização e mineração, com baixa diversidade e alta dominância de espécies, com estratégias de vida mais generalista em decorrência da alteração do ambiente. No entanto, espécies de interesse conservacionista foram registradas, com dados secundários, como os cascudinhos ameaçados de extinção, *Harttia novalimensis*, *Harttia torrenticola*, *Neoplecostomus franciscoensis* e *Pareiorhaphis mutuca,* e os peixes migradores de longas distâncias. Com dados primários não foram observadas espécies endêmicas, ameaçadas ou migradoras.

Dessa forma, os resultados obtidos auxiliam a gestão dos recursos ictiofaunísticos dos corpos hídricos da região relacionada às obras emergenciais da Mina de Águas Claras.

6.2.2.3.1.2. Caracterização da fauna local da área de estudo baseada em dados primários

Para o diagnóstico local da ictiofauna para as obras de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e aumento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 não há dados primários. Os métodos interventivos necessários para amostragem e identificação das espécies da ictiofauna, tais como redes de espera, redes de arrasto e tarrafas, podem ocasionar mortalidade direta, lesões físicas ou elevado nível de estresse nos indivíduos capturados, comprometendo sua integridade fisiológica e inviabilidade de retorno à natureza. Dessa forma, optou-se por não empregar tais procedimentos, restringindo-se a diagnóstico da ictiofauna por meio de levantamento de dados secundários disponíveis em estudos técnicos, literatura especializada e bases de dados.

6.2.2.4. Avaliação e seleção de bioindicadores ambientais para fins de monitoramento, assim como áreas com potencial interesse ecológico, tais como abrigo, criadouro, correntes de migração, locais de reprodução e alimentação

A utilização de bioindicadores constitui uma abordagem eficaz para o monitoramento da qualidade ambiental e avaliação da integridade ecológica em áreas sob influência antrópica. Para este diagnóstico, foram considerados diferentes táxons, com ênfase na riqueza e abundância de espécies como parâmetros bioindicadores principais, por apresentarem resposta sensível a alterações no ambiente ao longo do tempo, principalmente para as espécies raras, dependentes de habitats conservados e de importância para conservação (PRESTE & VICENCI, 2019). A seleção dos bioindicadores considerou grupos funcionalmente relevantes, como a entomofauna (especialmente Apidae e Nymphalidae), mastofauna terrestre e alada, herpetofauna e ictiofauna. Espécies endêmicas, ameaçadas ou de ocorrência restrita foram destacadas como prioritárias, por sua capacidade de refletir alterações ambientais sutis e orientar medidas de conservação.

A definição das localidades amostrais priorizou ambientes com atributos ecológicos essenciais à manutenção das populações silvestres, incluindo a presença de corpos d'água, vegetação arbórea e arbustiva, conectividade entre fragmentos e estruturas naturais utilizadas como abrigo, criadouro, refúgio e fonte de alimento. Elementos estruturais do habitat, como ocos de árvores, tocas, túneis, troncos caídos, serrapilheira e a vegetação ripária, além de corpos d'àgua perenes ou efêmeros, foram caracterizados como áreas de potencial interesse ecológico, por sustentarem processos ecológicos essenciais, tais como reprodução, alimentação e migração de espécies.

A mastofauna aquática e semi-aquática, como *Lontra longicaudis* (lontra), e terrestre, como *Cuniculus paca* (paca), apresentaram forte relação com esses micro-habitats, reforçando sua relevância como bioindicadores locais. A avaliação da composição e similaridade das comunidades entre os pontos amostrados também ofereceu subsídios para inferências sobre a conectividade funcional da paisagem, fator crítico para a manutenção da biodiversidade em médio e longo prazo.

Por fim, em cenários de monitoramento pós-intervenção, variações positivas nos índices de diversidade ou aumento da abundância e riqueza de espécies-chave poderão ser utilizadas como indicadores de recuperação ambiental e efetividade das medidas mitigadoras implementadas.

6.3. Meio Socioeconômico

Esta seção do Diagnóstico Ambiental trata da análise dos aspectos socioeconômicos relacionados às obras emergenciais de reforço da Barragem 6, à descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5, e às intervenções voltadas ao aumento do fator de segurança (FS) das PDES Grota 2 e Grota 3, localizadas na Mina Águas Claras (MAC), no município de Nova Lima, estado de Minas Gerais, em atendimento ao *Termo de Referência para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para atividades ou empreendimentos com necessidade de corte ou supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica*, emitido pela SEMAD-MG.

O diagnóstico socioeconômico está estruturado em duas partes. A primeira refere-se à caracterização da Área de Estudo Regional (AER), abrangendo aspectos populacionais, econômicos e histórico-culturais, entre outros. Também inclui a percepção de gestores públicos da AER sobre as obras previstas.

Para isso, foram utilizados dados secundários e primários. Os dados secundários foram obtidos a partir de fontes oficiais de instituições responsáveis pela produção de estatísticas públicas, especialmente, bem como por meio da análise de registros, pesquisas e documentos públicos e legislações vigentes, que contribuíram para a compreensão do contexto socioeconômico regional. Já os dados primários foram obtidos por meio de reunião realizada com representantes do poder público local, no contexto do levantamento de campo conduzido entre os dias 23/06/2025 a 02/07/2025, com o objetivo de captar percepções institucionais sobre aspectos municipais, impactos socioeconômicos das obras e identificar eventuais demandas e oportunidades relacionadas às obras de descaracterização.

Foi elaborada uma carta de apresentação da equipe de campo, contendo informações sobre a empresa consultora responsável e o contexto da pesquisa vinculada ao EIA/RIMA, com o objetivo de respaldar as abordagens junto às comunidades e autoridades locais, garantindo a legitimidade das atividades em campo e a adequada receptividade dos interlocutores.

A segunda parte dedica-se a caracterização da Área de Estudo Local (AEL), com base em dados do último Censo Demográfico 2022 e em levantamentos de campo no período supracitado, que incluíram entrevistas semiestruturadas com moradores locais atuantes em instituições comunitárias e observações diretas. Essa etapa teve como objetivo compreender a dinâmica socioespacial dos bairros inseridos na AEL, abordando aspectos como a composição populacional e territorial, condições de vida, percepções frente ao projeto, entre outros indicadores relevantes.

De forma geral, o Diagnóstico Socioeconômico contribui para a compreensão dos contextos regional e local nos quais as intervenções se inserem, permitindo identificar vulnerabilidades, potencialidades e percepções da população e do poder público em relação às obras. Essas informações são fundamentais para subsidiar a avaliação de impactos, a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias e a construção de estratégias de diálogo e relacionamento com os diferentes atores sociais envolvidos.

6.3.1. Caracterização da Área de Estudo Regional

A elaboração do Diagnóstico Socioeconômico da Área de Estudo Regional baseou-se em pesquisa bibliográfica e na sistematização e análise das informações mais atualizadas disponíveis. Foram também incorporados dados primários obtidos durante a campanha de campo realizada entre 23/06/2025 a 02/07/2025, com destaque para as contribuições de representantes do poder público municipal para o EIA/Rima.

Para isso, foram priorizados dados oficias do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ministério da Saúde - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (Iepha-MG) e outros, bem como informações levantadas junto às plataformas oficiais da prefeitura municipal de Nova Lima e governo estadual de Minas Gerais.

Além das fontes oficiais, também foram consultados estudos existentes sobre o município e contexto regional, informações obtidas por meio da interpretação de imagens de satélite e dados cartográficos, bem como conteúdos disponíveis na Internet provenientes de fontes confiáveis, citadas ao longo do capítulo.

O primeiro item, Breve Histórico de Ocupação, apresenta o contexto territorial referente ao histórico da ocupação regional e local, com base em estudos sobre a temática. Em seguida, verifica-se a análise do uso e ocupação do solo da presente e zoneamento municipal na AER, com base em informações geradas pelo IBGE, Plataforma MapBiomas e Prefeitura Municipal, no sentido de compreender a dinâmica dos mecanismos de planejamento territorial e políticas públicas de desenvolvimento urbano sustentável no município em questão.

Especificamente para a análise da dinâmica populacional foram utilizados dados dos Censos Demográficos do IBGE, para verificar a evolução populacional, composição etária e estrutura

por sexo, residentes urbanos e rurais, entre outros. Para a avaliação dos índices de qualidade de vida, estão apresentados os dados referentes ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), consultado no Atlas de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

A caracterização do Sistema Viário da AER foi realizada com o apoio de imagens de satélite e plataformas digitais, como o Google Maps, permitindo a identificação das principais rodovias, vias de acesso locais e trajetos relevantes para a circulação viária.

A análise da Estrutura Produtiva e de Serviços baseou-se em dados secundários disponibilizados principalmente pelo IBGE, com destaque para o Censo Demográfico, o Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) e as estimativas do Produto Interno Bruto Municipal (PIB). Foram também utilizados estudos temáticos sobre as principais atividades econômicas da região, condições e nível de renda.

A caracterização do patrimônio cultural abrangeu tanto os bens materiais quanto os imateriais registrados oficialmente. Os dados foram obtidos a partir dos cadastros do IPHAN e do IEPHA-MG, principalmente. Buscou-se identificar sítios arqueológicos, edificações tombadas, manifestações culturais tradicionais e festas populares que compõem a identidade cultural da AER.

A caracterização da Organização da Sociedade Civil (OSC) contemplou o levantamento das principais associações comunitárias, cooperativas, ONGs, conselhos municipais e outras formas de organização civil existentes na AER. A coleta de informações teve como base os bancos de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), cadastros municipais e outras fontes públicas. A Organização da Sociedade Civil (OSC) abrange um conjunto mais amplo de entidades privadas sem fins lucrativos voltadas para a promoção de direitos, inclusão social e desenvolvimento sustentável — conforme definido pela Lei nº 13.019/2014 (Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil).

O item de povos e comunidades tradicionais considerou, principalmente, a presença de grupos indígenas e quilombolas na AER. Foram utilizados dados da Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI), da Fundação Cultural Palmares (FCP) e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), principalmente. Foram identificados a situação de reconhecimento desses povos e comunidades, os territórios reconhecidos, os processos em andamento de regularização fundiária e aspectos socioculturais relevantes para subsidiar a avaliação de impactos.

Em seguida, o item de Localidades compreende a identificação dos bairros, localidades e distritos inseridos na AER, com destaque para aqueles que poderão sofrer influência direta ou indireta das obras.

No que se refere à infraestrutura básica, foram analisadas as condições de moradia, acesso à rede de abastecimento de água e esgotamento sanitário, coleta de resíduos domésticos, fornecimento de energia elétrica e meios de comunicação existente. Os dados foram obtidos principalmente junto ao IBGE, Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), Governo do Estado de Minas Gerais, e por meio de registros das concessionárias locais e de estudos setoriais.

A caracterização dos equipamentos e serviços públicos, com foco em saúde, educação, transporte público e segurança, foi realizada com base em dados do Ministério da Saúde (via DATASUS), do Ministério da Educação (via INEP – Sinopses Estatísticas e Censo Escolar), das Secretarias Municipais e Estaduais, além de plataformas eletrônicas oficiais.

Já a situação da população economicamente ativa (PEA) foi descrita com base em dados do Censo Demográfico do IBGE, considerando taxas de ocupação, setores de absorção da força de trabalho e características da inserção econômica local. Também foram considerados dados sobre a arrecadação tributária municipal, repasses constitucionais e outros indicadores fiscais que evidenciam a dinâmica econômica local, com base em informações geradas pelo Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI) e outras consolidadas pelo IBGE.

Por fim, foram sistematizadas as percepções dos gestores públicos entrevistados durante a campanha de campo (23/06/2025 a 02/07/2025), conforme solicitação expressa no Termo de Referência (TR). A coleta foi conduzida com apoio de roteiro semiestruturado, contemplando tópicos sobre os possíveis impactos das obras, expectativas da gestão municipal e sugestões de medidas mitigadoras e compensatórias. Esses dados qualitativos são fundamentais para compor uma análise integrada dos impactos e orientar a formulação de programas e ações no âmbito do EIA/RIMA.

6.3.1.1. Breve Histórico de Ocupação

Para a elaboração do histórico de ocupação do município que integra a AER, utilizou-se como principal fonte de levantamento de informações o portal IBGE Cidades (IBGE, 2023). Esse portal reúne dados consolidados sobre a formação histórica dos municípios brasileiros, organizados cronologicamente, facilitando a compreensão das dinâmicas de ocupação e das

interrelações regionais. O site oficial da prefeitura de Nova Lima (2025) também contribuiu para a elaboração deste item, fornecendo informações sobre o histórico de ocupação do município.

O crescimento populacional em Nova Lima foi marcado pelo extermínio indígena promovido pelos bandeirantes a procura de ouro. Esse processo teve início no século XVII, com a chegada de Domingos Rodrigues da Fonseca à região. A descoberta de ouro na Mina de Morro Velho por volta de 1720, atraiu novos mineradores, resultando na formação de um povoado.

Em 1834, a empresa inglesa *St. John D'El Rey Mining Company Limited* adquiriu a Fazenda Morro Velho e iniciou a exploração de ouro na região, transferindo para lá suas atividades anteriormente desenvolvidas em São João Del Rei (**Figura 6.3-1**). Essa presença inglesa contribuiu significativamente para a introdução de elementos da cultura britânica na arquitetura, culinária e tradições locais. Posteriormente, em 1892, foi realizada a abertura da Mina Grande.

Além do ouro, Nova Lima também se destacou pela intensa exploração de minério de ferro, atividade que colaborou para o desenvolvimento econômico do município ao longo dos séculos. A pesquisa por minério de ferro em Águas Claras começou em 1904, liderada pelo engenheiro George Chalmers. Entre 1911 e 1914, a extração de minério de ferro já ocorria, embora de forma rudimentar. A Mina desempenhou um papel significativo na história da mineração em Nova Lima e na configuração socioeconômica da região metropolitana de Belo Horizonte.

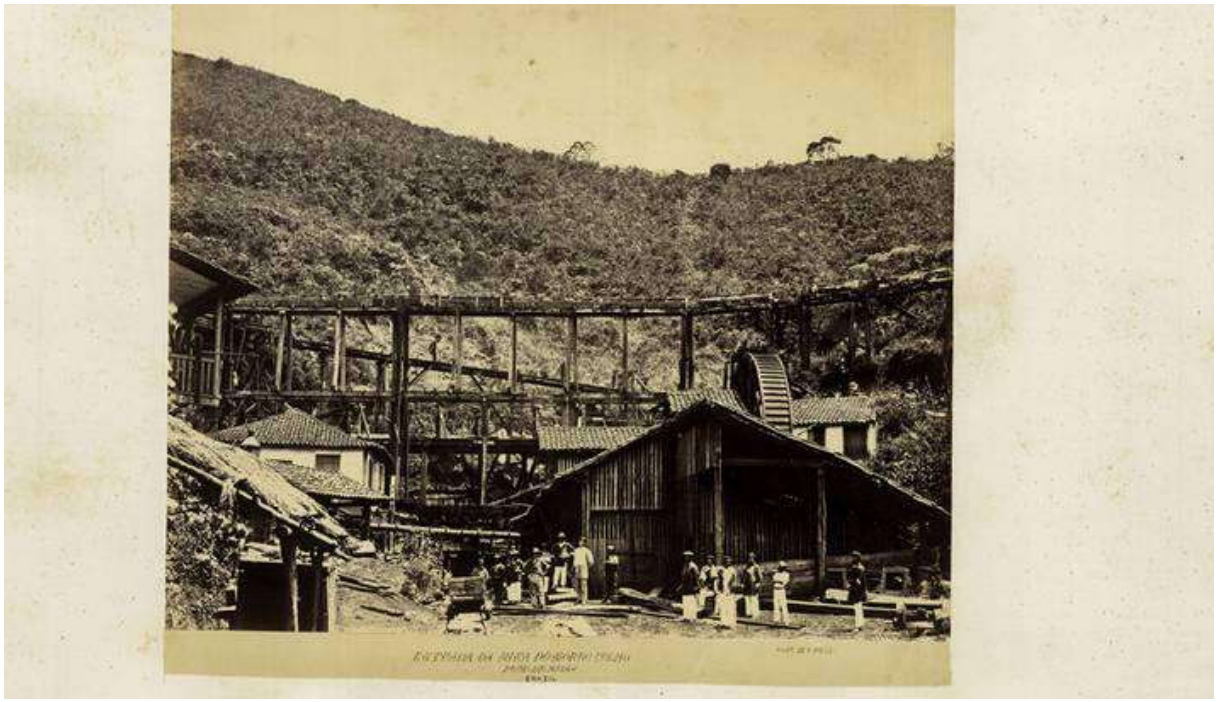


Figura 6.3-1 - Foto feita por Augusto Ridel da entrada da Mina Morro Velho em Nova Lima (MG) no ano de 1868. Fundação Biblioteca Nacional

Fonte: Conexão Mineral, 2020.

A proximidade da mina com a Serra do Curral, um importante símbolo paisagístico e cultural de Belo Horizonte, gerou debates sobre a preservação ambiental e o impacto da mineração na região. Em 1958, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) tombou parte da Serra do Curral, mas a área da Mina de Águas Claras foi excluída do tombamento, permitindo a continuidade da exploração mineral.

Com a expansão da atividade mineradora, a localidade, então conhecida como Campo de Congonhas, passou a ser denominada Congonhas das Minas de Ouro e posteriormente tornou-se distrito subordinado ao município de Sabará, e, em 1836 teve seu nome novamente alterado para Congonhas do Sabará. Em 1891, a localidade foi desmembrada do município de Sabará e elevada à categoria de vila, com a denominação de Vila Nova Lima, composta pelos distritos de Vila Nova Lima, Piedade do Paraopeba e Santo Antônio do Rio Acima, também desmembrados de Sabará. Em 1923 o município passou a se chamar apenas Nova Lima, e o distrito de Santo Antônio do Rio Acima também foi reduzido para Rio Acima.

Essa configuração permaneceu até 1938, quando Nova Lima incorporou o distrito de Raposos, então pertencente a Sabará, e cedeu o distrito de Piedade do Paraopeba para a formação do município de Brumadinho. Posteriormente, Rio Acima e Raposos foram elevados à categoria de municípios, ficando Nova Lima constituída apenas pelo distrito sede.

No mesmo ano, em 1938, a Companhia de Mineração Novalimense foi criada, com a St. John D'El Rey como acionista majoritária, concedendo direitos de lavra e pesquisa de ferro e bauxita. Posteriormente, em 1965, a Minerações Brasileiras Reunidas (MBR) foi fundada como uma joint venture entre a ICOMI e o Grupo Hanna, incorporando a Companhia de Mineração Novalimense. A implantação da mina ocorreu entre 1971 e 1973, com investimentos significativos, incluindo a construção de ramais ferroviários pela Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA).

A Mina de Águas Claras operou até o último trimestre de 2002, quando encerrou suas atividades. Em 2006, a Vale S.A. adquiriu a mina e iniciou obras de fechamento visando à estabilização física e mitigação de riscos, além de desenvolver estudos sobre as potencialidades e restrições para uso futuro múltiplo.

Em resumo, o histórico de ocupação do município evidencia a forte influência das atividades mineradoras para o crescimento urbano. Desde a chegada dos bandeirantes e a expansão da mineração até os dias de hoje, Nova Lima passou por sucessivas transformações econômicas e administrativas. A consolidação da cidade foi impulsionada por fatores como a transferência da capital mineira para Belo Horizonte, devido à proximidade e a exploração intensiva de recursos minerais, que atraíram populações e promoveram o desenvolvimento urbano e industrial, de modo que essas dinâmicas de ocupação deixaram marcas significativas na paisagem, influenciando a estrutura territorial dos municípios.

6.3.1.2. Caracterização do uso e ocupação do solo

O presente item apresenta a caracterização do uso e ocupação do solo na Área de Estudo Regional (AER), referente ao Meio Socioeconômico, conforme as diretrizes estabelecidas pelo Termo de Referência (TR), que orienta este estudo.

Nesse sentido, a fim de descrever a distribuição espacial das Áreas de Estudo, foram utilizadas as seguintes fontes de informação: o Projeto de Mapeamento Anual de Uso e Cobertura do Solo no Brasil, da plataforma MapBiomas (2025), além dos dados fornecidos pelo Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017).

Dessa forma, as informações georreferenciadas do MapBiomas, referentes ao ano de 2023, foram utilizadas com a finalidade de caracterizar os principais usos e padrões de ocupação do solo nas Áreas de Estudo. Nesse contexto, o MapBiomas é uma plataforma *online* que mapeia o uso da terra em todo território nacional, sendo desenvolvido por especialistas em sensoriamento remoto e mapeamento de vegetação, contando com o suporte da plataforma *Google Earth Engine* (MAPBIOMAS, 2025).

Nesse sentido, conforme o **Quadro 6.3-1** e **Figura 6.3-2**, a classe de uso que é mais identificada no município de Nova Lima é a Formação Florestal, com um percentual de 37,35% da área total do município, seguido da classe de uso Formação Campestre, abrangendo 25,18%. Com isso, é possível inferir que aproximadamente 60% de Nova Lima é constituído por áreas vegetadas, seja por florestas ou por vegetação herbácea não arbustiva.

Além disso, outros dois usos se destacam na área municipal de Nova Lima, são Mineração, com 9,04%, e o Mosaico de Usos com uma cobertura de 5,72% da área de Nova Lima. Nesse sentido, a classe de Mineração é muito presente em diversos municípios que se enquadram no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, sendo uma atividade com grande potencial na geração de empregos na região, por conseguinte, no desenvolvimento econômico municipal, justificando a relevância em relação a área ocupada total em Nova Lima.

Por fim, a classe que representa a mancha urbana de Nova Lima é apontada, segundo o MapBiomas, com 10,39% da área do município, se equiparando com a classe de Mineração, em relação à área ocupada. Nesse sentido, esse percentual indica que o município apresenta uma área urbanizada reduzida, sendo comum em municípios de regiões metropolitanas, especialmente de Minas Gerais.

A seguir, o Erro! Fonte de referência não encontrada. ilustra a configuração territorial de Nova Lima, destacando os principais padrões de uso e ocupação do solo identificados no município.

Quadro 6.3-1 - Classe de Uso do Solo em Nova Lima.

Classes de Uso	Área (ha)	Percentual
Formação Florestal	16.005,65	37,346%
Formação Campestre	10791,51	25,180%
Área Urbanizada	4452,22	10,388%
Mineração	3872,33	9,035%
Mosaico de Usos	2.450,86	5,719%
Afloramento Rochoso	1.971,99	4,601%
Pastagem	1.854,72	4,328%
Silvicultura	519,28	1,212%

Classes de Uso	Área (ha)	Percentual
Rio, Lago e Oceano	373,85	0,872%
Formação Savânica	320,27	0,747%
Outras Áreas não vegetadas	243,31	0,568%
Campo Alagado e Área Pantanosa	1,63	0,004%
Total Geral	42.857,62	100,00%

Fonte: Mapbiomas, 2023.

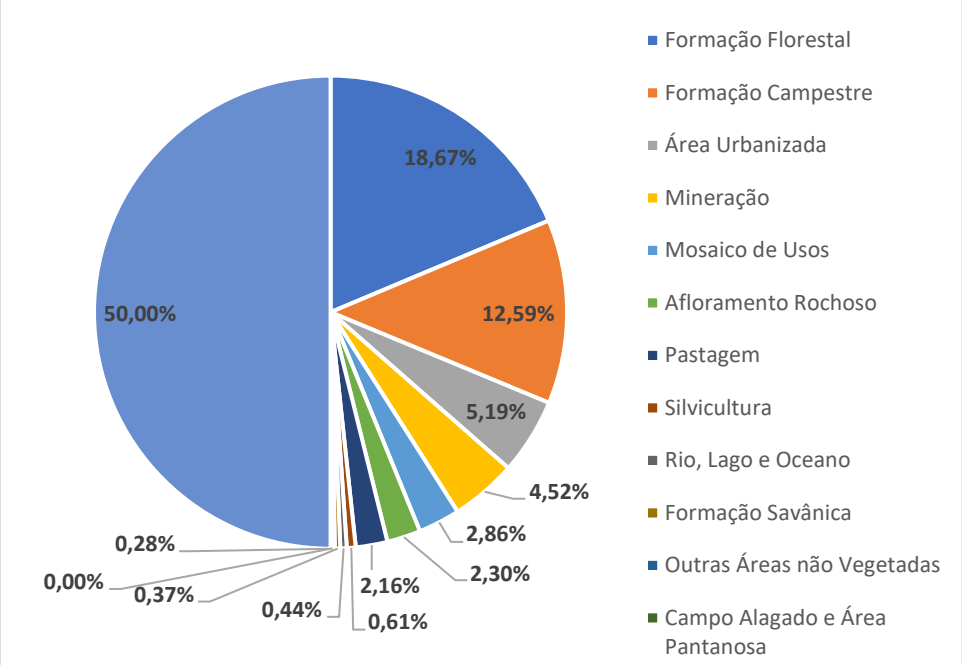
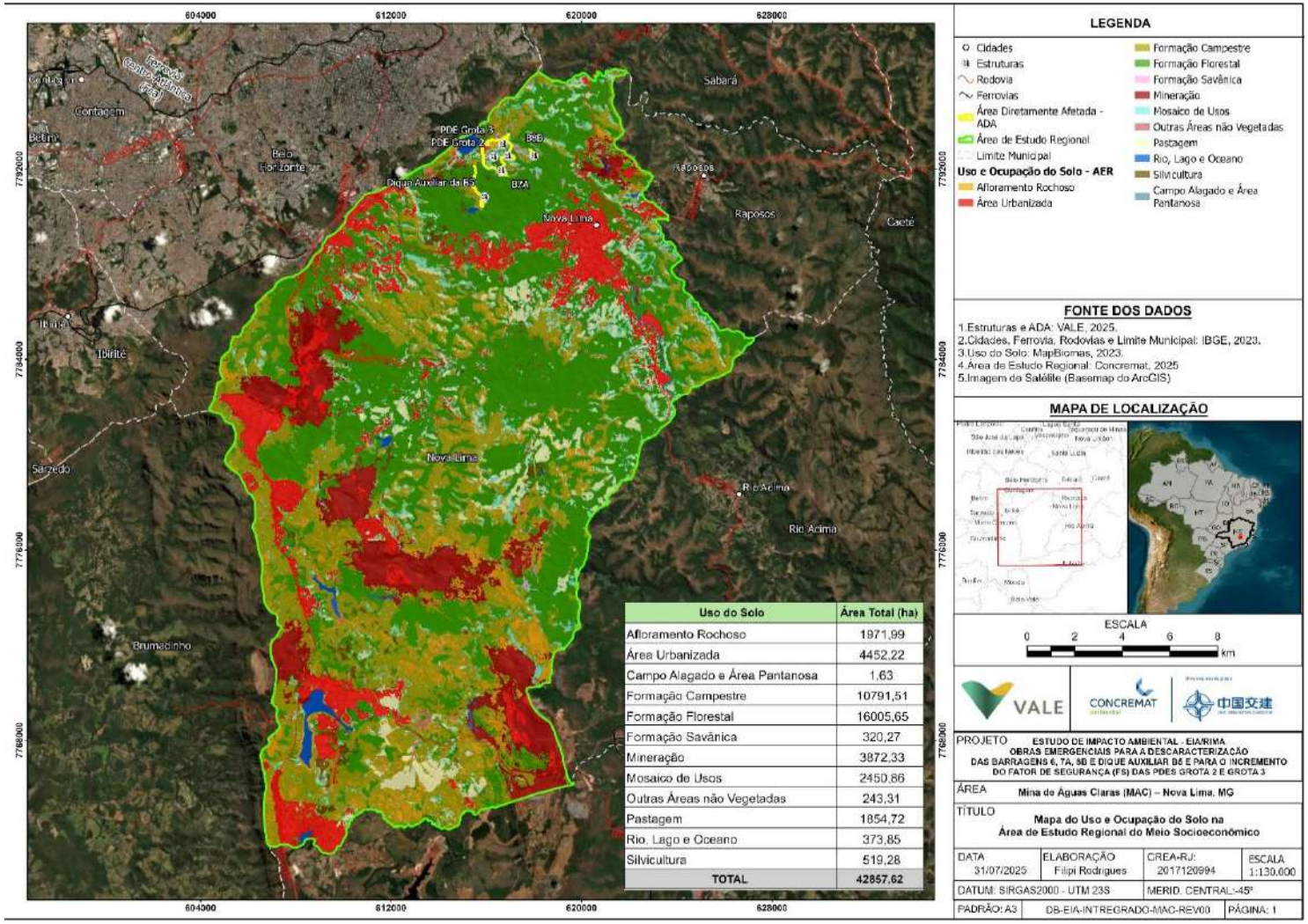


Figura 6.3-2 - Classe de Uso do Solo em Nova Lima – 2024.

Fonte: Mapbiomas, 2023.



Uso do Solo	Área Total (ha)
Afloramento Rochoso	1971,99
Área Urbanizada	4452,22
Campo Alagado e Área Pantanosa	1,63
Formação Campestre	10791,51
Formação Florestal	16005,65
Formação Savânica	320,27
Mineração	3872,33
Mosaico de Usos	2450,86
Outras Áreas não Vegetadas	243,31
Pastagem	1854,72
Rio, Lago e Oceano	373,85
Silvicultura	519,28
TOTAL	42857,62

Figura 6.3-3 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo na AER.

Nesse contexto, a análise de uso e ocupação do solo na AER pode ser enriquecida com dados do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE, pois, apresentam informações sobre a utilização das terras em estabelecimentos agropecuários, visto a grande parcela da classe de uso dos Mosaicos de Uso.

Sendo assim, em relação ao uso do solo em estabelecimentos agropecuários, conforme o Censo Agropecuário de 2017, no município de Nova Lima, o **Quadro 6.3-2** aponta que o principal uso das terras na AER é destinado para Matas ou florestas - matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal - com 1.330 hectares ocupados (cerca de 35% do total).

Dessa forma, esses dados corroboram com a dinâmica apresentada em 2024, através dos dados disponibilizados pelo MapBiomas, com um maior uso do solo destinado para Formação Florestal. Em relação ao setor agropecuário, se destacam os sistemas agroflorestais, com 127 hectares ocupados (3%) e pastagens (naturais, plantadas em boas ou más condições) com 1.138 hectares de área ocupada, representando cerca de 30% do total da área ocupada por estabelecimentos agropecuários no município de Nova Lima.

Verifica-se, por tanto, um certo nível de diversidade no uso das terras nos estabelecimentos agropecuários dentro de Nova Lima, com predominância para pastagem, e, principalmente, a existência de áreas reservadas para a preservação permanente ou destinadas à Reserva Legal, demonstrando o compromisso legal do município em manter áreas vegetadas preservadas.

Quadro 6.3-2 - Área dos estabelecimentos agropecuários (ha), por utilização das terras – 2017

Utilização das terras	Área dos estabelecimentos agropecuários (ha)	Percentual
Lavouras - permanentes	10	0,26%
Lavouras - temporárias	63	1,64%
Lavouras - área para cultivo de flores	0	0,00%
Pastagens - naturais	539	13,99%
Pastagens - plantadas em boas condições	564	14,64%
Pastagens - pastagens plantadas em más condições	35	0,91%
Matas ou florestas - matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	1.330	34,52%
Matas ou florestas - matas e/ou florestas naturais	19	0,49%
Matas ou florestas - florestas plantadas	1.166	30,26%
Sistemas agroflorestais - área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastoreio por animais	127	3,30%
Total	3.853	100,00%

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2017.

De forma geral, a caracterização do uso e ocupação do solo em Nova Lima evidencia um território com diversificação no uso, abrangendo áreas de mineração, urbana, florestal e agropecuária. Nesse sentido, a análise dos dados revela que essa diversidade de vocações produtivas é associada com estratégias de manejo e gestão que se pautam na conservação ambiental em algumas áreas quanto a importância da mineração e agropecuária na dinâmica socioeconômica local, visto a grande parcela de área ocupada por vegetação (florestas naturais ou plantadas).

6.3.1.3. Zoneamento municipal

A análise do zoneamento municipal de Nova Lima foi realizada através das informações contidas nos instrumentos de ordenamento territorial do município, como Plano Diretor e legislações especificas de parcelamento, uso e ocupação do solo, quando existentes. O Plano Diretor é uma das principais ferramentas de planejamento urbano e ordenamento territorial, essencial para o desenvolvimento ordenado dos municípios. Conforme previsto pelo artigo 182 da Constituição Federal de 1988, o Plano Diretor é responsabilidade do poder público municipal e tem como objetivo principal regular o uso e a ocupação do solo, assegurando que as propriedades cumpram suas funções sociais, garantindo o bem-estar da população (BRASIL, 1988).

Além de definir diretrizes gerais para o crescimento urbano, o Plano Diretor também orienta o zoneamento municipal, definindo áreas específicas para diferentes usos, como residencial, comercial, industrial e áreas de preservação ambiental. Esses zoneamentos são fundamentais para evitar conflitos de uso e para promover a organização do espaço urbano de forma sustentável. Além do Plano Diretor, os municípios brasileiros podem contar com outros instrumentos de planejamento urbanos complementares, como legislações específicas sobre parcelamento, uso e ocupação do solo, zoneamentos especiais e regulamentações sobre o perímetro urbano, todos voltados para o controle e ordenamento da expansão urbana e para melhoria da qualidade de vida da população.

Como instrumento fundamental da política de desenvolvimento urbano, o Plano Diretor estabelece um conjunto de normas e diretrizes voltadas à organização do crescimento e do funcionamento do município, bem como à estruturação dos espaços dentro do território municipal. Essas diretrizes são determinadas pela Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001). Essa legislação estabelece a obrigatoriedade da elaboração do Plano Diretor em municípios com mais de 20 mil habitantes,

integrantes de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, bem como em áreas de especial interesse turístico e em municípios situados na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional, conforme estabelecido no Art. 41 da Lei Federal nº 10.257/2001 (BRASIL, 2001). Apesar da exigência legal de revisão dos Planos Diretores a cada dez anos, muitos municípios não cumprem essa periodicidade (MAGALHÃES et al., 2018), sendo necessária a verificação do status do plano no município da AER.

O **Quadro 6.3-3** apresenta as principais legislações urbanísticas identificadas por meio de pesquisa na plataforma da Prefeitura Municipal, o status do Plano Diretor e os dispositivos de zoneamento municipal de Nova Lima.

Quadro 6.3-3 - Principais legislações urbanísticas do município de Nova Lima

Plano Diretor	Revisão do Plano Diretor	Lei de Uso e Ocupação do Solo	Lei de Parcelamento do Solo	Código de Obras	Zoneamento Especial
Lei Nº 2.007, de 28 de agosto de 2007	Em revisão*	Lei Nº 2.007, de 28 de agosto de 2007; Lei Nº1.844, de 23 de dezembro de 2004.	Lei Nº 2.739, de 09 de dezembro de 2019; Lei Nº 11.325, de 12 de maio de 2021.	Lei Nº 1.584, de 30 de dezembro de 1988.	Lei Nº 43, de 28 de maio de 2019;

Fonte: Concremat Ambiental, 2025. Nota: *A Prefeitura de Nova Lima, em parceria com a Fundação Gorceix, está elaborando a revisão do Plano Diretor (Nova Lima, 2025).

O zoneamento municipal de Nova Lima é regulamentado, principalmente, pela Lei Nº 2.007, de 28 de agosto de 2007, que estabelece o Plano Diretor municipal, define diretrizes para o parcelamento, uso e ocupação do solo. Atualmente (2025), a Prefeitura de Nova Lima, em parceria com a Fundação Gorceix, está realizando a revisão do Plano Diretor para adequá-lo às transformações ocorridas no município nos últimos 20 anos (Fundação Gorceix, 2025). A revisão do Plano Diretor encontra-se na terceira etapa das quatro previstas: (i) Planejamento e Abertura dos Trabalhos; (ii) Diagnóstico Municipal; (iii) Diretrizes e Propostas e (iv) Minutas e Anteprojetos de Lei.

Além do Plano Diretor, o município conta também com outros instrumentos legislativos para orientar o zoneamento municipal, como a Lei Nº 2.739, de 09 de dezembro de 2019, que institui normas gerais e procedimentos à produção de parcelamentos caracterizados como urbanização de interesse social, a Lei Nº 1.584 de 30 de dezembro de 1998, que institui o Código de Obras do Município e a Lei Nº 43, de 28 de maio de 2019 que dispõe sobre loteamentos de acesso controlados.

O atual Plano Diretor de Nova Lima define as diretrizes gerais do desenvolvimento econômico, social e urbano do município, abrangendo todo o território municipal. Quanto ao zoneamento e diretrizes gerais e especiais para o uso e ocupação do solo, o Plano Diretor considera um macrozoneamento do município dividido em três macrozonas:

a) Macrozona de Adensamento Urbano - MZAU, entendida como aquela que abrange todo o perímetro urbano;
b) Macrozona de Expansão Urbana – MZEU, entendida como aquela que abarca a área compreendida fora dos limites do perímetro urbano e sem relevância para as explorações agrícola, pecuária, extrativas vegetais, florestais ou agroindustriais;
c) Macrozona de Utilidade Rural – MZUR, entendida como aquela fora dos limites do perímetro urbano, contendo potencialidade para as explorações agrícola, pecuária, extrativas vegetais, florestais, agroindustriais ou passível de aplicação das políticas públicas constantes do Capítulo III do Título VII da Lei Orgânica Municipal.

Além dessas macrozonas, o território municipal também está subdividido em zoneamento de uso e ocupação do solo, com subdivisões de zona de uso predominante e especiais. As zonas de uso predominante referem-se as porções do território municipal destinadas a tipos específicos, enquanto as zonas especiais referem-se as porções do território municipal com diferentes características ou com destinação específica e normas próprias de uso e ocupação do solo e edilícias, sendo elas:

I. Zona de Uso Predominantemente Residencial – ZOR;
II. Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços – ZOCS;
III. Zona de Uso Predominantemente Industrial – ZIND.
IV. Zona de Uso Predominantemente Rural – ZNRL.
V. Zona Especial de Proteção Ambiental - ZEPAM;
VI. Zona Especial de Revitalização Urbana – ZERUR
VII. Zona Especial de Interesse Social – ZEIS;
VIII. Zona Especial de Requalificação Urbana - ZERU;
IX. Zona Especial de Interesse Turístico e Habitação-ZETUR-HAB;
X. Zona Especial de Uso Sustentável - ZEUS;
XI. Zona Especial de Expansão Urbana – ZEEU;

Quanto a atividade de mineração, o Plano Diretor define na Seção V, Capítulo VII, que devem ser cumpridas as seguintes exigências ambientais:

I. as atividades de mineração deverão ser realizadas preferencialmente na Macrozona de Utilidade Rural;
II. os projetos de lavra mineral deverão ser submetidos aos licenciamentos federal, estadual e/ou municipal, com os respectivos estudos prévios de Impactos Ambientais;
III. apresentação obrigatória do respectivo Plano de Recuperação Ambiental da (s) área (s) a ser (em) degradada (s) em decorrência da lavra, o qual conterá a especificação dos custos, dos recursos financeiros suficientes, do cronograma de execução, projetos detalhados e definidos previamente na fase de licenciamento.

Dessa forma, observa-se que o município de Nova Lima possui um arcabouço legal estruturado para orientar o uso e a ocupação do solo, com destaque para o Plano Diretor e suas macrozonas e zonas específicas, que buscam conciliar o desenvolvimento urbano, a proteção ambiental e os usos rurais. A revisão em andamento do Plano Diretor reforça o compromisso municipal em atualizar suas diretrizes frente às transformações territoriais e socioeconômicas ocorridas nas últimas décadas, incluindo a regulação de atividades com significativo potencial de impacto, como a mineração, que possui diretrizes específicas voltadas à sua compatibilização com o ordenamento territorial e a sustentabilidade ambiental.

6.3.1.4. Perfil demográfico e socioeconômico e dinâmica populacional dos municípios afetados

Conforme a divisão do Regional Brasil por Regiões Geográficas do IBGE (2021), a partir da década de 1990, o município de Nova Lima localiza-se na Microrregião de Belo Horizonte. Essa microrregião, por sua vez, está inserida na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, principal mesorregião de Minas Gerais e que concentra grande parte da produção industrial e de serviços do Estado.

Para a avaliação da dinâmica demográfica do município de Nova Lima, foram utilizados os dados quantitativos provenientes de fontes oficiais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de outras fontes relevantes citadas ao longo deste documento.

A análise da dinâmica demográfica foi fundamentada principalmente nos Censos Demográficos de 2000, 2010 e 2022, sendo, sempre que possível, relacionada aos recortes temporais e espaciais do estado de Minas Gerais e do Brasil, o que possibilitou uma avaliação comparativa.

Para essa caracterização, foi considerada, inicialmente, a evolução da população urbana e rural residente no período, as taxas geométricas de crescimento anual e a proporção de pessoas naturais do município, além da distribuição por sexo e faixas etárias.

A avaliação foi complementada com a apresentação das condições de vida, por meio de dois índices amplamente reconhecidos: o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS). Esses índices condensam indicadores de escolaridade, renda, longevidade e acesso a serviços básicos, oferecendo um panorama abrangente das condições socioeconômicas no município da AER, sendo detalhado e avaliado no item correspondente.

6.3.1.4.1. Dinâmica Demográfica

De acordo com os dados do Censo Demográfico do IBGE realizados em 2000, 2010 e 2022 (**Quadro 6.3-4**), revela-se um padrão consistente de crescimento da população urbana e de redução da população rural, fenômeno que reflete o processo de urbanização observado tanto no Brasil, em Minas Gerais e, de maneira particular, em Nova Lima. Esse processo de transição demográfica está diretamente ligado à migração de habitantes das áreas rurais para as áreas urbanas, impulsionado pela busca por melhores condições de vida, acesso a serviços públicos e oportunidades de emprego.

Em Minas Gerais, a população urbana apresentou um crescimento contínuo, passando de 14.671.828 habitantes em 2000 para 18.121.894 em 2022, o que representa um aumento de 23,5%. O município de Nova Lima apresentou um aumento significativo da população urbana, que saltou de 63.035 habitantes em 2000 para 111.170 em 2022, resultando em um crescimento de 76,36%, refletindo um fenômeno de expansão urbana significativo. Em contrapartida, a população rural do estado diminuiu significativamente, caindo de 3.219.666 para 2.418.095 no mesmo período, o que corresponde a uma queda de 24,9%.

Esse crescimento pode ser atribuído, em grande parte, à proximidade de Nova Lima com Belo Horizonte, que está a cerca de 22 quilômetros de distância. Nova Lima, inserida na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), tem se tornado uma alternativa cada vez mais

procurada por pessoas que buscam opções de moradia com custos mais acessíveis, mas que não abrem mão da proximidade com os grandes centros urbanos. Essa tendência tem sido impulsionada, entre outros fatores, pela expansão imobiliária nas regiões limítrofes com a capital e pela flexibilidade do Plano Diretor municipal, que permite empreendimentos imobiliários de grande porte, especialmente em áreas como Vila da Serra e Vale do Sereno (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021; NOVA LIMA, 2019), bairros inseridos na AEL.

Além disso, a mineração, uma das principais atividades econômicas de Nova Lima, pode ter contribuído de forma decisiva para o aumento populacional. A expansão dessa atividade gera empregos, atrai trabalhadores e impulsiona o desenvolvimento da infraestrutura local, o que atrai novos habitantes e fomenta o crescimento urbano local.

O município está localizado no Quadrilátero Ferrífero, uma das regiões minerárias mais importantes do Brasil, o que reforça sua relevância econômica e seu papel na atividade do setor. Segundo Azevedo et al. (2012), os municípios que integram o Quadrilátero Ferrífero, em grande parte, dispõem de uma infraestrutura básica, como abastecimento de água, energia elétrica e saúde, suficiente para o atendimento à população e até mesmo ao turismo.

Quadro 6.3-4 - Evolução da população residente por localidade.

Localidade	2000		2010		2022	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Brasil	137.953.959	31.845.211	160.925.804	29.829.995	177.508.417	25.572.339
Minas Gerais	14.671.828	3.219.666	16.715.216	2.882.114	18.121.894	2.418.095
Nova Lima	63.035	1.352	79.232	1.766	111.170	527

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, 2000, 2010 e 2022.

Em relação à densidade demográfica (**Figura 6.3-4**), considerando os Censos compreendidos no período 2010 a 2022, observa-se que Nova Lima apresentou um aumento significativo, passando de 189 habitantes por km² em 2010 para 260 habitantes por km² em 2022, refletindo um crescimento considerável. Esse crescimento está associado a uma série de transformações urbanas e à intensificação da função residencial do município, sobretudo nas áreas limítrofes à capital mineira, como já indicado.

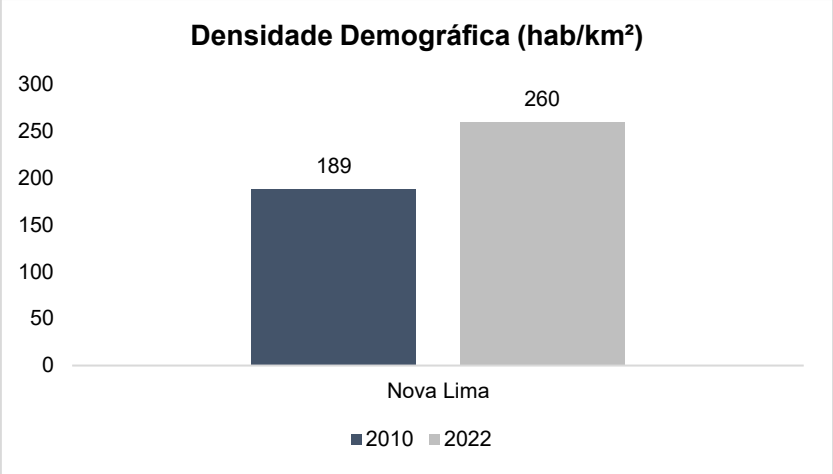


Figura 6.3-4 - Densidade Demográfica em Nova Lima - 2000, 2010 e 2022.
Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2010 e 2022.

O **Quadro 6.3-5** apresenta a distribuição relativa de pessoas naturais e não naturais, sendo considerados os dados de 2010, uma vez que os dados amostrais desse quesito para 2022 ainda não foram disponibilizados pelo IBGE até a elaboração deste estudo. De maneira geral, os naturais predominam sobre os não naturais em todas as unidades territoriais analisadas.

No Brasil, 62,81% da população era composta por naturais, enquanto 37,19% eram não naturais. Em Minas Gerais, a proporção de naturais foi ligeiramente maior, com 66,11%, enquanto os não naturais representaram 33,89% da população. Por sua vez, Nova Lima apresentou uma composição com 66,27% de naturais e 33,73% de não naturais, demonstrando um alinhamento em relação à tendência estadual e uma leve diferença em relação à tendência nacional.

Esses dados evidenciam uma característica importante do município: a expressiva presença de pessoas não naturais (30%) em 2010, que, diante das transformações demográficas recentes, pode indicar um padrão de crescimento relacionado à migração. Essa hipótese se fortalece diante da valorização do mercado imobiliário local, da atratividade territorial e da proximidade com a capital, Belo Horizonte, e poderá ser melhor confirmada a partir da divulgação integral dos dados censitários de 2022 do IBGE.

Quadro 6.3-5 - Naturalidade da População Residente da AER e estado de Minas Gerais, em 2010.

População residente por naturais e não naturais		
Unidades Territoriais	Percentuais - 2010	
	Naturais	Não Naturais
Brasil	62,81	37,19
Minas Gerais	66,11	33,89
Nova Lima	66,27	33,73

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2010.

De acordo com os dados do Censo Demográfico do IBGE (2022), a análise da composição da população por sexo nos municípios da AER aponta uma leve predominância da população feminina sobre a masculina. Em Nova Lima, a razão de sexos em 2010 era de 93,09, o que indicava que, para cada 100 mulheres, havia 93 homens. Em 2022, essa razão aumentou para 94,35, sugerindo uma aproximação entre os sexos ao longo do período, embora ainda com uma leve predominância feminina.

Os dados nacionais e de Minas Gerais apresentam uma proporção de homens e mulheres bastante semelhante. Sendo assim, os dados relativos à AER podem ser visualizados no **Quadro 6.3-6.**

Quadro 6.3-6 - Razão de Sexo da AER, Minas Gerais e Brasil – 2022.

Municípios	Homens		Mulheres		Razão de sexos	
	2010	2022	2010	2022	2010	2022
Brasil	78.757.681	98.532.431	83.223.618	104.548.325	94,63	94,25
Minas Gerais	8.265.021	10.015.709	8.625.960	10.524.280	95,82	95,17
Nova Lima	34.185	54.224	36.721	57.473	93,09	94,35

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2010 e 2022.

Quanto à estrutura etária (**Figura 6.3-5**), os dados da AER indicam um maior quantitativo na população de jovens adultos, especialmente na faixa etária de 20 a 29 anos, com destaque para o número maior de mulheres em relação aos homens. Esse padrão se repete em outras faixas etárias, como de 30 a 39 anos e de 40 a 49 anos, evidenciando um perfil populacional jovem-adulto mais expressivo. Por outro lado, nas faixas etárias mais altas, observa-se uma diminuição acentuada da população, com uma redução progressiva nas faixas de 70 a 79 anos, de 80 a 89 anos e de 90 a 99 anos, particularmente em relação ao número de homens, o que reflete uma diminuição na proporção de idosos em comparação com as faixas etárias mais jovens.

Essa disparidade entre os sexos nas faixas etárias mais avançadas reflete um padrão global de maior longevidade feminina, conforme destacado no estudo de Garbato (2018), o que contribui para o aumento da população idosa feminina e para a diminuição da masculina nas faixas mais altas da pirâmide etária.

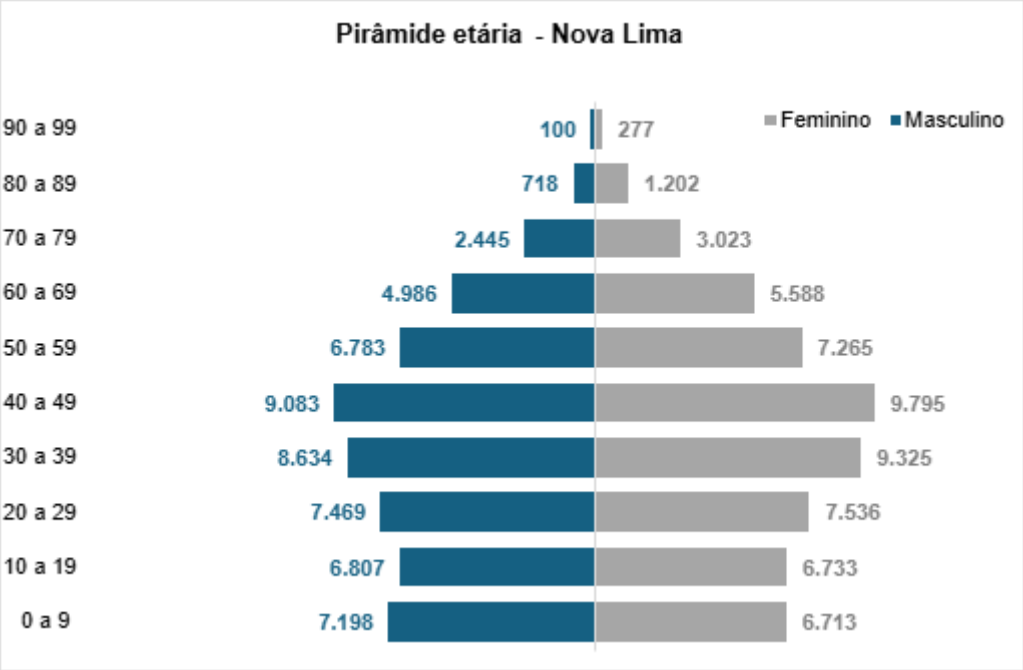


Figura 6.3-5 - Distribuição da População por Grupos Etários em Nova Lima – 2022.

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2022.

6.3.1.4.2. Condições de Vida

Para avaliar as condições de vida da população na AER, foram utilizados dois indicadores amplamente reconhecidos, que permitem a análise do município de Nova Lima, bem como a comparação com os resultados do estado de Minas Gerais: o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS).

A) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

O IDHM é um indicador desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e pela Fundação João Pinheiro (Atlas do Desenvolvimento Humano). Esse índice associa três componentes essenciais para a avaliação do desenvolvimento humano nas esferas municipal e regional:

- Longevidade, que reflete as condições de saúde da população, tendo como medida a esperança de vida ao nascer;
- Educação, elaborado pela combinação da taxa de alfabetização de adultos e pela taxa combinada de matrícula nos níveis de ensino fundamental, médio e superior; e
- Renda, que se baseia no poder de compra da população, medido pelo PIB per capita.

O IDHM é uma adaptação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) global, ajustado para a escala municipal (JANUZZI, 2012; Pnud Brasil, Ipea e FJP, 2012). A combinação desses indicadores resulta num índice que varia de 0 a 1, sendo o mais desenvolvido o índice próximo de 1. A classificação do PNUD para o IDH segundo faixas de desenvolvimento, é apresentada a seguir no **Quadro 6.3-7.**

Quadro 6.3-7 – Índices do IDH.

Parâmetro	Valor do Índice
Muito Alto	0,800 a 1,000
Alto	0,700 a 0,799
Médio	0,600 a 0,699
Baixo	0,500 a 0,599
Muito Baixo	0,000 a 0,499

Fonte: Pnud Brasil, Ipea e FJP - Atlas do Desenvolvimento Humano Brasil, 2012.

Até o fechamento deste EIA, os dados mais recentes disponíveis do IDHM no Brasil referem-se ao Censo Demográfico de 2010. Isso ocorre porque o cálculo do IDHM depende de informações detalhadas sobre renda, educação e longevidade, que são obtidas por meio dos censos demográficos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Embora o Censo Demográfico de 2022 tenha sido concluído, os dados necessários para o cálculo do IDHM ainda não foram totalmente processados e

divulgados. O IBGE adota uma política de revisão de dados divulgados, o que significa que os resultados passam por um processo de crítica e imputação para garantir a qualidade e a precisão das informações. Esse processo pode levar algum tempo, o que explica a ausência de dados atualizados do IDHM com base no Censo de 2022 até o momento.

Ao comparar o IDHM entre os anos de 1991 e 2010, observa-se um crescimento consistente nas localidades analisadas. Em 2010, o IDHM de Minas Gerais foi de 0,731, classificado como "alto". No mesmo ano, Nova Lima atingiu um índice de 0,813, o mais elevado do estado, posicionando-se em 1º lugar no ranking estadual (à frente da capital mineira) e enquadrando-se na faixa de “muito alto” desenvolvimento humano, conforme apresentado no **Quadro 6.3-8**.

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud Brasil, Ipea e FJP, 2012), Nova Lima ocupava, em 2010, a 17ª posição no ranking nacional, evidenciando seu destaque entre os municípios brasileiros com os mais altos níveis de desenvolvimento humano.

Quadro 6.3-8 - Evolução do IDHM na AER e estado de Minas Gerais.

Índice	Minas Gerais			Nova Lima		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
IDHM	0,478	0,624	0,731	0,523	0,684	0,813
IDHM - Renda	0,618	0,680	0,730	0,657	0,746	0,864
IDHM - Longevidade	0,689	0,759	0,838	0,707	0,791	0,885
IDHM - Educação	0,257	0,470	0,638	0,308	0,543	0,704

Legenda de cores: azul: muito alto (0,8000 – 1,000); verde: alto (0,700-0,799); amarelo: médio (0,600-0,699); laranja: baixo (0,500-0,599); vermelho:> muito baixo (0,000-0,499).

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP, 2022.

Ao analisar os componentes do IDHM, observa-se que a longevidade apresentou importantes avanços. Em Minas Gerais, o componente de longevidade passou de 0,689 em 1991 para 0,838 em 2010, refletindo melhorias significativas nas condições de saúde e no aumento da expectativa de vida ao nascer. Paralelamente, Nova Lima registrou um aumento de 0,707 para 0,885. Esses avanços são atribuídos aos progressos em ciência e medicina, que possibilitaram tratamentos mais eficazes e prevenção de doenças, impactando positivamente a qualidade de vida da população.

O componente educação também apresentou melhorias consideráveis ao longo do

período, refletindo avanços nas taxas de alfabetização e maior acesso ao ensino fundamental, médio e superior. Em Minas Gerais, o IDHM Educação foi de 0,257 em 1991, subindo para 0,638 em 2010. Nova Lima, por sua vez, apresentou um aumento de 0,308 para 0,704. Esses números indicam que houve progressos nas oportunidades educacionais, o que contribui para um aumento da formação profissional e do capital humano, impactando diretamente no desenvolvimento social e econômico das regiões.

Já o componente renda, embora tenha avançado, ainda enfrenta desafios. Em Minas Gerais, o IDHM Renda subiu de 0,618 em 1991 para 0,730 em 2010, refletindo uma melhoria no poder de compra da população. Nova Lima apresentou um avanço mais acentuado, passando de 0,657 para 0,864 no mesmo período. Apesar do aumento no PIB per capita e da melhoria do poder de compra, os dados mostram que a distribuição de renda continua sendo um obstáculo, limitando o desenvolvimento humano em algumas áreas e ressaltando a necessidade de políticas públicas para reduzir as desigualdades socioeconômicas.

B) Índice Mineiro de Responsabilidade Social – IMRS

O Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), criado pela Lei Estadual n° 15.011 de 2004, tem como objetivo fornecer parâmetros e subsídios para que o poder público avalie os resultados de suas ações e promova a melhoria da qualidade de vida da população. A Fundação João Pinheiro (FJP) é responsável pelo cálculo do índice a cada dois anos, abrangendo diversas dimensões relacionadas ao bem-estar social e à infraestrutura dos municípios. Em 2020, o IMRS abrangeu as seguintes dimensões: Educação, Saúde, Vulnerabilidade Social, Segurança Pública, Meio Ambiente, Saneamento e Habitação, e Cultura, Esporte e Lazer, sendo obtido a partir de uma média ponderada dos indicadores de cada dimensão.

Para cada uma dessas dimensões, foram selecionados temas relevantes que refletem as condições da população ou de determinado evento no município, em um dado momento. Esses temas são analisados em termos dos objetivos a serem alcançados pelas políticas públicas e dos esforços do poder público, que se traduzem em ações, investimentos, oferta de bens e serviços, bem como na disponibilização de estruturas e equipamentos, com o intuito de alcançar os objetivos estabelecidos pelas políticas públicas.

Para o cálculo do IMRS, a média trienal dos indicadores selecionados de cada dimensão é transformada em índices que variam entre 0 e 1. Na definição dos valores “melhor” (= a

1) e “pior” (= a 0), foram considerados padrões existentes, metas governamentais e/ou a distribuição dos valores observados. Em alguns casos, os valores da fórmula sofreram ainda transformações, por meio de funções específicas.

Já o índice de cada dimensão é obtido pela média ponderada dos indicadores selecionados de cada tema, que também variam entre 0 e 1. Por fim, o IMRS é também uma média ponderada dos índices de cada dimensão.

Ao avaliar os resultados do IMRS, observa-se que houve variações significativas entre os períodos de 2010 e 2020. Essas variações refletem os impactos das políticas públicas implementadas ao longo desse período, além das condições locais de cada município (**Figura 6.3-6** e **Quadro 6.3-9**).

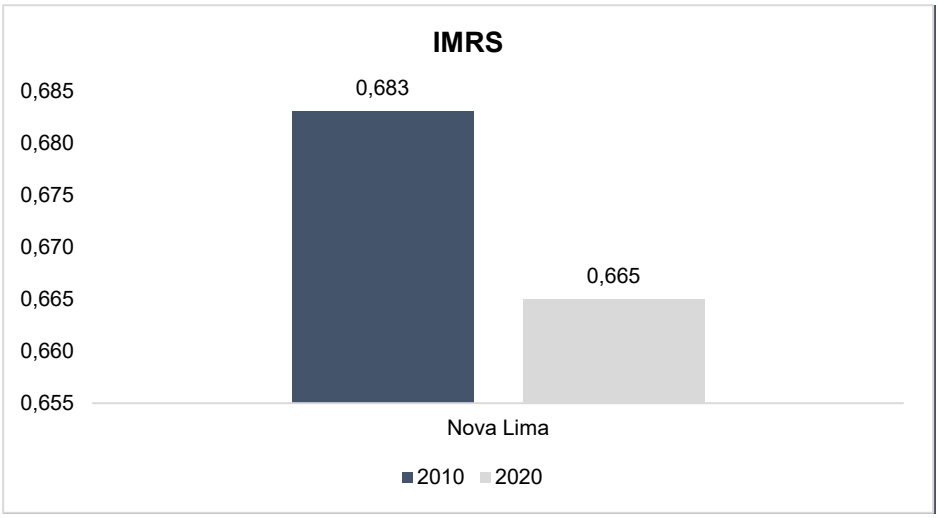


Figura 6.3-6 - Evolução do IMRS na AER.

Fonte: IMRS - Fundação João Pinheiro, 2020.

Quadro 6.3-9 - Evolução do IMRS na AER por componente

Índice Mineiro de Responsabilidade Social	2010	2020
IMRS Geral	0,683	0,665
Componente Saúde	0,608	0,802
Componente Educação	0,604	0,622
Componente Vulnerabilidade	-	0,757
Componente Segurança Pública	0,658	0,615
Componente Saneamento e Meio Ambiente	0,767	0,505

Nota: Não há dados disponíveis para o ano de 2010 no item de vulnerabilidade referente ao IMRS.

Fonte: IMRS - Fundação João Pinheiro, 2020.

Nova Lima, apresentou uma pequena queda no IMRS geral, que passou de 0,683 em 2010 para 0,665 em 2020, uma diminuição de 2,6%. No entanto, ao observar as dimensões individualmente, é possível perceber avanços em áreas específicas.

No indicador de Saúde, Nova Lima teve um crescimento significativo, subindo de 0,608 em 2010 para 0,802 em 2020. Esse aumento reflete melhorias no sistema de saúde local e maior acesso a tratamentos médicos. Em Educação, o município também registrou uma leve evolução, com o índice subindo de 0,604 em 2010 para 0,622 em 2020. Embora o progresso tenha sido gradual, ele indica avanços nas oportunidades educacionais. Já no campo da Segurança Pública, o índice apresentou uma estabilidade, com uma leve redução, de 0,658 para 0,615 no período de 2010 a 2020. Por fim, em Saneamento e Meio Ambiente, o município enfrentou uma queda mais acentuada, de 0,767 para 0,505, indicando dificuldades que exigem mais atenção e recursos.

Os resultados indicam que, ao longo da última década, Nova Lima apresentou variações nos componentes do Índice Mineiro de Responsabilidade Social. Destacam-se os avanços expressivos na área da saúde, cujo indicador passou de 0,608 para 0,802, e um leve aumento no componente de educação. Por outro lado, observaram-se reduções significativas em outros domínios, especialmente no componente de Saneamento e Meio Ambiente (cerca de 34,15% entre 2010 e 2022), além uma leve queda nos indicadores relacionados à Segurança (6,53%).

Vale ressaltar que os índices apresentados, como o IDHM e o IMRS, possuem metodologias e indicadores distintos, e, portanto, não devem ser comparados diretamente. Contudo, cada um desses índices oferece um retrato específico das condições de vida da população.

6.3.1.5. Sistema Viário e infraestrutura local e regional

6.3.1.5.1. Infraestrutura de tráfego

Este item descreve a estrutura viária existente no município de Nova Lima e suas proximidades imediatas, detalhando os principais aspectos da infraestrutura de tráfego, a partir de imagens de satélite e informações obtidas no site da Prefeitura Municipal (NOVA LIMA, 2025).

No que diz respeito ao sistema viário e à infraestrutura local de rodovias, observa-se um padrão de deslocamento de acesso da região interiorana no estado, em direção a capital Belo Horizonte, principalmente para o sul e sudeste do estado. O **Quadro 6.3-10** apresenta as

principais rodovias federais e estaduais do município, indicando as conexões municipais e a condição da via e o **Figura 6.3-7** espacializa o sistema viário existente na AER.

Quadro 6.3-10 - Principais rodovias de Nova Lima

Rodovias Federais e Estaduais	Nova Lima	
	Ligando	Condição
MG-030	Belo Horizonte – Rio Acima	Pavimentada simples e dupla
MG-437	Nova Lima – Sabará	Vicinal
BR-356	Belo Horizonte – Itabirito	Pavimentada simples
BR-040 (MG-155)	Belo Horizonte – Itabirito	Pavimentada dupla

Fonte: Google Maps, 2024; DER-MG, 2025.

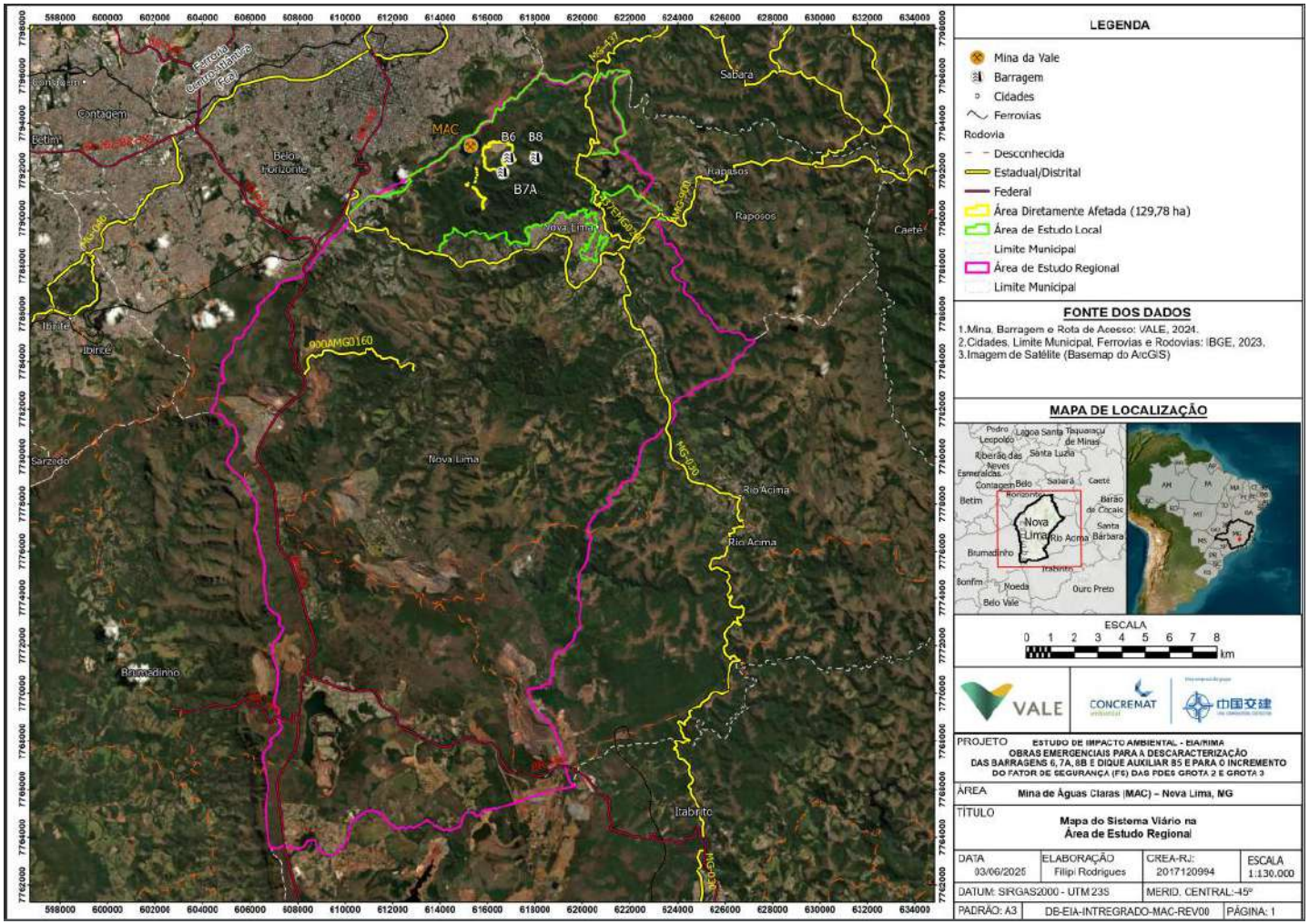


Figura 6.3-7 - Mapa do Sistema Viário da AER

A MG-030 liga o município de Belo Horizonte ao município de Rio Acima, atravessando o principal núcleo urbano de Nova Lima, na porção norte do município. De Belo Horizonte até o centro urbano de Nova Lima, a via é pavimentada e possui pista dupla, a partir daí, até Rio Acima, a pista é simples. Embora apenas 54% da MG-030 seja pavimentada, todo trecho dentro no município de Nova Lima conta com pavimentação. Essa rodovia é a única via de acesso entre o núcleo urbano de Nova Lima e a capital do estado, recebendo um fluxo diário estimado em cerca de 15 mil veículos (AGÊNCIA MINAS, 2022).

Outra importante rodovia estadual que atravessa o município é a MG-437, que conecta o núcleo urbano de Nova Lima ao município de Sabará. Esse trecho de 12,6 km de extensão e possui revestimento primário (encascalhado), sendo popularmente conhecido como “estrada velha” (JORNAL BELVEDERE, 2023). Além de ligar Nova Lima a Sabará, a MG-437 também dá acesso à BR-262, uma importante rodovia federal. Apesar de representar o caminho mais curto até a região da Pampulha e aos bairros da região leste de Belo Horizonte, suas condições precárias – por se tratar de uma estrada de terra – tornam o trajeto mais demorado do que rotas mais longas, porém asfaltadas.

O município de Nova Lima também é cortado por duas importantes rodovias federais: a BR-040 e a BR-356. A BR-040 se estende do Distrito Federal até o Rio de Janeiro, cruzando a região central de Minas Gerais e passando por 40 municípios do estado. Em Nova Lima, ela percorre aproximadamente 26,5 km, ligando Belo Horizonte a Itabirito na porção oeste do município.

Já a BR-356 também conecta Belo Horizonte a Itabirito, mas atravessa a região sul de Nova Lima, onde se encontra com a BR-040 nas proximidades das localidades de Residencial Real e Lagoa dos Ingleses. A partir desse ponto, as duas rodovias seguem unificadas até chegarem a Belo Horizonte, onde voltam a se separar. Vale destacar que, dentro do território de Nova Lima, a BR-040 é sobreposta pela rodovia estadual MG-155 – também conhecida como Rodovia Presidente Juscelino Kubitscheck.

Nos trechos em que atravessam o município de Nova Lima, a BR-040 conta com pista dupla e está sob responsabilidade de conservação da União. A BR-356, por sua vez, possui pista simples, também mantida pelo governo federal. Entre as rodovias mencionadas, a MG-437 é a única que ainda não é pavimentada. No entanto, as obras de pavimentação já estão em andamento, viabilizadas por meio de um convênio de cooperação técnica e financeira firmado entre a Prefeitura de Nova Lima e o Governo de Minas Gerais (NOVA LIMA, 2023).

Diante da rápida expansão urbana nos bairros de Belvedere, em Belo Horizonte, e Vila da Serra, Vale do Sereno e adjacências, em Nova Lima, as prefeituras de ambos os municípios vêm atuando em conjunto desde o início de 2024 na implementação de um conjunto de obras viárias. O objetivo é melhorar a mobilidade e a fluidez do trânsito nas áreas limítrofes entre as duas cidades, que têm enfrentado crescente demanda por infraestrutura viária (BELO HORIZONTE, 2024).

Paralelamente, a Prefeitura de Nova Lima também planeja uma série de intervenções estratégicas em seu sistema viário, com foco na integração urbana e na distribuição equilibrada do desenvolvimento. Entre as obras previstas estão: a Avenida de Integração Jardim da Torre, proposta desde o Plano Diretor de 2007; a Avenida de Integração Rio de Peixe, voltada à interiorização do desenvolvimento; a Avenida Florença Perimetral Jardim Canadá, que busca reduzir o tráfego de caminhões pesados no acesso ao bairro; e a Avenida Parque de Ligação Centro, com o objetivo de desafogar o trânsito nas vias centrais e no bairro Santa Cruz (NOVA LIMA, 2024).

6.3.1.5.2. Condições de tráfego usuais nas áreas de estudo

Com base nas informações de trânsito típico disponibilizadas através da plataforma *Google Maps* (2024), foram selecionados dois horários para amostragem das condições médias de tráfego nas principais rodovias listadas anteriormente. Assim, visando uma amostra de trânsito voltada às obras a serem executadas e a mobilização de trabalhadores, foram selecionados os seguintes horários em dias úteis: segunda-feira, 12:00h (horário de vale); sexta-feira, 18:00h (horário de pico). As **Figura 6.3-8** e **Figura 6.3-9** apresentam as condições de trânsito no município nos dias e horários mencionados.

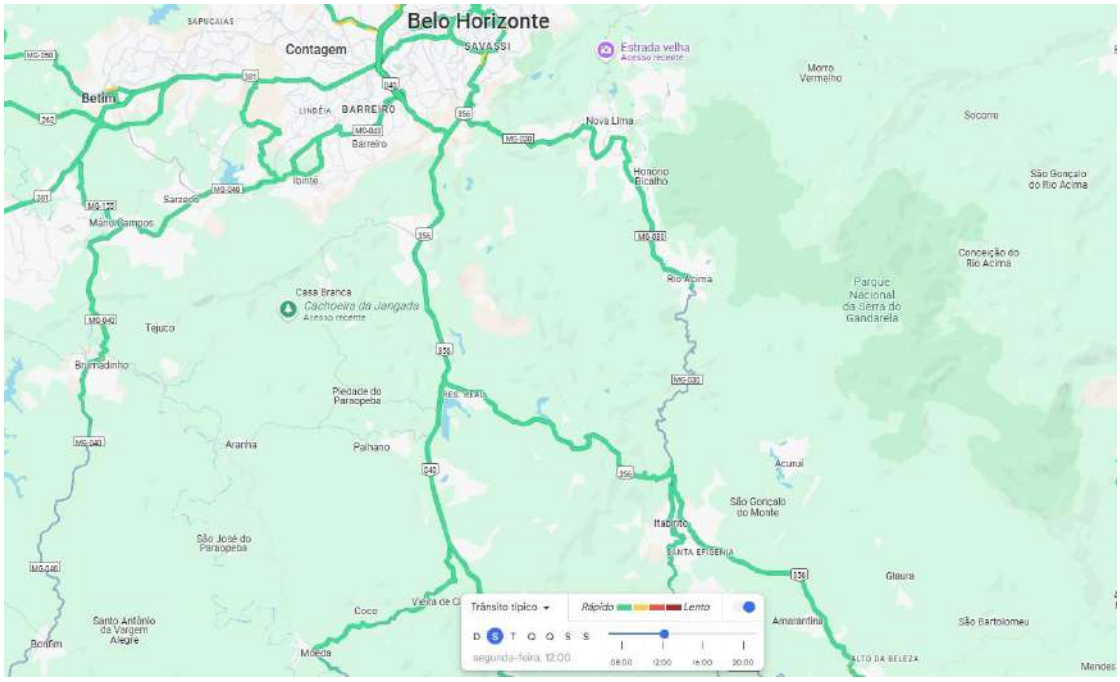


Figura 6.3-8 - Condições de trânsito no município de Nova Lima às segundas-feiras, 12:00h

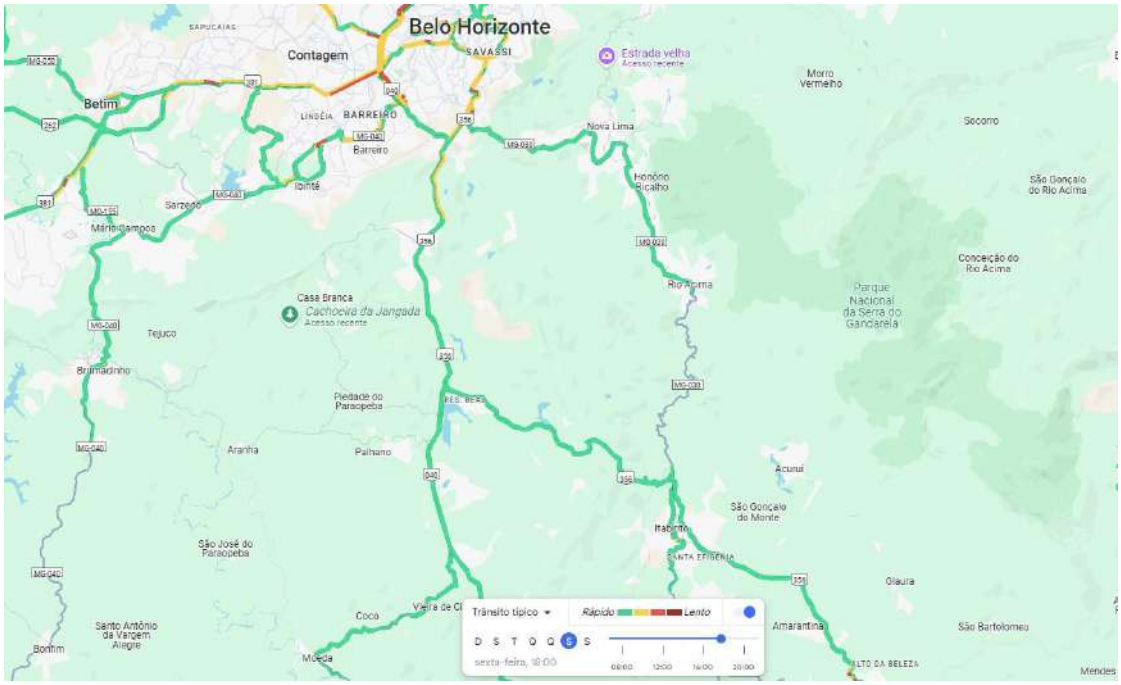


Figura 6.3-9 - Condições de trânsito no município de Nova Lima às sextas-feiras, 18:00h

As condições de trânsito no horário de pico às segundas-feiras, 12:00h, são boas, com tráfego rápido em todas as estradas monitoradas pelo *GoogleMaps* dentro do município de Nova Lima. Já o horário de pico do final da tarde e início da noite às sextas-feiras, 18:00h, apresenta trechos com congestionamento na BR-040 e na MG-030, ambas em direção a Belo Horizonte. Os demais trechos que constam lentidão na imagem não correspondem ao território de Nova Lima.

Nesse contexto, destaca-se que a proximidade de Nova Lima com a capital mineira, Belo Horizonte, influencia diretamente as condições de tráfego, especialmente nos horários de pico. Enquanto o fluxo interno no município se mantém satisfatório em horários como o início da tarde de segunda-feira, o deslocamento em direção à capital, particularmente às sextas-feiras no final da tarde, é impactado por congestionamentos em vias estruturais como a BR-040 e a MG-030. Esses corredores viários são amplamente utilizados tanto por moradores de Nova Lima quanto por trabalhadores que se deslocam diariamente entre os dois municípios, refletindo a forte integração urbana e funcional entre Nova Lima e a Região Metropolitana de Belo Horizonte.

6.3.1.6. Estrutura produtiva e de serviços, especificando tipo e aspectos da produção, nível tecnológico e aspectos da economia informal

A avaliação da estrutura produtiva é essencial para compreender as características socioeconômicas de Nova Lima. Para isso, a análise de indicadores macroeconômicos, como o Produto Interno Bruto (PIB), o PIB per capita, a formalidade dos empregos e os rendimentos das populações, é crucial para entender as dinâmicas econômicas na AER.

Neste contexto, as informações utilizadas para o levantamento foram obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que apresenta dados do PIB dos municípios brasileiros para o período de 2017 a 2021. A escolha desse período permite uma comparabilidade temporal das informações, facilitando a análise da evolução econômica de cada local. Para uma análise mais precisa do crescimento ou declínio da economia de Nova Lima, foram utilizados valores constantes de 2017, ajustando as cifras pela inflação e proporcionando uma visão mais fiel do desempenho real das economias.

De acordo com os dados apresentados no **Quadro 6.3-11** a evolução do PIB de Minas Gerais e Nova Lima entre 2017 e 2021 revela diferentes dinâmicas econômicas nos locais analisados. A Taxa de Crescimento Anual Composta (TGCA), que calcula a variação média

anual do PIB de cada local, também foi apresentada, permitindo observar a intensidade do crescimento ou da desaceleração econômica ao longo do período.

Dessa forma, foi identificado que, de forma geral, o estado de Minas Gerais registrou uma desaceleração em sua economia no intervalo analisado. Este recuo pode ser influenciado por uma combinação de fatores, como a dependência de setores da economia - por exemplo, comércio e serviços - em alguns municípios que foram severamente afetados pela pandemia de COVID-19. Sendo assim, esse período de crise gerou reflexos diretos nas economias dos municípios de Minas Gerais, com quedas no consumo e nas atividades comerciais, resultando na desaceleração econômica do estado de Minas Gerais (-18,73%).

Nesse sentido, Nova Lima, embora tenha enfrentado uma queda no PIB, observou uma redução mais moderada de -9,30%, quando comparada com a retração econômica de Minas Gerais. O PIB da cidade passou de R$ 9,12 bilhões em 2017 para R$ 6,17 bilhões em 2021. Essa desaceleração mais branda pode ser explicada pelo grau de diversificação econômica de Nova Lima, que possui setores como a mineração, com grande peso em sua economia. A mineração, por ser uma atividade essencial, não foi tão impactada pela pandemia, o que ajudou a suavizar os efeitos da desaceleração econômica, em comparação com Belo Horizonte, que é mais dependente de setores como comércio e serviços.

Quadro 6.3-11 - PIB e Taxa Geométrica de Crescimento Anual.

Localidades	PIB (mil reais) - Valores Constantes (2017)					TGCA
	2017	2018	2019	2020	2021	
Minas Gerais	R$ 576.375.545	R$ 483.702.312	R$ 446.177.359	R$ 445.623.682	R$ 251.481.111	-18,73 %
Nova Lima	R$ 9.117.141	R$ 8.218.664	R$ 8.119.191	R$ 7.972.935	R$ 6.170.557	-9,30%

Fonte: IBGE - Produto Interno Bruto, 2021.

Embora a análise do PIB seja relevante, ela não oferece uma visão completa da economia e da qualidade de vida das populações locais, dado a complexidade das dinâmicas socioeconômicas. O PIB per capita, que reflete a quantidade de riqueza gerada por pessoa, é, portanto, um indicador mais preciso para compreender a distribuição de recursos e a capacidade produtiva das unidades territoriais (IBGE, 2025). Este indicador é calculado

dividindo-se o valor total do PIB pela população residente da localidade, permitindo avaliar o quanto do PIB "pertenceria" a cada indivíduo se a riqueza fosse distribuída igualmente.

De acordo com os dados apresentados no **Quadro 6.3-12**, Nova Lima registrou o maior PIB per capita em 2021, alcançando R$ 63.367,05, evidenciando uma economia local com maior capacidade de geração de riqueza por habitante em comparação com o estado de Minas Gerais.

Minas Gerais enfrentou uma queda acentuada no PIB, que passou de R$ 576,38 bilhões em 2017 para R$ 251,48 bilhões em 2021, uma redução de cerca de 56%. O PIB per capita apresentou uma redução expressiva, caindo de R$ 27.291,11 para R$ 11.744,91, uma queda de aproximadamente 57%. Nesse período, a pandemia afetou diversos setores da economia mineira, especialmente no segundo trimestre de 2020, quando medidas de distanciamento social e restrições às atividades econômicas foram implementadas para conter a disseminação do vírus. Essas ações resultaram em uma contração econômica significativa, seguida por uma recuperação gradual nos trimestres subsequente (SILVA ET AL., 2022).

Por outro lado, Nova Lima, mesmo apresentando uma queda no PIB, teve uma diminuição menos expressiva em comparação com Minas Gerais. O PIB de Nova Lima passou de R$ 9,12 bilhões em 2017 para R$ 6,17 bilhões em 2021, uma redução de cerca de 32%. A população da cidade cresceu de 94.882 habitantes em 2017 para 97.378 em 2021, o que representa um aumento de aproximadamente 2,7%. Mesmo com esse crescimento populacional, o PIB per capita de Nova Lima se manteve o mais alto em relação ao estado, mas com uma redução de cerca de 34%, de R$ 96.089,26 em 2017 para R$ 63.367,05 em 2021. Apesar disso, a cidade manteve o maior PIB per capita ao longo de todo o período, em comparação com Minas Gerais.

Em resumo, o período de 2017 a 2021 foi marcado por uma forte retração econômica para Minas Gerais, com quedas substanciais no PIB e no PIB per capita. Nova Lima, embora também tenha sofrido impactos negativos, de forma geral, manteve um PIB per capita elevado em comparação com as demais regiões, evidenciando uma economia mais resiliente, com uma geração de riqueza considerável por habitante.

Quadro 6.3-12 – Evolução do PIB per capita.

Intervalo	Categoria	Minas Gerais	Nova Lima
2017	PIB (mil reais)	R$ 576.375.545,00	R$ 9.117.141
	População	21.119.536	94.882
	PIB per Capita	R$ 27.291,11	R$ 96.089,26
2018	PIB (mil reais)	R$ 483.702.311,73	R$ 8.218.664
	População	21.040.662	95.394
	PIB per Capita	R$ 22.988,93	R$ 86.154,93
2019	PIB (mil reais)	R$ 446.177.359,12	R$ 8.119.191
	População	21.168.791	96.157
	PIB per Capita	R$ 21.077,13	R$ 84.436,81
2020	PIB (mil reais)	R$ 445.623.681,90	R$ 7.972.935
	População	21.292.666	96.157
	PIB per Capita	R$ 20.928,51	R$ 82.915,80
2021	PIB (mil reais)	R$ 251.481.111,46	R$ 6.170.557
	População	21.411.923	97.378
	PIB per Capita	R$ 11.744,91	R$ 63.367,05

Fonte: IBGE - Produto Interno Bruto, 2021.

Em 2021, a composição do Valor Adicionado Bruto (VAB) evidencia a predominância do setor industrial na economia local, responsável por cerca de R$ 13,9 bilhões, o que equivale a 70,04% do total, reflexo da forte presença de atividades mineradoras e industriais no município (**Figura 6.3-10**). O setor de serviços aparece em segundo lugar, com participação de 26,25%, totalizando aproximadamente R$ 5,2 bilhões, indicando um papel relevante nas dinâmicas econômicas urbanas e na oferta de atividades complementares à indústria. A administração pública contribuiu com R$ 736,6 milhões, representando 3,70% do VAB, enquanto o setor agropecuário teve participação marginal, com apenas R$ 3,3 milhões, ou 0,02% do total, o que reflete o perfil urbano-industrial do município. Esses dados destacam o elevado grau de industrialização de Nova Lima, com impactos diretos na geração de riqueza e na estrutura econômica municipal, especialmente o setor da mineração.

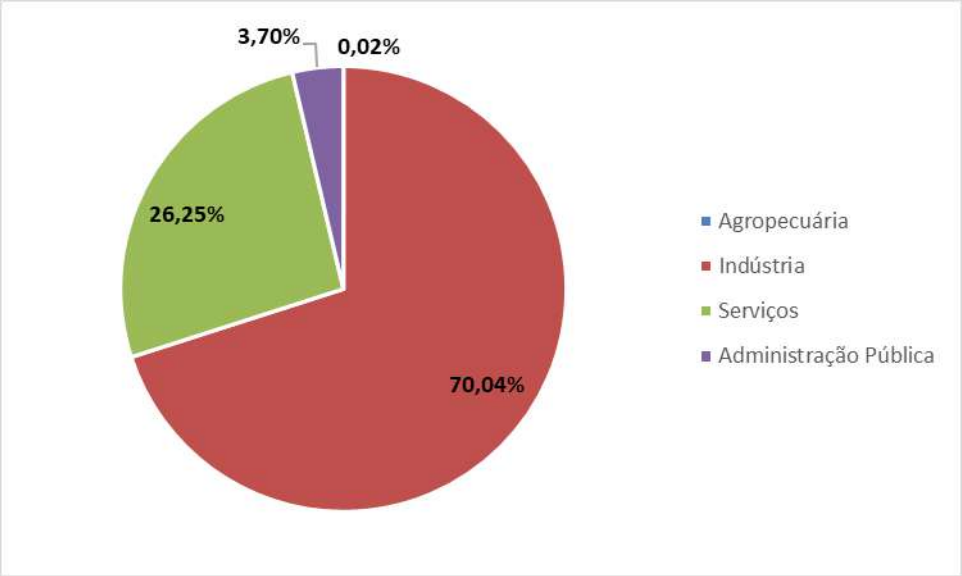


Figura 6.3-10 - Valor adicionado bruto a preços correntes total por setores da economia – Nova Lima - 2021

A análise do mercado de trabalho no município de Nova Lima e no estado de Minas Gerais, com base nos dados do IBGE de 2010, (os mais recentes divulgados pelo Instituto até a elaboração deste estudo) aponta tendências significativas na formalização do emprego e na distribuição das ocupações ao longo da década de 2000 a 2010, conforme apresentado no **Quadro 6.3-13.**

Em 2000, apenas 37,55% dos trabalhadores em Minas Gerais possuíam carteira de trabalho assinada, enquanto em Nova Lima o percentual atingiu 55,95%. Essa diferença se manteve em 2010, quando a proporção de trabalhadores formalizados aumentou em ambas as localidades (Minas Gerais passou para 46,35% e Nova Lima para 63,80%). Desse modo, a maior valorização da formalização no mercado de trabalho foi observada em Nova Lima, ultrapassando a média estadual. Esses dados indicam que, ao longo da década, Nova Lima experimentou uma maior formalização do mercado de trabalho em relação ao estado, sugerindo uma tendência de melhoria nas condições de trabalho no município.

A informalidade no mercado de trabalho apresentou uma redução considerável entre 2000 e 2010. Em 2000, Minas Gerais registrava 26,64% de trabalhadores informais, enquanto Nova Lima apresentou um percentual de informalidade inferior, com 18,11%. Em 2010, essa taxa foi reduzida de forma significativa em todas as regiões, com Minas Gerais alcançando 20,69% e Nova Lima 12,46%.

Em síntese, entre 2000 e 2010, os dados indicam que Nova Lima registrou uma maior formalização e redução da informalidade em comparação com Minas Gerais, refletindo uma melhoria nas condições de trabalho e empregabilidade na localidade.

Quadro 6.3-13 - Perfil do mercado de trabalho.

Categoria de Emprego	Ano	Minas Gerais	Nova Lima
Empregado - Com carteira de trabalho assinada	2000	37,55%	55,95%
	2010	46,35%	63,80%
Empregado - Militar e Funcionário público	2000	6,53%	4,74%
	2010	6,42%	3,40%
Empregado - Sem carteira de trabalho assinada	2000	26,64%	18,11%
	2010	20,69%	12,46%
Não remunerado em ajuda a membro do domicílio	2000	2,61%	0,95%
	2010	1,39%	0,73%
Trabalhador na produção do próprio consumo	2000	2,15%	0,16%
	2010	3,18%	0,39%
Empregador	2000	3,11%	2,75%
	2010	1,97%	3,52%
Conta Própria	2000	21,42%	17,33%
	2010	19,99%	15,71%

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2000 e 2010.

No que tange às faixas de rendimento dos trabalhadores ocupados, os dados do Censo Demográfico de 2010 revelam que as faixas de rendimento mais comuns no município de Nova Lima apresentam uma concentração significativa nas faixas de até 1 salário-mínimo e de 1 a 2 salários-mínimos (**Quadro 6.3-14**).

Em Nova Lima, a maior parte da população ocupada recebe até 1 salário-mínimo, com 28,82% dos trabalhadores (14.696 pessoas) nessa faixa. No entanto, o município se destaca por apresentar um percentual mais elevado de trabalhadores na faixa de 1 a 2 salários-mínimos, com 33,08% da população ocupada (16.865 pessoas). Esse dado evidencia uma concentração significativa de trabalhadores nas faixas intermediárias, refletindo uma estrutura econômica local que favorece a ocupação em níveis de renda um pouco mais elevados em comparação com o estado de Minas Gerais.

Em resumo, apesar das semelhanças na distribuição das faixas de renda, Nova Lima se destaca por uma maior concentração de trabalhadores nas faixas intermediárias de rendimento, sugerindo uma economia local com melhores condições de remuneração e maior formalização do emprego. Essas diferenças indicam que Nova Lima apresenta um perfil mais favorável ao crescimento da classe média em comparação com Minas Gerais, de forma geral.

Quadro 6.3-14 - Percentual de pessoas com 10 anos ou mais, ocupadas na semana de referência, valor do rendimento nominal médio por faixas de rendimento, 2010.

Salários	Brasil	Minas Gerais	Nova Lima
Até 1 salário-mínimo	41,32	45,01	28,82
de 1 a 2 salários-mínimos	30,25	30,07	33,08
de 2 a 5 salários-mínimos	18,89	17,08	21,93
de 5 a 10 salários-mínimos	6,13	5,11	7,33
de 10 a 20 salários-mínimos	2,29	1,83	3,89
Mais de 20 salários-mínimos	1,11	0,90	4,96

Fonte: IBGE - Censo Demográfico – 2010.

De forma geral, os dados analisados indicam que Nova Lima apresenta um perfil socioeconômico mais consolidado, marcado por uma forte vocação industrial com destaque para o setor de mineração. Essa especialização contribui para um mercado de trabalho mais formalizado, com baixos índices de informalidade e significativa presença de ocupações com rendimentos intermediários e elevados. A predominância de atividades econômicas de maior complexidade, como a mineração, favorece a geração de empregos mais estáveis e mais bem remunerados, refletindo um ambiente econômico dinâmico. Nesse contexto, Nova Lima se consolida como um importante polo regional dentro da RMBH, com melhores condições de inserção no mercado de trabalho e potencial ampliado para o fortalecimento de sua base produtiva e da classe média local.

6.3.1.7. Patrimônio Cultural

Este item apresenta os principais patrimônios históricos, culturais e arqueológicos acautelados no município de Nova Lima, que compõe a AER. A identificação desses patrimônios foi realizada com base em consultas às bases de dados, principalmente do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA-MG) e da Prefeitura Municipal de Nova Lima (2025).

De acordo com o artigo 216 da Constituição Federal de 1988, "*constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira*", que se manifestam em:

I – as formas de expressão;

II – os modos de criar, fazer e viver;

III – as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV – as obras, objetos, documentos, edificações demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V – os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (BRASIL, 1988, não paginado).

Assim, o Patrimônio Cultural se expressa de duas formas:

(i) Material – composto por bens imóveis e móveis, núcleos e centros históricos, além de conjuntos paisagísticos urbanos e naturais. Inclui edificações, mobiliário, riquezas arquitetônicas e elementos naturais ou modificados pelo homem que possuam valor histórico, cultural e ambiental;

(ii) Imaterial – representado por manifestações como saberes, celebrações, formas de expressão e lugares simbólicos. Abrange conhecimentos tradicionais, festas populares, danças e outras práticas culturais.

Ainda que o Patrimônio Natural e o Patrimônio Arqueológico possam ser reconhecidos como categorias específicas, integram também o Patrimônio Cultural. O Patrimônio Natural compreende elementos da natureza, como fauna, flora, ecossistemas, formações geológicas e outros recursos naturais que se destacam por sua importância ecológica, científica, cultural ou paisagística. O Patrimônio Arqueológico, por sua vez, envolve bens de natureza material de valor arqueológico, como locais com vestígios de ocupação humana relevante para compreensão cultural.

A legislação brasileira e mineira referente ao patrimônio histórico e artístico estabelece diretrizes essenciais para a preservação e proteção dos bens culturais, sejam eles materiais ou imateriais.

No Brasil, a legislação relacionada ao patrimônio histórico e artístico é composta por uma série de leis, decretos-leis e decretos legislativos que garantem a preservação, proteção e valorização dos bens culturais. A Constituição Federal de 1988 é a principal base legal, com destaque para os Artigos 215 e 216. O Art. 215 garante o pleno exercício dos direitos culturais e o acesso às fontes da cultura nacional, além de estabelecer a criação do Plano Nacional de

Cultura. O Art. 216 define o patrimônio cultural, que engloba manifestações artísticas, científicas e tecnológicas, bem como obras, objetos, edificações e espaços culturais, incluindo sítios de valor histórico, paisagístico, artístico e arqueológico.

No Estado de Minas Gerais, a legislação que protege o patrimônio cultural local é composta por normas estaduais que fortalecem essa preservação. Dentre as principais, destaca-se a Lei Delegada nº 170/2007, que cria o Conselho Estadual do Patrimônio Cultural (CONEP), encarregado de zelar pelo patrimônio cultural do estado. A Lei nº 11.726/1994 estabelece a Política Cultural de Minas Gerais, e o Decreto nº 42.505/2002 regulamenta os registros de bens culturais imateriais. A Deliberação Normativa CONEP nº 07/2014 trata dos estudos de impacto no patrimônio cultural, enquanto as Portarias IEPHA-MG definem os procedimentos para tombamento, registro e avaliação de impacto cultural em projetos. Especificamente, as Portarias nº 28/2024, 52/2014 e 29/2012 detalham os processos para avaliação, elaboração de estudos de impacto e criação de inventários do acervo cultural de Minas Gerais.

Essas normas, tanto federais quanto estaduais, têm o objetivo de garantir a proteção, preservação e valorização do patrimônio cultural, refletindo a importância dos bens culturais na identidade e memória das sociedades brasileiras, seja no contexto nacional ou local.

O IPHAN e o IEPHA-MG também disponibilizam o georreferenciamento dos patrimônios culturais de Nova Lima, para identificação da localização dos bens materiais tombados no município da AER, utilizados para elaboração do **Figura 6.3-11**. Os bens imateriais, por sua vez, não possuem georreferenciamento específico, uma vez que se vinculam a práticas, saberes e expressões culturais associados a uma ampla localidade ou de forma difusa. Por essa razão, podem ser reconhecidos como patrimônio em diferentes escalas (federal, estadual ou municipal) abrangendo todo o território onde tais manifestações culturais se fazem presentes.

Minas Gerais destaca-se por sua significativa relevância histórica no contexto nacional, abrigando bens tombados de grande valor, como igrejas, ferrovias e conjuntos urbanos. O estado concentra mais de 60% do Patrimônio Histórico brasileiro (IEPHA-MG, 2023), fortemente vinculados ao processo histórico de ocupação, mineração e colonização. Vale apontar que o Patrimônio Natural e Paisagístico dos municípios será tratado no item **6.2 – Diagnóstico do Meio Biótico**, que aborda as unidades de conservação existentes na AER.

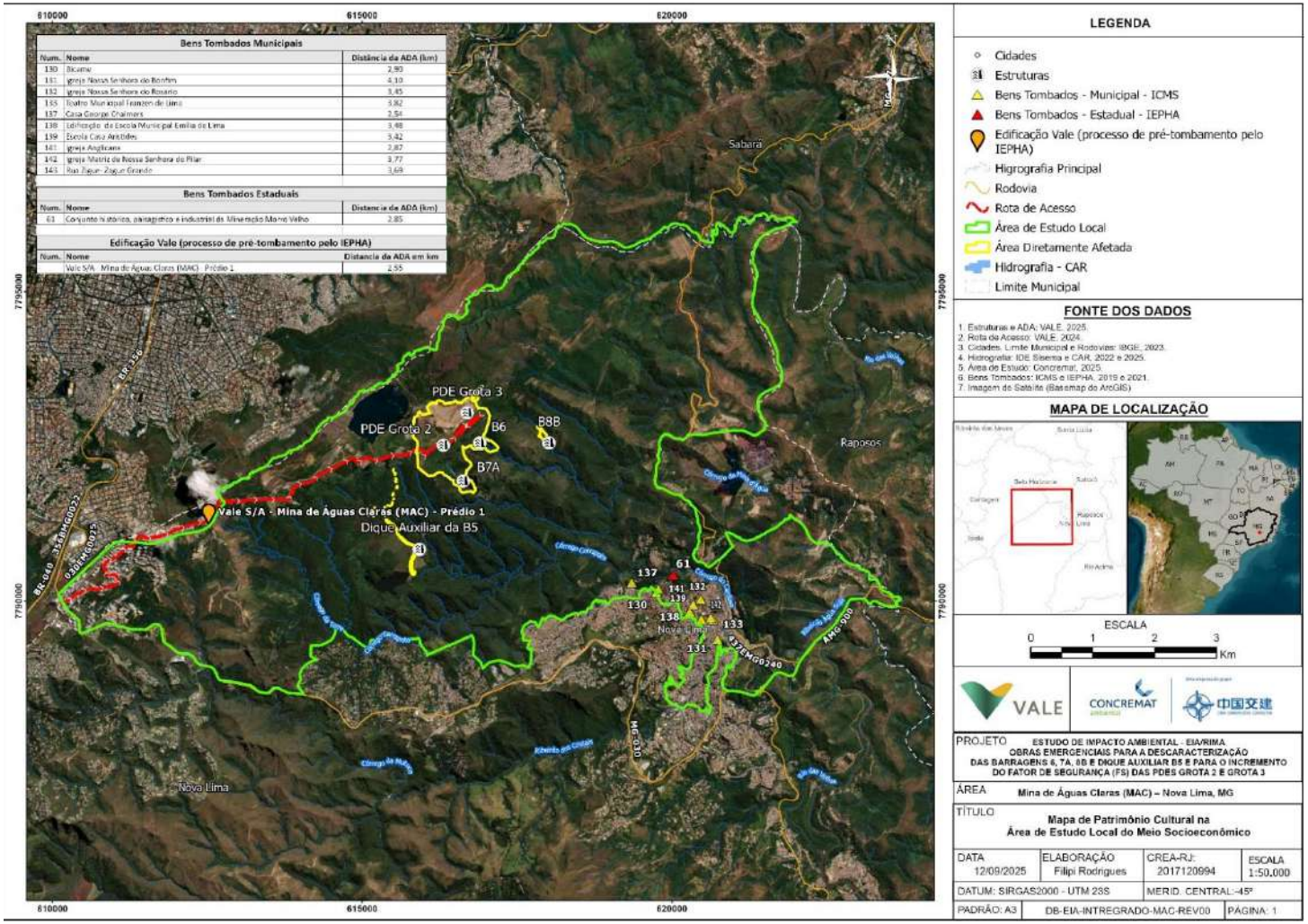
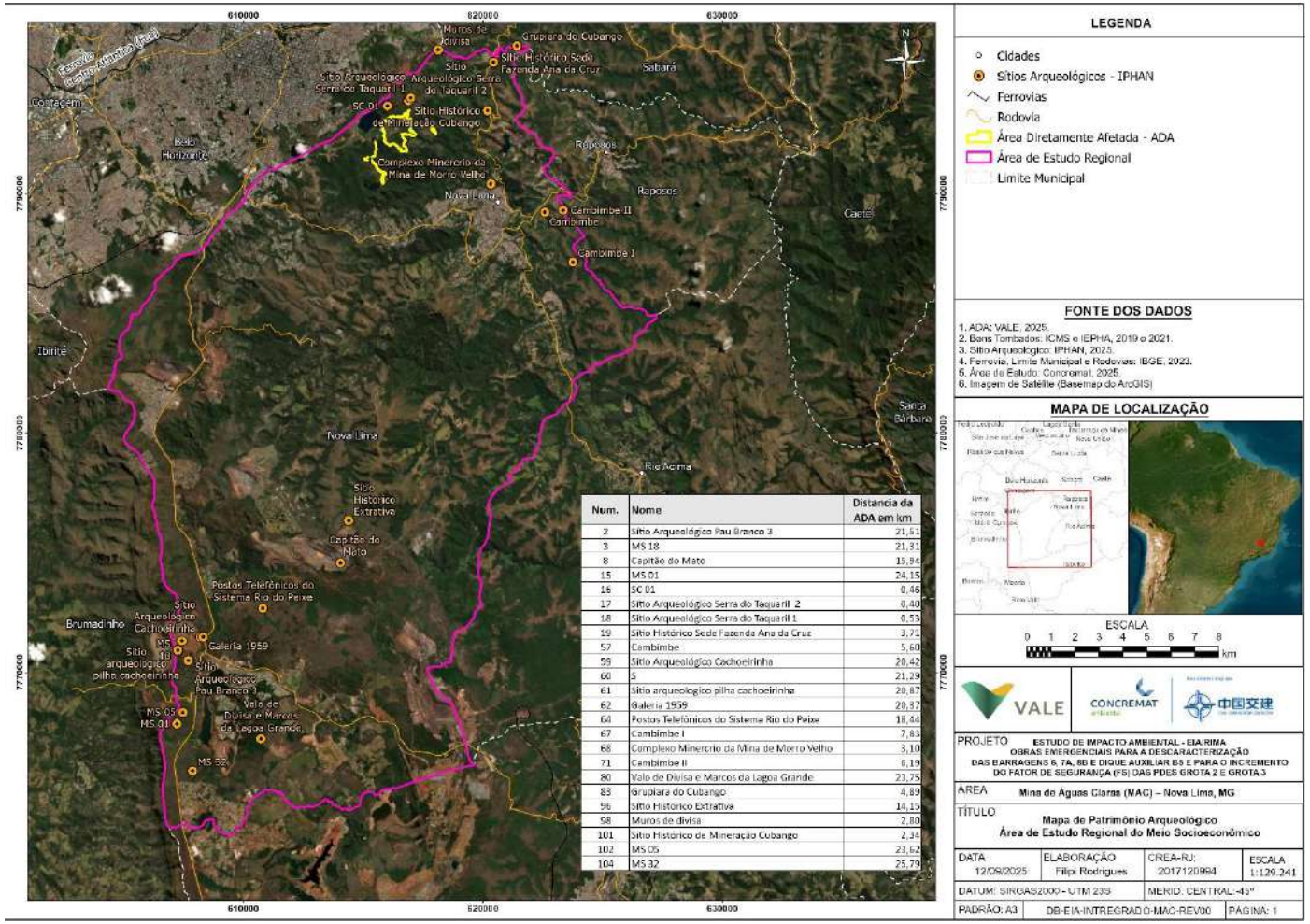


Figura 6.3-11 - Mapa de Localização de Bens Materiais Tombados em Nova Lima



Num.	Nome	Distância da ADA em km
2	Sítio Arqueológico Pau Branco 3	21,51
3	MS 18	21,31
8	Capitão do Mato	15,94
15	MS 01	24,15
16	SC 01	0,46
17	Sítio Arqueológico Serra do Taquaril 2	0,40
18	Sítio Arqueológico Serra do Taquaril 1	0,53
19	Sítio Histórico Sede Fazenda Ana da Cruz	3,71
57	Cambimbe	5,60
59	Sítio Arqueológico Cachoeirinha	20,42
60	5	21,29
61	Sítio arqueológico pilha cachoeirinha	20,87
62	Galeria 1959	20,37
64	Postos Telefônicos do Sistema Rio do Peixe	18,44
67	Cambimbe I	7,83
68	Complexo Minerário da Mina de Morro Velho	3,10
71	Cambimbe II	6,19
80	Vale de Divisa e Marcos da Lagoa Grande	23,75
83	Grupiara do Cubango	4,89
96	Sítio Histórico Extrativo	14,15
98	Muros de divisa	2,80
101	Sítio Histórico de Mineração Cubango	2,34
102	MS 05	23,62
104	MS 32	25,79

Figura 6.3-12 - Mapa de Localização de Sítios Arqueológicos em Nova Lima

Foram identificados no município de Nova Lima bens culturais materiais tombados e bens imateriais, a maioria sob proteção municipal. Esses patrimônios, em sua maioria, datam do século XVIII e XIX, embora tenham sido reconhecidos posteriormente. Eles refletem a história do município marcada pela mineração, pela forte presença inglesa e por tradições religiosas e populares.

Patrimônio Material

Nova Lima conta com quatro patrimônios reconhecidos na categoria de Conjuntos Paisagísticos Urbanos e Naturais, evidenciando a valorização de sua paisagem arquitetônica, intimamente ligada à identidade cultural da cidade. Esses conjuntos preservam elementos históricos e estruturais significativos, associados ao processo de ocupação ligado às atividades mineradoras.

Entre eles, destaca-se o Conjunto Histórico de Morro Velho (**Figura 6.3-13**), que reúne edificações e estruturas associadas a mineração explorada na região desde 1835, sendo reconhecida como a mais antiga mina de ouro em operação contínua. O Conjunto é um dos mais representativos da história econômica e social de Nova Lima, evidenciando a forte presença inglesa e a organização urbana em torno da mineração.

As ruas Zigue-Zague Grande (**Figura 6.3-15**) e Zigue-Zague Pequeno (**Figura 6.3-16**), também reconhecidas como patrimônios culturais na categoria de Conjunto Paisagísticos Urbanos e Naturais, remontam do período colonial, construídas por escravizados. Compostas com traçado em rampas bidimensionais, sua função era facilitar a circulação de pedestres e montarias entre as partes altas e baixas da cidade.

O Conjunto Histórico e Paisagístico da Serra da Calçada é situado entre o município de Brumadinho e Nova Lima, compondo patrimônio de ambos os municípios. Embora sua base georreferenciada seja localizada no município de Brumadinho, o patrimônio abrange o município de Nova Lima também (**Figura 6.3-17**).

Cabe destacar que a edificação do Prédio 1 da Mina de Águas Claras (MAC) está em processo de pré-tombamento pelo IEPHA/MG e dista cerca de 2,55 km da ADA (Vale, 2025). Trata-se de uma etapa inicial, onde o Bem é reconhecido como potencial Patrimônio Cultural, sujeitando-o a restrições para evitar alterações que possam prejudicar sua integridade até a decisão final sobre o tombamento por parte do orgão estadual responsável.

Os demais patrimônios materiais tombados no município são compostos por sete bens da categoria Bem Móvel ou Integrado e 13 da categoria Bens Imóveis. Entre eles, destaca-se o

Bicame (**Figura 6.3-14**), aqueduto construído no século XIX com finalidade de conduzir água para abastecer a Mina do Morro Velho para o processo de lavagem de outro. Em 2002, o Bicame foi reconhecido como símbolo da cidade, revelando não apenas sua importância no histórico de mineração no município, como também sua presença marcante na paisagem urbana atual.

O único patrimônio presente no município protegido a nível federal, reconhecido na categoria de Bem Móvel ou Integrado, são as Obras de Talha da Capela de Fazenda da Jaguara. As peças em questão pertenceram originalmente à capela existente junto à sede da Fazenda Jaguara em Matozinhos/MG e foram incorporadas à Igreja Matriz de Nossa Senhora do Pilar em Nova Lima, que por sua vez também é reconhecida como patrimônio do município (**Figura 6.3-18**).

Considerando que a maioria dos patrimônios culturais de Nova Lima estão localizados na área urbana de Nova Lima, a maior parte deles apresenta uma distância significativa em relação a ADA das obras da MAC. A seguir, tem-se as imagens dos patrimônios destacados e o **Quadro 6.3-15**, que elenca os bens materiais tombados no município, suas categorias, nível de proteção e homologação.



Figura 6.3-13 - Conjunto Histórico Industrial Morro do Velho

Fonte: Nova Lima, 2019.



Figura 6.3-14 - Bicame

Fonte: Ipatrimônio, 2025.

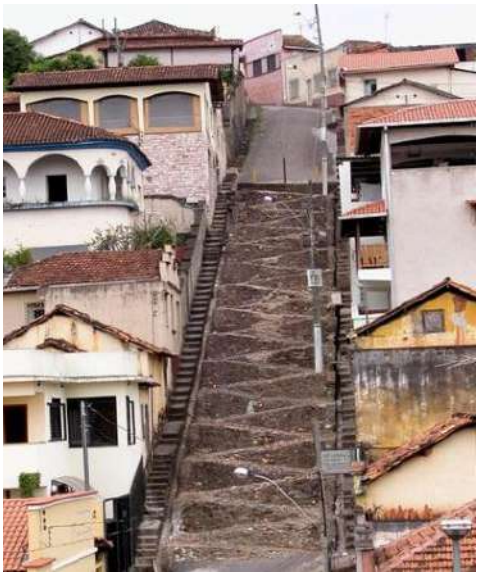


Figura 6.3-15 - Rua Zigue-Zague Grande

Fonte: Ipatrimônio, 2025



Figura 6.3-16 - Rua Zigue-Zague Pequeno

Fonte: Ipatrimônio, 2025



Figura 6.3-17 - Conjunto Histórico e Paisagístico da Serra da Calçada

Fonte: IEPHA-MG, 2025.



Figura 6.3-18 - Obras de Talha da Capela de Fazenda da Jaguara

Fonte: IPHAN, 2025.

Quadro 6.3-15 - Bens Materiais Tombados: Nova Lima

Categoria	Nome	Nível de Proteção	Homologação / Data	Distância em relação a ADA (km)
Bem móvel ou integrado	Obras de Talha da Capela da Fazenda da Jaguara - retábulos e púlpitos - Matriz N. Sra. do Pilar	Federal	Livro do Tombo Histórico: Inscr. nº 277, de 19/06/1950	3,77
Conjuntos paisagísticos Urbanos e Naturais	Conjunto Histórico e Paisagístico da Serra da Calçada – Nova Lima e Brumadinho	Estadual	Reunião do Conselho Curador do IEPHA/MG – 30/07/2008	18,70
Bens Imóveis	Biblioteca Pública Municipal M. Anésia de Mattos	Municipal	Decreto 1655/2000	3,35
Conjuntos paisagísticos Urbanos e Naturais	Rua Zigue-Zaque Pequeno	Municipal	Decreto 1851/2002	3,36
Conjuntos paisagísticos Urbanos e Naturais	Rua Zigue-Zaque Grande	Municipal	Decreto 1659/2000	3,68
Conjuntos paisagísticos Urbanos e Naturais	Conjunto Histórico Industrial de Morro Velho	Municipal	Decreto 9602/2019	2,84
Bem móvel ou integrado	Retábulo-Mor da Igreja Matriz de N; Sra. do Pilar	Municipal	Decreto 1658/2000	3,77
Bem móvel ou integrado	Pia Batismal da Igreja Anglicana	Municipal	Decreto 3356/2010	2,86
Bem móvel ou integrado	Órgão da Igreja Anglicana	Municipal	Decreto 3356/2010	2,86
Bem móvel ou integrado	Imagem N. Sra. Do Pilar - Igreja Matriz N. Sra. do Pilar	Municipal	Decreto 3577/2010	3,77
Bem móvel ou integrado	Imagem N. Sra. da Conceição	Municipal	Decreto 3607/2011	SI
Bem móvel ou integrado	Acervo religioso da Igreja Matriz de N. Sra. do Pilar	Municipal	Decreto 1757/2001	3,77
Bens Imóveis	Teatro Municipal Franzen de Lima	Municipal	Decreto 1654/2000	3,81
Bens Imóveis	Igreja Nossa Sra. do Rosário	Municipal	Decreto 1852/2002	3,44

Categoria	Nome	Nível de Proteção	Homologação / Data	Distância em relação a ADA (km)
Bens Imóveis	Igreja Nossa Sra. do Bonfim	Municipal	Decreto 1853/2002	4,10
Bens Imóveis	Igreja Matriz de N; Sra. do Pilar	Municipal	Decreto 1758/2001	3,77
Bens Imóveis	Igreja Anglicana	Municipal	Decreto 3356/2010	2,86
Bens Imóveis	Escola de Música de Nova Lima	Municipal	Decreto 1854/2002	3,30
Bens Imóveis	Escola Casa Aristides	Municipal	Decreto 1656/2000	3,42
Bens Imóveis	Casa George Chalmers	Municipal	Decreto 2071/2004	2,54
Bens Imóveis	Casa de Cultura Prof. Wilson Chaves	Municipal	Decreto 1578/2000	3,33
Bens Imóveis	Capela São Sebastião de Águas Claras	Municipal	Decreto 1657/2000	7,46
Bens Imóveis	Bicame	Municipal	Decreto 2078/2004	2,89
Bens Imóveis	Edificação da E. M. Emília de Lima	Municipal	Decreto 72010/2016	3,47

Fonte: IPHAN, 2024; IEPHA-MG, 2022.

Patrimônio Imaterial

No que se refere ao patrimônio cultural de natureza imaterial, este abrange os saberes, práticas, celebrações, formas de expressão e os lugares que constituem referências identitárias para grupos e comunidades. Em nível federal, sua proteção é regulamentada pelo Decreto nº 3.551/2000, que institui o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e os instrumentos de salvaguarda por meio dos Livros de Registro dos Bens Culturais de Natureza Imaterial: Saberes, Celebrações, Formas de Expressão e Lugares. A política federal de reconhecimento baseia-se na metodologia do Inventário Nacional de Referências Culturais (INRC), voltada à identificação participativa de práticas culturais significativas para determinados coletivos.

Em Minas Gerais, a política de proteção ao patrimônio imaterial é conduzida pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA/MG), nos termos do Decreto Estadual nº 42.505/2002 e da Portaria nº 47/2008. O sistema estadual de registro segue os mesmos parâmetros do IPHAN, mantendo estrutura própria de livros voltados à salvaguarda dos bens imateriais.

No contexto municipal, o município de Nova Lima possui 6 (seis) bens culturais de natureza imaterial oficialmente reconhecidos. Tais bens expressam práticas e tradições profundamente vinculadas às dinâmicas culturais locais, representando importantes marcos de identidade e pertencimento para a população.

Contudo, no âmbito do presente estudo, não foram identificadas manifestações diretas desses bens na Área de Estudo Local (AEL), sendo sua ocorrência relacionada à Área de Estudo Regional (AER), que abrange a totalidade do território municipal. Nestes termos, não há presença de manifestações culturais na AID.

A elaboração de um mapa de patrimônio cultural imaterial apresenta limitações porque se trata de um patrimônio de natureza dinâmica, processual e relacional, que não se fixa em um território delimitado, mas se manifesta nas práticas sociais, nos saberes, nas celebrações e nas expressões simbólicas em constante transformação. Ao contrário dos bens materiais, que possuem localização georreferenciável, o patrimônio imaterial não pode ser adequadamente representado em um mapa estático sem incorrer no risco de reduzir sua complexidade e desconsiderar a mobilidade e a historicidade das práticas culturais.

O **Quadro 6.3-16** evidencia os bens culturais imateriais registrados no município de Nova Lima, a categoria e o nível de proteção.

Quadro 6.3-16 - Bens culturais imateriais registrados em Nova Lima

Categoria	Nome	Nível de Proteção
Forma de Expressão e Saberes	Roda de Capoeira e/ou Ofício de Mestre de Capoeira	Federal
Saberes	Viola de Minas	Estadual
Modo de fazer	Modo de fazer a Lamparina	Municipal
Modo de fazer	Modo de Fazer a Queca	Municipal
Celebrações	Cavalhada de São José Operário	Municipal
Formas de expressão	Villa Nova Atlético Clube	Municipal

Fonte: IPHAN, 2024; IEPHA-MG, 2022.

Registro Federal

- Roda de Capoeira e/ou Ofício de Mestre de Capoeira

  Entre os bens culturais imateriais registrados em Nova Lima/MG, destaca-se a Capoeira, reconhecida nacionalmente como Patrimônio Cultural Imaterial do Brasil pelo IPHAN desde 2008. Essa manifestação foi inscrita no Livro de Registro das Formas de Expressão e contempla tanto a Roda de Capoeira quanto o Ofício dos Mestres de Capoeira, evidenciando sua complexidade enquanto prática corporal, musical, pedagógica e simbólica.

  De origem afro-brasileira, a Capoeira constitui uma expressão de resistência e identidade forjada ao longo da história pela população negra no contexto da diáspora africana. Reunindo elementos de luta, dança, musicalidade e jogo, a Capoeira foi historicamente marginalizada e chegou a ser criminalizada no final do século XIX, sendo descriminalizada apenas em 1937. Seu reconhecimento como patrimônio imaterial representou um marco na valorização de saberes tradicionais de matriz africana, conferindo visibilidade institucional e promovendo ações de salvaguarda em diferentes territórios do país. Em 2014, a Capoeira também passou a integrar a lista do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade da UNESCO.

  Em Nova Lima/MG, a divulgação e a continuidade da prática da capoeira contam com a atuação do Grupo Belo Arte Capoeira[1], fundado em 1997 e atualmente presente em diversos estados brasileiros e no exterior. Com raízes no bairro Jardim Canadá, o grupo desenvolve atividades formativas junto à comunidade local, com foco no trabalho social e pedagógico voltado especialmente para crianças e adolescentes (**Figura 6.3-19)**. As

[1] Disponível em: https://www.beloartecapoeira.com.br/o-grupo Acesso em 28/07/2025.

ações educativas e culturais promovidas pelo grupo contribuem para o fortalecimento da capoeira como expressão identitária afro-brasileira e para a transmissão intergeracional dos saberes e valores a ela associados (**Figura 6.3-20**).



Figura 6.3-19 – Apresentação da Associação Belo Arte Capoeira, de Nova Lima

Fonte: Belo Arte Capoeira, 2025.



Figura 6.3-20 - Apresentação da Associação Belo Arte Capoeira, de Nova Lima

Fonte: Belo Arte Capoeira, 2025.

Registro Estadual

- Viola de Minas

No registro estadual, destaca-se o bem intitulado “Saberes, Linguagens e Expressões Musicais da Viola em Minas Gerais”, reconhecido oficialmente como Patrimônio Cultural Imaterial por meio de deliberação do Conselho Estadual do Patrimônio Cultural (CONEP) em 2018. Esse registro engloba a prática do toque e da construção da viola (**Figura 6.3-21**), instrumento tradicionalmente constituído por dez cordas em cinco ordens, corpo cinturado e, ocasionalmente, ornamentações em marchetaria. Embora receba diferentes denominações regionais — como Viola Caipira, Sertaneja, Mineira ou de Queluz —, a expressão mineira é amplamente referida genericamente como Viola Caipira.

A iniciativa do IEPHA/MG envolveu um mapeamento colaborativo e contou com entrevistas, documentação audiovisual e seminários temáticos que exploraram os modos de fazer, afinações, ritmos e expressões musicais associados à viola. A diversidade foi

expressa em contextos como Folias, Catiras, Congados, Danças de São Gonçalo, Lundus, Batuques e Rodas de Viola.

Em Nova Lima/MG, a presença da viola reflete a difusão dessa tradição musical no território municipal, alinhada ao panorama estadual. Sua importância se manifesta por meio de violeiros(as) residentes ou atuantes no município (**Figura 6.3-22**), que mantêm viva a cultura sonora mineira em rodas, encontros e celebrações.



Figura 6.3-21 – Fabricação das violas
Fonte: IEPHA-MG, 2025.



Figura 6.3-22 - Violeiros reunidos
Fonte: IPHAN, 2025.

Registro Municipal

- Modo de fazer a Lamparina

O modo de fazer da lamparina, doce tradicional de Nova Lima/MG, foi oficialmente registrado como bem cultural imaterial municipal em 2016, após a elaboração de um dossiê que reuniu histórico, entrevistas com confeiteiras, registros visuais do preparo e narrativa da tradição oral local. Essa iguaria — uma massa folhada recheada com coco — surgiu segundo a tradição em meados do século XIX, em torno da visita do imperador Dom Pedro II à Mina do Morro Velho. Uma confeiteira local teria montado uma pousada e criado o doce inspirado no pastel de Belém (**Figura 6.3-23**), servindo-o com um pavio aceso no topo, que remetia ao uso de uma lamparina para iluminar os hóspedes na ausência de energia elétrica, o que originou o nome peculiar “lamparina”.

O registro municipal abrange não apenas a receita, mas também a forma de preparação — desde o manuseio da massa até o folheamento e o recheio —, conforme descrito em relatos com as produtoras e visitas ao núcleo do bairro Bela Fama, berço da tradição. O dossiê incorporou entrevistas com doceiras, documentação fotográfica e o, constituindo uma ferramenta importante de salvaguarda e valorização das práticas locais.

Atualmente, a produção da lamparina permanece viva por meio de produtoras locais que recebem apoio da Prefeitura de Nova Lima e da Emater, no âmbito de programas municipais voltados ao fomento cultural e à valorização da culinária tradicional. Essas iniciativas incluem oficinas, cursos, inserção do doce em roteiros gastronômicos e ações de educação patrimonial, assegurando a continuidade intergeracional desse saber local.



Figura 6.3-23 - Lamparina

Fonte: Prefeitura Nova Lima, 2025.

- Modo de Fazer a Queca

Trata-se de um bolo tradicionalmente associado às celebrações natalinas. A queca tem origem em receitas britânicas, com influência direta da presença inglesa na região, especialmente ligada à atuação da Saint John Del Rey Mining Company, que operou a Mina do Morro Velho a partir do século XIX. Seu nome é uma adaptação fonética do termo inglês cake, evidenciando o processo de incorporação e ressignificação cultural que marcou o cotidiano local.

Trata-se de um bolo escuro e denso, feito com frutas secas, especiarias, rapadura e cachaça, cujos ingredientes foram sendo adaptados aos sabores e produtos regionais (**Figura 6.3-24** – **Queca**). Ao longo do tempo, a receita foi apropriada por famílias nova-limenses, especialmente por mulheres que mantêm viva a prática culinária, transmitindo o saber entre gerações e reproduzindo a receita em ocasiões comemorativas, sobretudo no ciclo natalino. O preparo da Queca envolve técnicas específicas de maceração, fermentação e cozimento, compondo um repertório de saberes que extrapola a simples execução da receita, articulando memória afetiva, identidade comunitária e valorização do fazer artesanal.

O reconhecimento da Queca como bem cultural imaterial no âmbito municipal busca preservar não apenas a receita em si, mas também todo o contexto sociocultural que lhe

dá sentido e constitui-se numa ação relevante para o fortalecimento da identidade cultural local, refletindo o diálogo entre heranças estrangeiras e recriações populares no contexto da história de Nova Lima.



Figura 6.3-24 – Queca

Fonte: IEPHA-MG, 2025.

- Cavalhada de São José Operário

A Cavalhada de São José Operário, realizada no distrito de Honório Bicalho, em Nova Lima/MG, é uma manifestação cultural tradicional registrada como Patrimônio Cultural Imaterial do município pelo Decreto nº 9.522/ 2019. Trata-se de um folguedo popular de inspiração ibérica, com raízes na tradição medieval das lutas entre cristãos e mouros, recriado localmente como expressão religiosa, artística e comunitária.

A prática foi incorporada ao contexto nova-limense em 1957, por influência da Cavalhada do distrito de Amarantina, em Ouro Preto, trazida por trabalhadores que migraram para atuar na Mina do Morro Velho. Desde então, tornou-se uma referência identitária para os moradores de Honório Bicalho, sendo realizada anualmente no segundo fim de semana de julho, com intensa mobilização da comunidade local.

O evento ocorre em espaço aberto nas proximidades da Igreja de São José Operário, padroeiro do bairro, e é composto por diversas atividades: café comunitário, procissão, missa, hasteamento da bandeira, shows musicais e o Auto da Cavalhada **(Figura 6.3-25**). Este último é o ponto alto da festa, encenando a batalha entre mouros e cristãos, com personagens caracterizados (reis, príncipes, princesas, palhaços e cavaleiros) e sequência ritualizada que inclui as embaixadas, a morte do palhaço, a conversão dos mouros e o casamento da princesa Floripes com o príncipe cristão Guido de Borgonha.

A Cavalhada possui um formato intergeracional, sendo encenada em três versões: a Cavalhada Mirim, com cavalos de papelão; a Juvenil; e a Adulta, o que favorece a

transmissão dos saberes e o envolvimento contínuo de crianças, jovens e adultos na manutenção da tradição. Seu enraizamento na vida cotidiana da comunidade revela um forte componente de devoção religiosa, sentimento de pertencimento e valorização do patrimônio cultural local.



Figura 6.3-25 – Cavalhada de São José Operário
Fonte: Prefeitura Nova Lima, 2025.

A Cavalhada de São José Operário é mantida pela Associação dos Corredores de Cavalhada de Honório Bicalho, com apoio da Prefeitura de Nova Lima[2]. Sua preservação reflete a potência das práticas culturais em articular memória, religiosidade, estética e organização comunitária.

- Villa Nova Atlético Clube

O Villa Nova Atlético Clube, fundado em 1908 por trabalhadores ingleses da Saint John del Rey Mining Company, se consolidou como uma instituição esportiva profundamente enraizada na identidade e história de Nova Lima[3]. Cabe destacar que esse clube é o segundo mais antigo de Minas Gerais e possuía forte articulação comunitária em suas primeiras décadas (**Figura 6.3-26**). Em novembro de 2020, foi formalizado o registro do Villa Nova como Patrimônio Cultural Imaterial de Nova Lima, por meio de decreto assinado pelo prefeito e aprovado pelo Conselho Municipal de Patrimônio Histórico e Artístico. O clube foi inscrito no Livro de Registro das Formas de Expressão, em reconhecimento ao seu valor histórico, afetivo e vocativo dentro da cultura local. O processo incluiu a elaboração de um dossiê detalhado, que abrange imagens, acervos fotográficos

[2] Disponível em: https://novalima.mg.gov.br/uploads/arquivos/15931934588nlhS059R2.pdf Acesso em: 28/07/2025
[3] Disponível em: https://novalima.mg.gov.br/uploads/arquivos/1606756623rkvGPwC6hT.pdf Acesso em: 29/07/2025

digitalizados e narrativas emblemáticas da trajetória alvirrubra à comunidade nova-limense.

O registro do Villa Nova como patrimônio imaterial representa a salvaguarda de um saber coletivo calcado em práticas esportivas, sociabilidade urbana, símbolos visuais (cores, mascote, hino) e lugares de memória compartilhados. A preservação dessa expressão cultural permite compreender o papel do clube como articulador de identidades locais e agente de coesão social em Nova Lima. Além disso, o uso continuado do Estádio Castor Cifuentes reforça a importância de políticas de gestão e manutenção capazes de garantir a continuidade dessa herança simbólica ao longo do tempo.



Figura 6.3-26 – Fotografia dos jogadores do Villa Nova que venceu o Morro Velho Athletic Club, em 1913
Fonte: Prefeitura Nova Lima, 2022.

O Villa Nova reflete a história operária e esportiva da cidade, promovendo vínculos entre gerações de torcedores e cidadãos. A instituição representa significativamente o orgulho coletivo dos nova-limenses.

Patrimônio Arqueológico

Esses bens, de natureza material, remetem a vestígios das ocupações humanas passadas e contribuem para a compreensão da trajetória histórica das populações que habitaram a região. Nesse sentido, o levantamento sobre a existência de sítios arqueológicos na AER foi realizado com base em dados fornecidos pelo IPHAN. Para isso, foram realizadas consultas ao banco de dados do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA) e ao Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão (SICG) (IPHAN, 2024), com o objetivo de verificar sua presença no município. Em resumo, enquanto o CNSA serve como um repositório de registros históricos de sítios arqueológicos, o SICG é um sistema mais avançado e detalhado, que não apenas registra, mas também homologa e valida esses sítios (IPHAN, 2022).

De acordo com a base de dados do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), no município de Nova Lima existem 26 registros de sítios arqueológicos. Vale destacar que não existem sítios arqueológicos na ADA do empreendimento. Os seguintes sítios apresentados estão situados na AEL e na AER: (**Figura 6.3-27)**

Quadro 6.3-17: Sítios arqueológicos em Nova Lima

Nome do Sítio Arqueológico	AEL	AER	Distância (km) em relação a ADA
Sítio Arqueológico Serra do Taquaril 2	Sim	Sim	0,39
SC 01	Sim	Sim	0,46
Sítio Arqueológico Serra do Taquaril 1	Sim	Sim	0,53
Sítio Histórico de Mineração Cubango	Sim	Sim	2,33
Muros de divisa	Sim	Sim	2,79
Complexo Minerário da Mina de Morro Velho	Sim	Sim	3,10
Sítio Histórico Sede Fazenda Ana da Cruz	Sim	Sim	3,71
Grupiara do Cubango	Sim	Sim	4,88
Cambimbe		Sim	5,60
Cambimbe II		Sim	6,19
Cambimbe I		Sim	7,83
Sítio Histórico Extrativa		Sim	14,14
Capitão do Mato		Sim	15,94
Postos Telefônicos do Sistema Rio do Peixe		Sim	18,43
Galeria 1959		Sim	20,37
Sítio Arqueológico Cachoeirinha		Sim	20,42
Sítio arqueológico pilha cachoeirinha		Sim	20,86

Nome do Sítio Arqueológico	AEL	AER	Distância (km) em relação a ADA
S		Sim	21,28
MS 18		Sim	21,31
Sítio Arqueológico Pau Branco 3		Sim	21,51
MS 05		Sim	23,61
Valo de Divisa e Marcos da Lagoa Grande		Sim	23,74
MS 01		Sim	24,14
MS 32		Sim	25,78
RM 08	SI	SI	SI
RM 13	SI	SI	SI

Legenda: SI: Sem informação

Fonte: SICG/IPHAN, 2025; CNSA/IPHAN, 2025

No quadro acima, são mencionados 26 sítios arqueológicos identificados na Área de Estudo Regional (AER), correspondente ao território do município de Nova Lima. Desses, dois não possuem informações de coordenadas geográficas disponíveis nos registros consultados. Assim, dos 24 sítios com localização georreferenciada na AER, apenas oito encontram-se inseridos na Área de Estudo Local (AEL). Ressalta-se que, na **Figura 6.3-27**, estão representados apenas os sítios arqueológicos mais próximos à Área Diretamente Afetada (ADA), em função do recorte adotado para melhor visualização na escala utilizada.

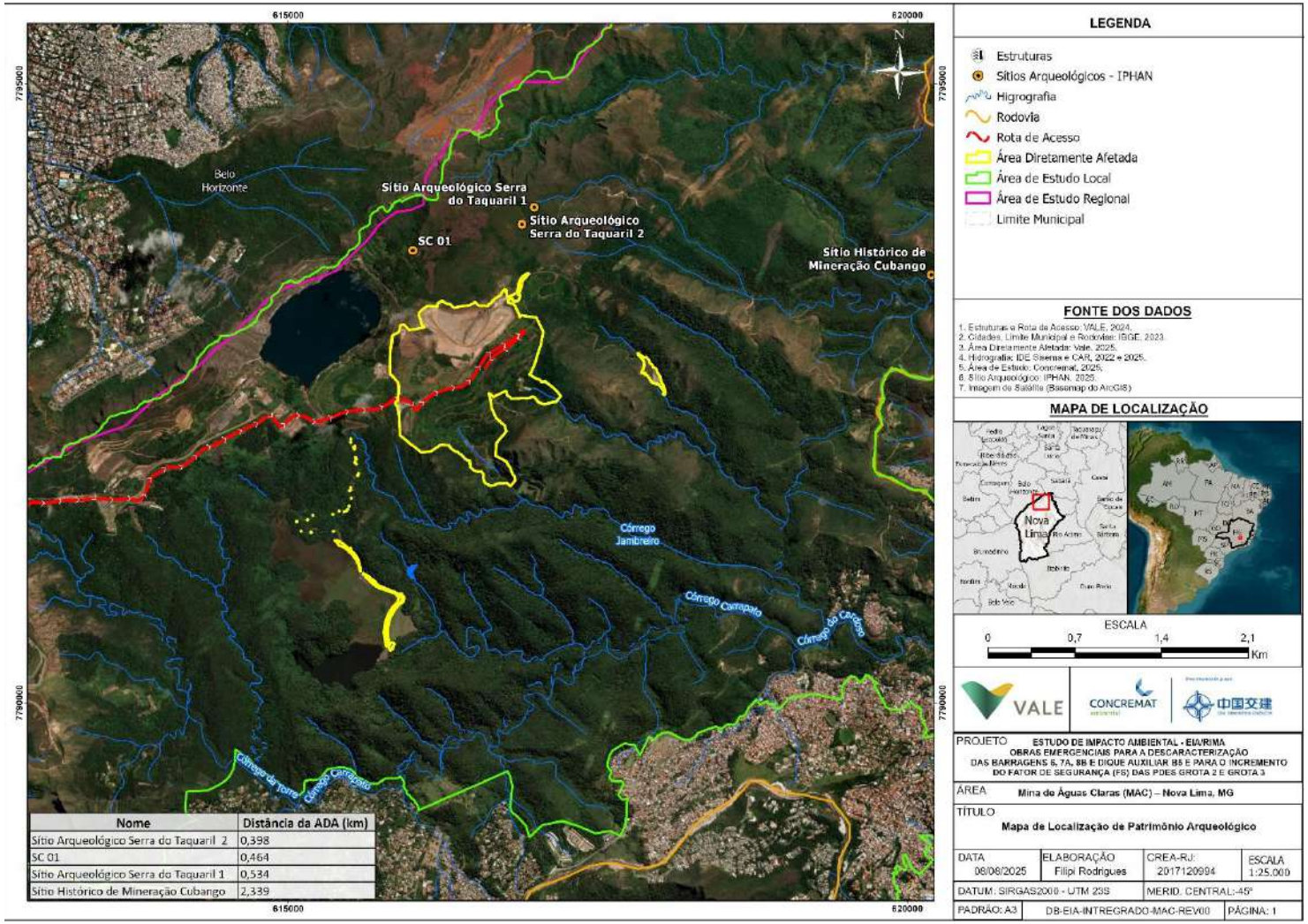


Figura 6.3-27 - Mapa de Localização do Patrimônio Arqueológico mais próximo da ADA

Dentre os sítios identificados na base do IPHAN, destacam-se aqueles cujas áreas estão associadas à mineração colonial, como os três sítios Cambimbe (I, II e principal), o Grupiara do Cubango, bem como outras estruturas como os Postos Telefônicos do Sistema Rio do Peixe e o Valo de Divisa e Marcos da Lagoa Grande, que compõem o patrimônio técnico e industrial do passado minerador da região. Essas áreas revelam vestígios importantes da ocupação e exploração mineral, incluindo muros de contenção, canais, estruturas de adução de água, platôs e ruínas que remontam aos séculos XVIII e XIX, constituindo testemunhos da história socioeconômica e cultural local.

Além dos sítios históricos, dois outros sítios (MS 32 e MS 05) são classificados como pré-coloniais, evidenciando a presença de ocupações humanas anteriores à colonização europeia. O sítio MS 32 é descrito como multicomponencial, com presença de materiais líticos e históricos em superfície, enquanto o MS 05 apresenta materiais cerâmicos e líticos tanto em superfície quanto em profundidade, o que reforça a diversidade cronológica dos registros arqueológicos da região.

Foram identificados dois sítios arqueológicos cadastrados com as informações de coordenadas incompletas, os sítios RM 08 e RM 13, localizados no Parque Estadual da Serra do Rola Moça, contudo não estão georreferenciados na base do IPHAN (2025). Esses registros indicam a presença de abrigos naturais e cavidades com evidências de ocupação humana, como carvão, lascas de quartzo hialino e materiais históricos.

Vale enfatizar que não existem sítios arqueológicos na ADA do empreendimento, que já se encontra em área predominantemente antropizada pela mineração, e que o projeto em tela já foi comunicado ao IPHAN para as devidas tratativas. Assim, não há qualquer interferência direta sobre os sítios arqueológicos mencionados, assegurando que a implantação da obra não comprometerá o patrimônio cultural identificado no município.

Em resumo, a caracterização do patrimônio cultural de Nova Lima evidencia a relevância histórica e simbólica do município, fortemente marcada pela mineração, pela influência inglesa e por práticas culturais tradicionais. A diversidade de bens materiais, imateriais e arqueológicos cadastrados demonstra a riqueza do acervo local e sua importância para a memória coletiva. Destacam-se os sítios arqueológicos ligados à mineração colonial e os registros de ocupações pré-coloniais, que ampliam a compreensão sobre a trajetória de ocupação do território.

6.3.1.8. Organizações da sociedade civil e demais grupos de interesse da região

Organizações da sociedade civil (OSCs) são instituições formadas por grupos locais, constituído formalmente como pessoas jurídicas, para atuar em prol de causas sociais, ambientais, culturais e educacionais em um território. As organizações representam um conjunto de aspectos da sociedade sobre como seus indivíduos se organizam e estabelecem sistemas de valores quer definem regras de conduta, moral e seus valores. São organizações independentes do Estado, mas podendo atuar em conjunto para desenvolver projetos de interesse público.

A obtenção dos dados das organizações formais no município de Nova Lima exigiu o cruzamento de diferentes fontes de informação, como: (i) Convênios das Prefeituras Municipais e listas de Conselhos Municipais com organizações locais entre os anos de 2021 e 2023, disponível na plataforma oficial dos municípios e (ii) informações do Mapa das Organizações da Sociedade Civil (MOSC), produzido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

De acordo com o IPEA (2024) existem 596 organizações da sociedade civil (OSC) na AER. O **Quadro 6.3-18** apresenta a divisão das organizações por tipologia de atuação. Estima-se que 29,70% dessas organizações atuem no Desenvolvimento e defesa dos direitos humanos, inferior à média nacional de 41%.

Quadro 6.3-18 - Organizações da Sociedade Civil (OSC) por área de atuação

Modalidades	Nova Lima
Cultura e recreação	103
Desenvolvimento e defesa de direitos	177
Educação e pesquisa	38
Assistência social	32
Associações patronais, profissionais e de produtores rurais	11
Religião	112
Meio ambiente e proteção animal	1
Saúde	21
Outros	5
Outras atividades associativas	96
Total	**596**

Fonte: IPEA – Mapa das Organizações da Sociedade Civil, 2024.

As organizações da sociedade civil representam o interesse de grupos sociais específicos, organizados em defesa da coletividade de seus direitos. Essas organizações, em geral, contam com uma estrutura física, são geridas de forma colaborativa, e podem ou não ter interesses filantrópicos ou privados. O **Quadro 6.3-19** a seguir apresenta as principais associações localizadas no município que compõe a AER, com seus endereços, sendo todas elas associações de moradores. É comum que associações estejam unidas por alguma organização com intuito de coordenar seus interesses e agendas de reivindicações, visando ampliar o alcance de suas ações.

Quadro 6.3-19 - Principais Organizações da Sociedade Civil no município de Nova Lima

Organizações	Endereços
Associação Dos Moradores Da Ilha Do Conjunto Ajuricaba	Travessa Beijo Wardi, 27, Matadouro, Nova Lima, MG, 34001406
Associação Dos Moradores e Proprietários do Bairro Conde	Alameda Conde Da Torre 304, Conde, Nova Lima, MG, 34007158
Associação dos Moradores do Loteamento Serra Dos Manacas	Rua Três s/N, Serra Dos Manacas, Nova Lima, MG, 34000001
Associação Dos Moradores e Proprietários do Vale Do Sol - Aprevs	Avenida Terra 178, Vale Do Sol, Nova Lima, MG, 34011045
Associação Comunitária Dos Proprietários De Imóveis E Moradores Do Bairro Vale Do Sereno	Rua Jequitiba 158, Casa, Vale Do Sereno, Nova Lima, MG, 34000001
Associação Dos Moradores Da Rua Josefina Ferreira Zauza	Rua Josefina Ferreira Zauza 440, Ouro Velho Mansões, Nova Lima, MG, 34000001
Associação Dos Moradores Do Bairro Nossa Senhora De Fatima	Avenida Rio Das Velhas 182, A, Nossa S. De Fatima, Nova Lima, MG, 34000001
Associação Comunitária De Moradores Bairro Vila Passos	Rua Goncalves Dias 403, Vila Passos, Nova Lima, MG, 34000001
Associação Dos Proprietários E Moradores Do Residencial Vale Das Araras	Alameda Arara Azul 50, Vale Das Araras, Nova Lima, MG, 34000001
Associação Dos Moradores Da Rua Da Mata E Das Estrelas	Rua Da Mata 85, Vila Da Serra, Nova Lima, MG, 34000001
Associação Dos Moradores Do Loteamento Riviera	Alameda Monte Carlo s/N, Riviera, Nova Lima, MG, 34007134
Associação De Moradores Do Loteamento Quintas Do Sol	Via Solaris 402, Quintas Do Sol, Nova Lima, MG, 34003040
Associação Dos Moradores Do Condomínio Ouro Velho	Na Ala Amendoeiras 20, Ouro Velho Mansões, Nova Lima, MG, 34000001
Associação De Moradores De Água Limpa Ii	Rua Columbia 619, Jardim Canada, Nova Lima, MG, 34007754
Associação Comunitária Dos Moradores Do Recanto Do Galo	Rua Da Represa, 143, Galo Novo, Nova Lima, MG, 34002880

Organizações	Endereços
Associação Comunitária Dos Moradores Do Recanto Do Galo	Rua Da Represa 143, Galo, Nova Lima, MG, 34000001
Associação De Moradores Do Bairro Bom Retiro	Rua E 40, Bom Retiro, Nova Lima, MG, 34000001
Assoc. Comunitária Dos Moradores Bairro Alto Das Quintas	Rua Das Quintas 196, Na, Nova Lima, MG, 34000001

Fonte: IPEA – Mapa das Organizações da Sociedade Civil, 2024.

A Prefeitura de Nova Lima (2025), por meio do Escritório de Transformação Social – vinculado à Subsecretaria de Direitos Humanos e à Secretaria de Desenvolvimento Social – disponibiliza um formulário online com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento territorial do município, fortalecer as capacidades locais de organização da sociedade civil e incentivar o protagonismo social e a atuação em rede na construção de agendas públicas. A proposta é que organizações da sociedade civil se cadastrem, apresentando suas potencialidades e desafios, de modo a subsidiar a elaboração de um planejamento estratégico voltado ao apoio, formulação e execução de políticas públicas.

O município também é filiado a uma organização internacional voltada à promoção da sustentabilidade. Trata-se do ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, a principal associação mundial de governos locais e subnacionais dedicados ao desenvolvimento sustentável, que reúne mais de 2.500 membros ao redor do mundo. A organização tem como missão apoiar seus integrantes na incorporação de práticas sustentáveis em suas políticas públicas e ações. Em Minas Gerais, o ICLEI atua em diversas frentes, como clima e desenvolvimento de baixo carbono, adaptação e resiliência, gestão de resíduos sólidos, compras públicas sustentáveis, biodiversidade urbana, entre outros temas estratégicos para a agenda ambiental (ICLEI, 2024).

Além das organizações da sociedade civil mencionadas, o município também conta com os conselhos municipais, estruturas previstas na Constituição Federal de 1988 que integram o modelo de gestão democrática do Estado (BRASIL, 1998). Esses conselhos são compostos por representantes da sociedade civil e do poder público e têm como função atuar no acompanhamento, elaboração, implementação e fiscalização das políticas públicas, fortalecendo a participação social e o controle das ações governamentais.

Cada conselho atua de acordo com sua área temática, assumindo atribuições específicas no contexto municipal. Entre suas responsabilidades estão a definição de prioridades, o apoio na formulação de diretrizes e a deliberação sobre questões relevantes para a comunidade. O

Quadro 6.3-20 apresenta os principais conselhos em funcionamento em Nova Lima, com seus objetivos definidos conforme suas necessidades e particularidades locais.

Quadro 6.3-20 - Principais Conselhos Municipais de Nova Lima

Conselho	Objetivo
Conselho Municipal de Assistência Social de Nova Lima (CMAS-NL)	Instância deliberativa de caráter permanente responsável por elaborar e fiscalizar a política de assistência social no município.
Conselho Municipal de Educação de Nova Lima	Responsável por estabelecer diretrizes e fiscalizar a execução das políticas educacionais no âmbito municipal.

Fonte: Prefeitura de Nova Lima, 2025.

Diversas instâncias da sociedade civil desempenham um papel fundamental na gestão dos recursos naturais e na defesa dos interesses da população local. Organizações e movimentos sociais contribuem para a mobilização comunitária, para a formulação de políticas públicas e para o acompanhamento dos impactos ambientais e socioeconômicos. Entre essas iniciativas, destaca-se em Nova Lima o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas) e o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB).

O CBH Rio das Velhas foi instituído em 1998 pelo Decreto Estadual nº 39.692, de 29 de junho, sendo um dos pioneiros na implementação dos instrumentos de gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos em Minas Gerais. Composto por representantes do poder público estadual e municipal, usuários dos recursos hídricos e sociedade civil organizada, o comitê conta com 56 conselheiros, sendo 28 titulares e 28 suplentes. Para promover a gestão integrada e descentralizada, o CBH Rio das Velhas é estruturado em subcomitês que atuam nas Unidades Territoriais Estratégicas (UTEs) da bacia. Esses subcomitês têm um papel importante como articuladores locais, aproximando a representatividade das diversas regiões da bacia junto à plenária do Comitê, à Diretoria e às Câmaras Técnicas (CBH Velhas, 2025).

O município de Nova Lima está inserido no Subcomitê da Bacia Hidrográfica Águas da Moeda (SCBH Águas da Moeda), que atua nas bacias dos rios do Peixe, Ribeirão Macacos, Córrego Cardoso e Córrego Cristais, abrangendo também partes dos municípios de Itabirito, Raposos, Rio Acima e Sabará. A gestão dos recursos hídricos em Nova Lima é realizada pelo CBH Rio das Velhas, com apoio do SCBH Águas da Moeda, que trabalham em conjunto para promover a gestão sustentável das águas na região.

O Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) é um movimento social brasileiro fundado no final da década de 1970 com objetivo de organizar e defender os direitos das populações afetadas pela construção de barragens. Com atuação em diversas regiões do país, o MAB busca garantir que as comunidades atingidas sejam devidamente indenizadas e reassentadas, além de fomentar a luta por políticas públicas que respeitem os direitos humanos e ambientais. Em Minas Gerais, o movimento atua principalmente em relação às barragens de mineração, sobretudo após o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, em novembro de 2015 (MAB, 2025).

6.3.1.9. Povos e comunidades indígenas, quilombolas e tradicionais

O estabelecimento da Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT) em 7 de fevereiro de 2007, por meio do Decreto Federal N° 6.040, é essencial para a proteção dos direitos de povos tradicionais no Brasil. Dessa forma, o Art. 3, inciso I, é apresentada a definição oficial para Povos e Comunidades Tradicionais, indicando os direitos e formas de reconhecimento.

> *Grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (Brasil, 2007, não paginado).*

No contexto do licenciamento ambiental, a presença de comunidades quilombolas e povos indígenas nas áreas de influência do empreendimento deve ser considerada. No caso de empreendimentos pontuais, é essencial verificar se essas comunidades estão situadas em um raio de 8 km do local de instalação, conforme estabelecido na Portaria Interministerial nº 60/2015 (BRASIL, 2015).

Nesse sentido, o atual item tem por objetivo apontar a existência ou não de comunidades tradicionais na AER, bem como, nas suas adjacências. Com isso, a consulta aos principais órgãos do tema se faz relevante, pois, orienta o caminho a ser tomado durante o processo, de acordo com a legislação ambiental brasileira. Sendo assim, este estudo utilizou a seguinte estratégia em relação às comunidades tradicionais: Levantamento de dados sobre a existência de comunidades quilombolas, indígenas, assentamentos rurais ou outros povos tradicionais na AER.

Diante disso, é recomendada a realização de consultas ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e à Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai), órgãos responsáveis por intervir nos processos de licenciamento ambiental, conforme determinado pela Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. Além da identificação de comunidades quilombolas e povos indígenas nas áreas de influência do empreendimento, é fundamental considerar se essas populações estão localizadas em um raio de até 8 km do ponto de instalação (BRASIL, 2015).

No caso de Minas Gerais, o processo de licenciamento ambiental deve considerar a Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 2017, que dispõe sobre os procedimentos para o licenciamento ambiental no estado. Conforme essa Deliberação Normativa, a presença dessas comunidades dentro do raio de influência do empreendimento é um fator de restrição a ser observado.

O levantamento foi realizado com base em dados oficiais do INCRA (2024), Comissão Estadual para o Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais de Minas Gerais - CEPCT/MG (2023), FUNAI (2024) e IBGE (2022), sendo este último por meio do Censo Demográfico 2022, que apresenta informações inéditas sobre a população quilombola e indígena no Brasil.

Com base na análise territorial e no levantamento de dados oficiais, não foram identificadas terras indígenas tituladas ou em processo avançado de titulação em área de influência direta (buffer de 8 km, segundo Portaria Interministerial nº 60/2015 e Instrução Normativa Incra nº 111/2021) das obras da MAC.

Entretanto, foi identificada a presença de quatro Comunidades Remanescentes de Quilombos certificadas (CRQ Família Souza, CRQ Família Matias, CRQ Manzo Ngunzo Kaiango e CRQ Luízes) e uma comunidade autodeclarada (Nossa Senhora do Rosário) todas inseridas no contexto urbano do município de Belo Horizonte, cujos buffers de 8 km interceptam a Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento.

Cabe destacar que, dentre essas, apenas a CRQ Luízes possui o Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID), publicado no Diário Oficial da União em 27 de setembro de 2017, conforme Processo nº 54170.003740/2005-98. A CRQ Luízes abriga cerca de 30 famílias em uma área de 2,87 hectares, inserida no contexto urbano de Belo Horizonte, conforme dados do acervo fundiário do INCRA (2025).

A Portaria Interministerial 60/2015 e a Instrução Normativa Incra nº 111/2021 estabelecem que, nos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos que possam impactar territórios quilombolas com RTID publicado, seja realizada o Estudo do Componente Quilombola conforme orientação do Incra. Nesse sentido foi protocolado junto ao Incra o documento SEI 54000.070319/2025-98 /2025.

A) Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQs)

As Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQs) são oficialmente reconhecidas conforme o disposto no Art. 2° do Decreto n° 4.887, de 20 de novembro de 2003. O Art. 4º do referido decreto atribui à Fundação Cultural Palmares (FCP) a responsabilidade de emitir as certidões de reconhecimento das comunidades quilombolas, bem como de registrá-las em um cadastro nacional, assegurando esse direito com base no princípio da autodeclaração:

Art. 2o - Consideram-se remanescentes das comunidades dos quilombos, para os fins deste Decreto, os grupos étnico-raciais, segundo critérios de autoatribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida.

Além das comunidades já mencionadas, foi identificada, em consulta à base de dados do IBGE (2022) para Localidades Quilombolas, a comunidade autodeclarada Nossa Senhora do Rosário, localizada no bairro de Gutierrez, também na área urbana da capital mineira, a 7,18 km de distância da ADA. Apesar de estar localizada fora da AER, há uma sobreposição do buffer de 8km, previsto pela Portaria Interministerial Nº 60/2015, com a área da ADA. O **Quadro 6.3-21** e o **Figura 6.3-28** ilustram os resultados desse levantamento.

Quadro 6.3-21 - Comunidades remanescente de quilombo certificadas pela Fundação Cultural Palmares

Nome	Processo FCP	Processo INCRA	Município	UF	Distância em relação a ADA
Manzo Nizungo Kaiango	01420.000457/2007-11	54170.006166/2007-91	Belo Horizonte (área urbana)	MG	3,41
Família Matias	01420.102120/2022-86	-	Belo Horizonte (área urbana)	MG	4,89
Família Souza	01420.101304/2019-23	54000.104072/2019-72	Belo Horizonte (área urbana)	MG	5,27
CRQ Luízes	01420.001223/2004-48	54170.003740/2005-98	Belo Horizonte (área urbana)	MG	7,67

Fonte: FCP, 2025.

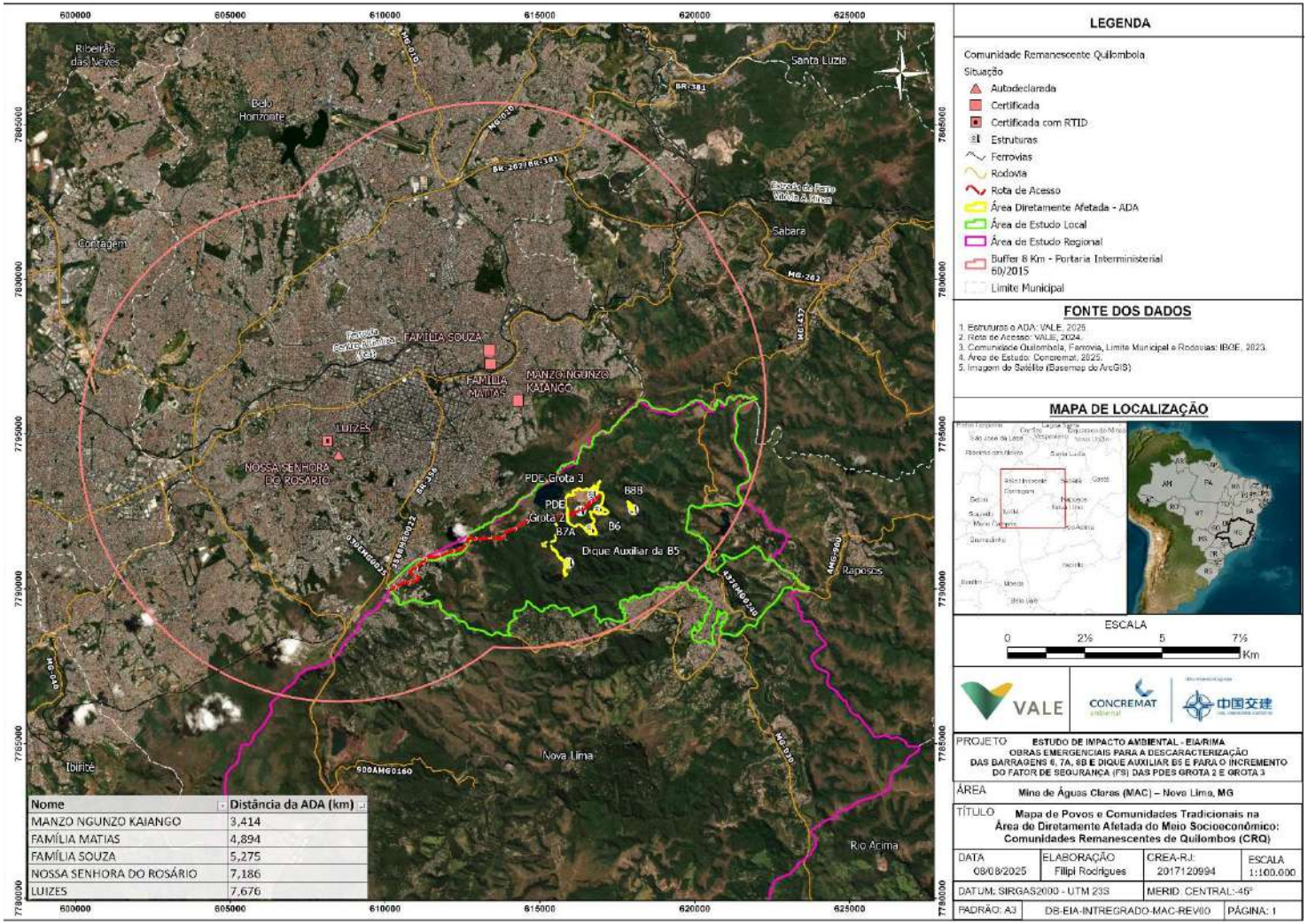


Figura 6.3-28 - Mapa de Povos e Comunidades Tradicionais – Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQ)

- CRQ Luízes

O estabelecimento da CRQ Luízes (**Figura 6.3-29**) inicia sua história no final do século XIX, com Manoel Luiz Moreira (comerciante português), Ana Apolinária (escrava de Manoel) e seus descendentes que ainda viviam em Nova Lima. Entretanto, após acordo com Saint John Del Rey *Mining Company Limited* (mineradora multinacional conhecida como Companhia Morro Velho) e a venda de suas terras, Ana Apolinária e Manoel Moreira migraram para Belo Horizonte por volta de 1930, para a área em que atualmente se encontra o quilombo, com os recursos obtidos pela venda das terras (Fiocruz, 2023).



Figura 6.3-29 – Entrada da CRQ Luízes
Fonte: CEDEFES, 2017.

A CRQ Luízes é caracterizada, conforme apresentado pelo Mapa de Conflitos da Fiocruz (2025), por apresentar uma estrutura matriarcal, com figuras femininas marcantes, como a própria Ana Apolinária, reconhecida por seus descendentes pela força e determinação. Além disso, a comunidade mantém práticas voltadas para a defesa de seu território, pois, para os quilombolas, seu território é um espaço simbólico e espiritual. Ademais, um dos aspectos característicos da CRQ Luízes são as influências das matrizes africanas, tanto na culinária, quanto nas expressões artísticas e na religiosidade.

Nos últimos anos, segundo o portal Mapa de Conflitos da Fiocruz (2025), os Luízes enfrentaram desafios relacionados com a especulação imobiliária e a redução de seu território original devido ao crescimento urbano de Belo Horizonte. Atualmente, a comunidade busca a preservação de sua identidade cultural em meio às transformações da capital mineira.

- CRQ Manzo Nizungo Kaiango

A Comunidade Remanescente de Quilombo Manzo Ngunzo Kaiango, localizada originalmente na área urbana do município de Belo Horizonte, estrutura-se a partir da religiosidade afro-brasileira, com fundamentos na Umbanda e no Candomblé Angola. Fundada na década de 1970 por Efigênia Maria da Conceição — Mametu Muiandê, liderança espiritual e matriarca da comunidade — a trajetória de Manzo está profundamente ligada à atuação da entidade Pai Benedito, que teria indicado espiritualmente o local do assentamento.

O território de origem, situado no bairro Santa Efigênia (BH), foi palco de forte intolerância religiosa e racial, culminando na retirada forçada da comunidade por ações da URBEL e da Defesa Civil Municipal. Os impactos dessas violações resultaram na destruição de casas e espaços sagrados do terreiro, acarretando deslocamentos e reterritorializações, sobretudo para o município de Santa Luzia, onde parte da comunidade também se estabeleceu.

Manzo Ngunzo Kaiango mantém vivas as práticas religiosas, festas, curas, benzeções e atendimentos terapêuticos que integram o cotidiano e organizam o calendário da comunidade. Dentre os eventos de destaque, está a Festa de Pai Benedito, que reúne expressões culturais e religiosas do candomblé, oficinas educativas, culinária afro-brasileira e apresentações de congados.



Figura 6.3-30 – Entrada da CRQ Manzo Ngunzo Kaiango
Fonte: IEPHA, 2025.

A CRQ Manzo Ngunzo Kaiango representa um importante espaço de resistência negra urbana e de salvaguarda de saberes, fazeres e valores civilizatórios de matriz africana (**Figura 6.3-30**). O território é concebido por seus membros como espaço simbólico, espiritual e político, constituindo referência identitária e fundamento da luta por direitos e dignidade frente às desigualdades históricas vivenciadas pelas populações afrodescendentes no Brasil.

- CRQ Família Souza

A Comunidade Remanescente de Quilombo Família Souza — também conhecida como Kilombo Família Souza ou Vila Teixeira Soares — está localizada no bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte. O território ocupa três lotes na Rua Teixeira Soares (985, 999 e 1005), com cerca de 2.538 m², abrigando atualmente 14 moradias e 33 moradores, unidos por laços familiares de parentesco.

Sua origem remonta ao início do século XX, com o casal Petronillo de Sousa (nascido em 1879) e Elisa da Conceição (1887), libertos após a Lei Áurea. Casados em 1902, mudaram-se para Belo Horizonte em 1909 e adquiriram o terreno em 1923, iniciando o assentamento que viria a transformar o local no bairro Santa Tereza. Petronillo trabalhou como carpinteiro, lavrador e produtor de hortaliças, enquanto Elisa participou ativamente na consolidação da comunidade.

A comunidade foi certificada como quilombola pela Fundação Palmares em 2019, por meio da Portaria nº 126, e em 2020 recebeu o registro como Patrimônio Cultural Imaterial de Belo Horizonte (Kilombo Souza) pelo CDPCM-BH, marcando sua relevância identitária e cultural na capital mineira.



Figura 6.3-31 – Entrada da CRQ Família Souza
Fonte: Prefeitura Municipal/iPatrimonio, 2025.

A CRQ Família Souza configura-se como um patrimônio vivo da cultura negra urbana, com narrativas de resistência e modos de viver transmitidos ao longo de mais de um século. Seus moradores mantêm relações sociais de cooperação familiar, práticas de cuidado comunitário, e fortalecem identidades de ancestralidade africana dentro de um contexto urbano enfrentado pela especulação imobiliária e pressões do crescimento da cidade (**Figura 6.3-31**). A liderança atual é exercida por Gláucia Cristine Martins de Araújo Vieira, que com outras mulheres quilombolas de BH exerce papel central na preservação de saberes tradicionais e na defesa coletiva do território.

- CRQ Família Matias

A Comunidade Remanescente de Quilombo Família Matias, localizada no bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte, é uma das comunidades urbanas quilombolas de longa tradição e já foi oficialmente certificada pela Fundação Cultural Palmares. A certificação reconhece sua ancestralidade negra e legitima sua identidade como Quilombo urbano.

A história da comunidade remonta ao início do século XX, com ex-escravizados provenientes da região de Santa Luzia (Fazenda Macaúbas), que se estabeleceram na Rua Eurita, nº 674. Em agosto de 2025, a comunidade completará 100 anos, celebrando um século de resistência, cultura e organização comunitária.

A certificação quilombola, emitida pela Fundação Palmares, confirma o reconhecimento da comunidade como CRQ formalmente registrada. Essa formalização abre caminho para políticas públicas direcionadas, acesso a direitos territoriais e fortalecimento institucional nos processos de titulação fundiária junto ao INCRA.

A Família Matias compartilha com outras comunidades quilombolas de Santa Tereza (como Souza, Manzo e Luízes) uma trajetória coletiva de afirmação identitária e de enfrentamento das pressões urbanas, sobretudo da especulação imobiliária e gentrificação local. O território comunitário é percebido como espaço simbólico, espiritual e político, onde são transmitidos saberes tradicionais e reforçada a memória ancestral (**Figura 6.3-32**).



Figura 6.3-32 – Reunião da Família Matias
Fonte: Santa Tereza Tem, 2025.

Apesar de já estar certificada, a comunidade permanece mobilizada em torno de demandas por regularização fundiária e salvaguarda cultural, com lideranças locais articulando-se para assegurar a permanência e a integridade do quilombo em meio às transformações urbanas.

- Comunidade autodeclarada Nossa Senhora do Rosário

  A Comunidade Autodeclarada Nossa Senhora do Rosário, embora conste como referência territorial na região de influência do empreendimento, não apresenta, até o momento, informações públicas consistentes ou sistematizadas que possibilitem sua adequada caracterização no contexto do Estudo de Impacto Ambiental.

  Não foram identificados registros oficiais de certificação junto à Fundação Cultural Palmares, tampouco dados etnográficos, territoriais ou institucionais disponíveis em bases públicas, documentos técnicos ou repositórios acadêmicos. Além disso, não há evidências de articulação formalizada enquanto coletivo tradicional reconhecido, com práticas socioculturais documentadas ou representação ativa em espaços de governança pública.

  Dessa forma, considerando o compromisso metodológico com a precisão e a responsabilidade ética na abordagem dos Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs), optou-se por não aprofundar o tratamento específico da referida comunidade no presente EIA, até que haja elementos técnicos mais robustos que subsidiem sua inclusão com o devido rigor.

Caso novas informações venham a ser disponibilizadas por meio de canais oficiais ou consulta direta com representantes comunitários, recomenda-se a reavaliação do presente quadro para inclusão posterior, se pertinente.

B) Aldeias e Terras Indígenas

A responsabilidade na avaliação da presença de povos e territórios indígenas na área de estudo do projeto recai sobre o órgão indigenista oficial - Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI), que determina a necessidade de estudos específicos para a identificação de possíveis impactos. Nesse sentido, de acordo com a base de dados FUNAI, consultada em junho de 2025, não há registros de aldeias e Terras Indígenas na AER ou na distância de 8 km da ADA, conforme estabelece a Portaria Interministerial nº 60/2015.

C) Outros Povos Tradicionais

Na Área de Estudo e seu entorno, diversos grupos sociais têm buscado o reconhecimento como Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs), visando a garantia de seus direitos culturais, territoriais e sociais. Entre esses grupos, destacam-se os Carroceiros da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e os Ciganos Calon de Nova Lima.

- Carroceiros da RMBH

Os Carroceiros da RMBH são reconhecidos como comunidade tradicional pela Comissão Estadual para o Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais de Minas Gerais (CEPCT-MG) (MINAS GERAIS, 2023) (**Figura 6.3-33**). Apesar desse reconhecimento, a comunidade não possui uma localização geográfica única, pois é composta por diversos grupos independentes distribuídos por diferentes municípios da Região Metropolitana. Esses grupos compartilham modos de vida específicos relacionados ao uso da tração animal para o trabalho, além de formas própria de organização social e transmissão de saberes.

Embora não disponham de um território tradicionalmente demarcado ou contínuo, os carroceiros formam uma rede de grupos organizados localmente em diferentes municípios da RMBH, como Belo Horizonte, Contagem, Ibirité, Ribeirão das Neves, Betim, entre outros. A atuação carroceira está historicamente associada à coleta e transporte de materiais recicláveis, entulhos e mercadorias em pequenas distâncias, mantendo uma relação singular com os territórios urbanos onde atuam.

Esse modo de vida se sustenta por meio de saberes intergeracionais e de uma ética do cuidado com os animais, da resistência a processos de criminalização da atividade e de uma organização própria que envolve associações, cooperativas e articulações com movimentos sociais e órgãos públicos. As carroças, puxadas por cavalos ou mulas, não são apenas ferramentas de trabalho, mas também símbolos de pertencimento, mobilidade e dignidade para muitos trabalhadores e suas famílias.



Figura 6.3-33 – Cartaz da Associação dos Carroceiros e Carroceiras Unidos/as de Belo Horizonte e RMBH celebrando o reconhecimento da categoria, em fevereiro de 2021
Fonte: Facebook/ Associação dos Carroceiros e Carroceiras Unidos/as de Belo Horizonte e RMBH, 2025.

- Ciganos Calon de Nova Lima

Os Ciganos Calon de Nova Lima (**Figura 6.3-34**) conquistaram um marco importante em sua luta por direitos: o reconhecimento legal de seu território tradicional no município – que dista cerca de 4,80 km da ADA. A partir da articulação entre o grupo, o Ministério Público Federal e a Câmara Municipal de Nova Lima, foi aprovada em 2018 a Lei nº 2.653, que autoriza a doação de um terreno na Chácara Bom Retiro, garantindo segurança jurídica sobre a área e o acesso a políticas públicas específicas (MPF, 2018).



Figura 6.3-34 – Família da comunidade Calon de Nova Lima

Fonte: Souza, 2018.

A comunidade Calon de Nova Lima é composta majoritariamente por núcleos familiares inter-relacionados, cuja organização social é pautada por vínculos de parentesco, hierarquia geracional e liderança masculina. Preservam tradições culturais específicas, como o uso da língua caló, a valorização da oralidade e práticas rituais próprias, além de ocupações tradicionais como o comércio ambulante e a prestação de serviços autônomos. Ainda enfrentam desafios relacionados ao acesso pleno à educação, saúde e moradia, agravados por estigmas sociais e pela ausência de políticas públicas continuadas.

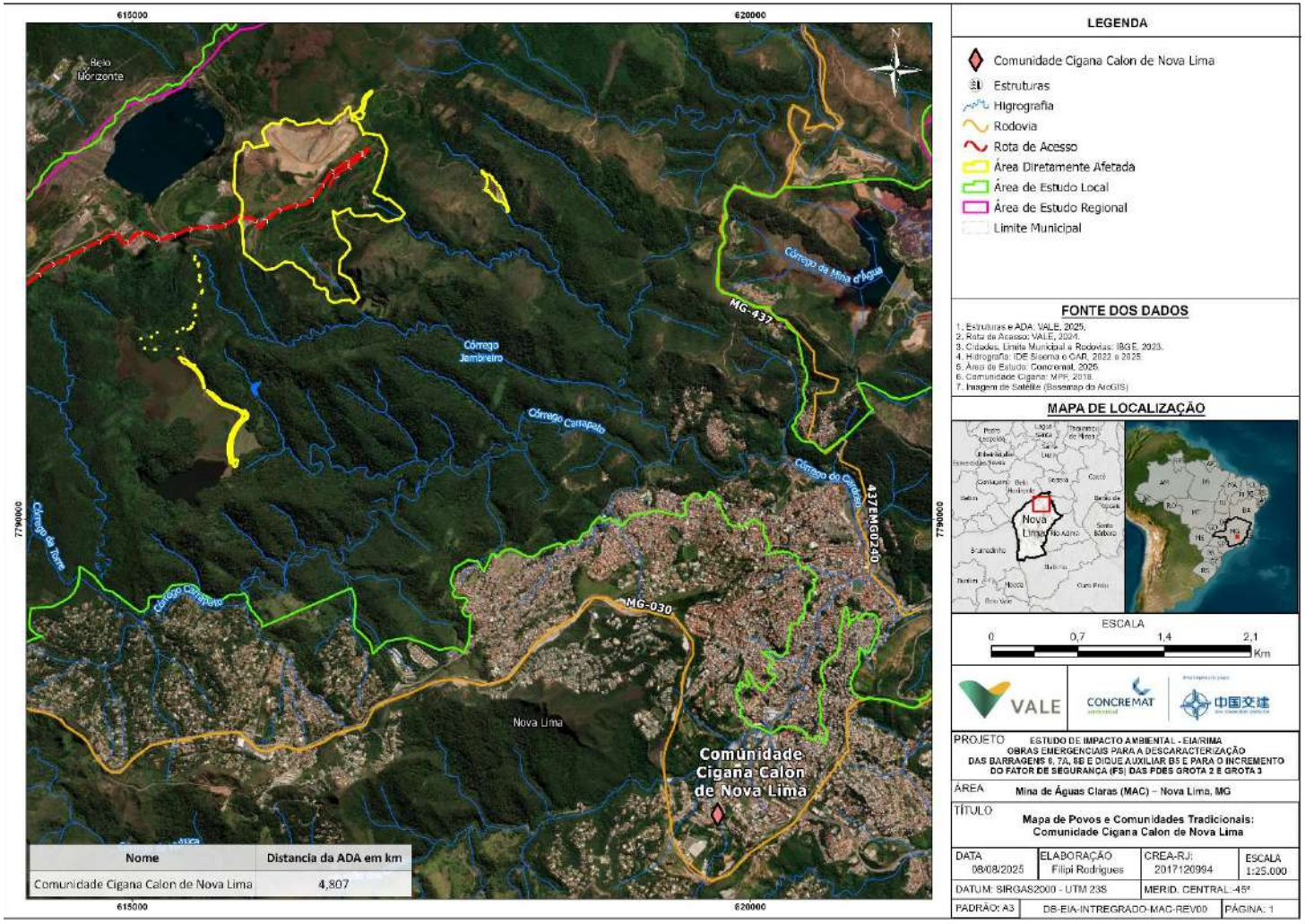


Figura 6.3-35 - Mapa de Povos e Comunidades Tradicionais – Comunidade Cigana Calon de Nova Lima

6.3.1.10. Localidades (bairro, distrito, cidade), especificando aquelas que sofrerão influência direta do empreendimento

O item a seguir foi desenvolvido a partir de pesquisas conduzidas na plataforma da prefeitura municipal de Nova Lima (Nova Lima, 2025) e nos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), de forma majoritária. Nesse sentido, a finalidade desta seção é caracterizar o ordenamento territorial do município de Nova Lima, com foco principal na divisão administrativa municipal (distritos, bairros e perímetro urbano). Além disso, este item busca identificar quais localidades irão sofrer influência direta das ações do empreendimento, incluindo áreas interceptadas pela Zona de Auto Salvamento (ZAS), assim como, os desdobramentos de alterações na circulação de trabalhadores e veículos.

Nesse sentido, ao analisar a perspectiva da formação administrativa de Nova Lima, nota-se que o município, inicialmente denominado Vila Nova Lima, foi desmembrado do município de Sabará em 1891. No ano de 1911, após nova divisão administrativa, o município foi constituído por 3 distritos: Vila Nova Lima, Piedade do Paraopeba e Santo Antônio do Rio Acima. Por sua vez, em 1923, o município de Vila Nova Lima passou a ser denominado Nova Lima e o distrito de Santo Antônio do Rio Acima, Rio Acima. Já em 1938, o distrito de Raposos passa a se integrar ao município de Nova Lima, enquanto o distrito de Piedade do Paraopeba é desmembrado de Nova Lima, se unindo a Brumadinho. Por fim, em 1948, os distritos de Raposos e Rio Acima são elevados à categoria de municípios, se separando de Nova Lima (IBGE, 2022).

Diante disso, baseado em informações levantadas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município de Nova Lima tem sua subdivisão distrital contando apenas com o Distrito Sede, desde sua última divisão administrativa em 1960, conforme apresentado pela **Figura 6.3-36**. Ou seja, o municipio apresenta apenas um distrito único, apesar de existir núcleos populacionais em diversas áreas municipais, com exceção do perímetro urbano.

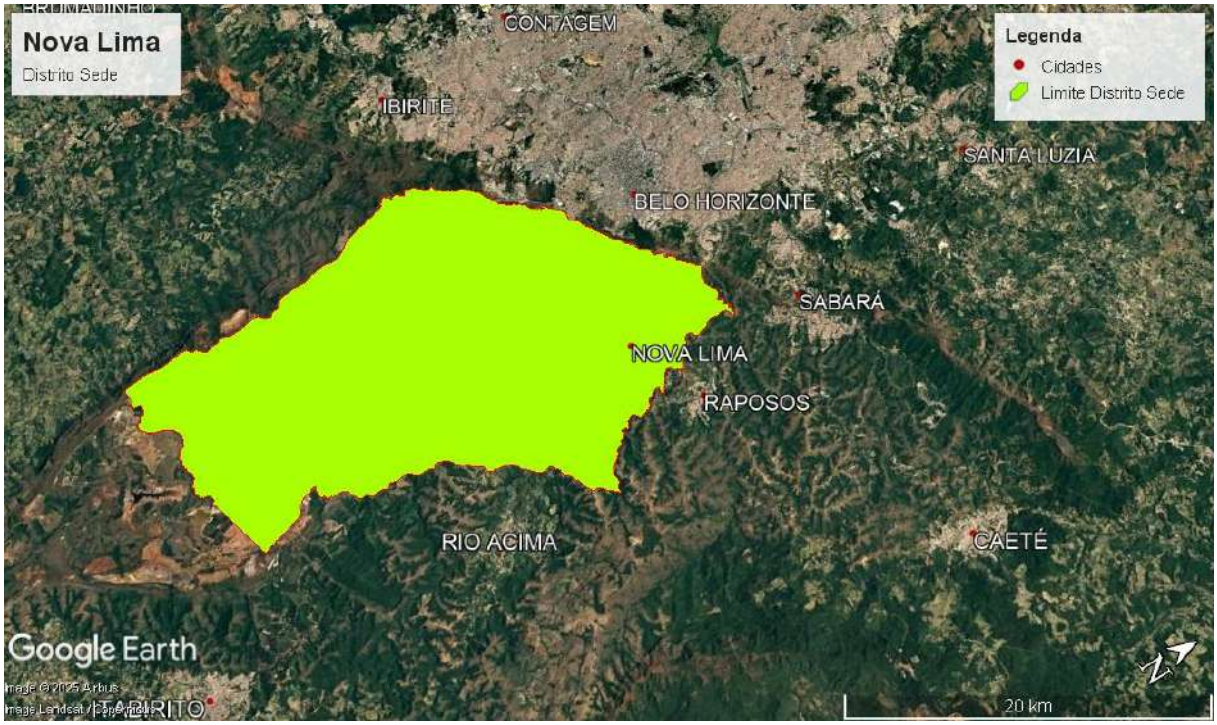


Figura 6.3-36 – Divisão distrital do município de Nova Lima

Fonte: Concremat Ambiental (2025); IBGE (2022)

Dessa forma, é possível destacar que, a dinâmica socioespacial do município de Nova Lima é diretamente associada com um processo intenso de gentrificação, impulsionado, em grande parte, pela expansão urbana da capital mineira e pelo histórico de ocupação relacionado com a mineração. Tradicionalmente marcada pela atividade mineradora, a cidade apresentou modificações expressivas desde a década de 1950, quando a estrutura fundiária e o desenvolvimento de loteamentos passaram a ser influenciados pela especulação imobiliária decorrente da proximidade com Belo Horizonte (Pires, 2009). Desse modo, com o crescimento da metrópole mineira, moradores de maior poder aquisitivo migraram para bairros como o Jardim Canadá, atraídos por condomínios fechados e novas oportunidades de moradia, e assim, promovendo a substituição gradual da população de baixa renda (Souza, 2005).

Além disso, a chegada de empresas do ramo da mineração contribuiu de forma ambígua para o desenvolvimento local. De um lado, ampliou a oferta de empregos e a arrecadação municipal, de outro, consolidou a pressão sobre o território, reforçando o processo de valorização fundiária e alterando a paisagem socioeconômica da cidade (Ramos, 2009). Sendo assim, essa dinâmica ampliou a segregação socioespacial, já que áreas de ocupação tradicional passaram a coexistir com bairros planejados e grandes condomínios de luxo,

deslocando populações que anteriormente ocupavam a região para zonas mais periféricas (Madeira, Ferreira e Santos, 2022).

Sendo assim, estudos demonstram que a transformação urbana de Nova Lima é marcada por processos de fragmentação social e espacial, onde a modernização urbana atende prioritariamente aos interesses do mercado imobiliário e das mineradoras (Menegale, 2022). Dessa forma, o processo de gentrificação em Nova Lima evidencia um padrão de desenvolvimento urbano que contribui para a redistribuição socioespacial e altera a dinâmica de ocupação do território, acompanhando as transformações observadas na região metropolitana de Belo Horizonte.

Por fim, destaca-se a importância de identificar as comunidades no entorno do empreendimento, incluindo aquelas na Zona de Autossalvamento (ZAS). Ainda que não haja interferência direta nessas comunidades, sua inclusão no estudo é essencial para garantir uma comunicação clara e contínua sobre as atividades previstas, fortalecendo a transparência e o repasse de informações relevantes à segurança, mesmo na ausência de riscos ou emergências. Nesse sentido, apresentada a seguir a lista das comunidades que se localizam próximas à ZAS:

I. Boa Vista
II. Centro
III. Mingu
IV. Rosário
V. Alvorada
VI. Bonfim
VII. Olaria
VIII. Retiro
IX. Cascalho
X. Matadouro
XI. Vila Marise
XII. Vila Padre Valeriano
XIII. Vila Passos

Outras localidades que podem ser impactadas pelas obras da Mina de Águas Claras estão situadas na divisa com a capital Belo Horizonte, especialmente devido ao acesso às áreas de intervenção nas proximidades dos bairros como Vila da Serra, Vila das Flores e Vale do Sereno e Jardim da Torre. Esses bairros apresentam uma dinâmica urbana, com presença significativa de empreendimentos residenciais, comerciais e de serviços, o que pode ampliar a percepção e sensibilidade da população local em relação à movimentação de máquinas, aumento do tráfego e eventuais alterações na paisagem e no uso do solo decorrentes das intervenções do projeto. Nesse sentido, as localidades que se localizam próximas ao eixo viário de acesso à ADA são:

I. Vila da Serra

II. Vila das Flores

III. Vale do Sereno

IV. Jardim da Torre

6.3.1.11. Condição, serviços e infraestrutura existente

6.3.1.11.1. Educação e grau de ensino da população

O município de Nova Lima possui uma Secretaria Municipal de Educação, regulamentada pelo Decreto Nº 11.922, de 27 de dezembro de 2021, que define sua organização e funcionamento. A Secretaria é responsável pela coordenação, planejamento e execução da política educacional e pedagógica do município, garantindo o direito ao acesso, permanência e aprendizagem na educação infantil, no ensino fundamental e na Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A Secretaria desenvolve também ações de formação continuada para profissionais da educação, promovendo uma maior interação entre os alunos e a comunidade escolar. Sua missão é assegurar o pleno desenvolvimento dos indivíduos, cumprir os preceitos e princípios constitucionais da educação e proporcionar formação e conhecimento para o exercício da cidadania.

A educação pública do município conta também com apoio da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, regulamentada pelo Decreto Estadual Nº 48.709, de 26 de outubro de 2023, que define competências e diretrizes para a gestão do sistema educacional no estado. O decreto estabelece mecanismos de coordenação, supervisão e execução das

políticas públicas educacionais, em consonância com os princípios da administração pública eficiente.

Visando desenvolver um papel estratégico na gestão descentralizada da educação, o estado é divido em Superintendências Regionais de Ensino (SREs), responsáveis por supervisionar, orientar e apoiar tecnicamente as escolas sob sua jurisdição, articulando as políticas educacionais estaduais com as especificidades locais. Essa organização territorial reforça a implementação de diretrizes nacionais e estaduais de educação, previstas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996). De acordo com essa configuração, Nova Lima pertence a Superintendência Regional de Ensino Metropolitana A.

Para análise da conjuntura educacional na Área de Estudo Regional (AER) foram considerados dados produzidos pelo Censo Demográfico de 2010 e 2022 e pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2024), utilizando os anos de 2019 e 2023 como referências temporais, com objetivo de identificar e compreender as transformações ocorridas no sistema educacional sob sua jurisdição. Foi considerado para a análise socioeducacional do município o quantitativo de estabelecimentos de ensino, de matrículas e de docentes e como indicadores educacionais as taxas de alfabetização, o nível de instrução e a escolaridade no município de Nova Lima.

Quanto ao número de estabelecimentos no município, de acordo com o **Quadro 6.3-22,** a oferta educacional em Nova Lima apresenta uma maior concentração de estabelecimentos públicos em comparação aos privados nos dois anos analisados (2019 e 2023). No entanto, essa predominância não se verifica em todos os segmentos. A educação infantil (creche e pré-escola), os anos iniciais do ensino fundamental e a educação de jovens e adultos (ensino fundamental e médio) seguem o padrão de maior disponibilidade pública. Em contrapartida, os anos finais do ensino fundamental, bem como o ensino médio, normal e profissional, registram uma maior oferta de instituições particulares.

A oferta educacional no município concentra-se, principalmente, na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental, enquanto os anos finais do Ensino Fundamental, o Ensino Médio e a Educação de Jovens e Adultos contam com menos estabelecimentos. Observa-se que, nos segmentos com predominância de oferta pública – exceto na Educação de Jovens e Adultos, ofertada exclusivamente por estabelecimentos públicos –, o número de instituições é bastante próximo ao dos particulares, enquanto, nos segmentos com maior presença de estabelecimentos privados, a diferença quantitativa é significativamente maior.

Também se verifica a ausência de instituições públicas de esfera federal e de estabelecimentos de ensino superior no município. Nos dois anos analisados, entre os estabelecimentos públicos, a oferta municipal supera a estadual, e essa diferença se reflete na divisão das responsabilidades. O município atende, sobretudo, à educação infantil e aos anos iniciais do ensino fundamental, enquanto o estado concentra sua atuação nos anos finais do Ensino Fundamental, no Ensino Médio e na Educação de Jovens e Adultos, embora com uma oferta consideravelmente menor.

Considerando a análise temporal, observou-se uma redução no número de estabelecimentos estaduais e privados, enquanto os municipais apresentaram um aumento. Por fim, é importante destacar que Nova Lima não possui nenhum estabelecimento educacional classificado como localizado em área rural. No entanto, algumas dessas escolas estão situadas em regiões com paisagens e características típicas do meio rural, embora o município não adote essa distinção para a classificação de suas localidades.

Quadro 6.3-22 - Estabelecimentos de Educação em Nova Lima de acordo com as etapas de ensino e esferas administrativas: 2019 e 2023

Etapas de Ensino	Estadual		Municipal		Privada		Total		Público (%)	
	2019	2023	2019	2023	2019	2023	2019	2023	2019	2023
Educação Infantil (Creche)	-	-	15	14	13	13	28	27	53,57	51,85
Educação Infantil (Pré-escola)	-	-	14	14	12	13	26	27	53,85	51,85
Ensino Fundamental (anos iniciais)	-	-	16	17	13	12	29	29	55,17	58,62
Ensino Fundamental (anos finais)	5	4	-	2	12	12	17	18	29,41	33,33
Ensino Médio (normal)	5	5	-	-	9	10	14	15	35,71	33,33
Ensino Médio (Educação Profissional)	2	-	-	-	5	3	7	3	28,57	-
Educação de Jovens e Adultos (Ensino Fundamental)	4	4	1	2	-	-	5	6	100	100
Educação de Jovens e Adultos (Ensino Médio)	4	5	-	-	-	-	4	5	100	100
Total	**20**	**18**	**46**	**49**	**64**	**63**	**130**	**130**	**50,77**	**51,54**

Fonte: INEP – Censo Escolar, 2024. Nota: O total de estabelecimentos de ensino não corresponde à soma dos quantitativos por etapas de ensino, pois uma mesma escola pode oferecer múltiplas etapas de ensino simultaneamente.

A análise das matrículas na educação básica no município também contribuiu para compreensão do contexto socioeducacional da AER. De acordo com o **Quadro 6.3-23**, elaborado através dos dados do INEP (2024), o município conta com significativa participação de alunos na rede pública de ensino dos dois anos analisados. Contudo, ainda que as matrículas em estabelecimentos públicos continuem predominando, houve um acréscimo de matrículas em estabelecimentos privados.

Os estabelecimentos municipais e privados de ensino registraram um aumento no total de matrículas entre 2019 e 2023, enquanto os estabelecimentos estaduais apresentaram uma redução. O único segmento ofertado pelo estado que registrou crescimento no número de matrículas entre 2019 e 2023 foi o Ensino Médio Normal. Já a educação privada teve aumento em quase todos os segmentos, com exceção da pré-escola, que apresentou uma variação mínima de apenas duas matrículas.

Destaca-se a significativa redução nas matrículas da Educação de Jovens e Adultos (EJA), tanto nos estabelecimentos estaduais quanto municipais. Os segmentos com maior crescimento entre os anos analisados foram os anos finais do Ensino Fundamental, que passaram a ser ofertados também pelo município, e a Educação Profissional no Ensino Médio, que, apesar de ter deixado de ser ofertada pelo estado, registrou um expressivo aumento no número de matrículas em instituições privadas.

Em resumo, o cenário educacional do município em 2023 continua marcado pela predominância de matrículas na rede pública de ensino, que representa 61,61% do total. No entanto, esse percentual reduziu em relação a 2019, quando a rede pública correspondia a 64,86% das matrículas. O único segmento em que a rede privada mantém a maior parte das matrículas é a Educação Profissional, que deixou de ser ofertada pelo setor público, mas já apresentava predominância privada em 2019.

Quadro 6.3-23 - Matrículas da Educação Básica Nova Lima de acordo com as etapas de ensino e esferas administrativas: 2019 e 2023

Etapas de Ensino	Estadual		Municipal		Privada		Total		Público (%)	
	2019	2023	2019	2023	2019	2023	2019	2023	2019	2023
Educação Infantil (Creche)	-	-	1.419	1.451	684	785	2.103	2.236	67,47	64,89
Educação Infantil (Pré-escola)	-	-	1.782	1.883	1.012	1.010	2.794	2.893	63,77	65,09
Ensino Fundamental (anos iniciais)	-	-	4.996	4.779	2.800	2.883	7.796	7.662	64,08	62,37
Ensino Fundamental (anos finais)	3.505	2.905	-	781	2.108	2.478	5.613	6.164	62,44	59,8
Ensino Médio (normal)	2.191	2.233	-	-	1.002	1.135	3.193	3.368	68,62	66,3
Ensino Médio (Educação Profissional)	52	-	-	-	520	817	572	817	9,09	0
Educação de Jovens e Adultos (Ensino Fundamental)	361	208	102	85	-	-	463	293	100	100
Educação de Jovens e Adultos (Ensino Médio)	589	292	-	-	-	-	589	292	100	100
Total	**6.698**	**5.638**	**8.299**	**8.979**	**8.126**	**9.108**	**23.123**	**23.725**	**64,86%**	**61,61%**

Fonte: INEP – Censo Escolar, 2024.

O número de docentes também é um indicador relevante para a compreensão da conjuntura educacional no município da AER. O **Quadro 6.3-24** apresenta o quantitativo de docentes na Educação Básica, distribuídos por etapa de ensino nos anos de 2019 e 2023, abrangendo tanto o total de profissionais por segmento quanto o percentual de atuação na rede pública.

Observa-se um crescimento no número total de docentes, que passou de 1.796 em 2019 para 2.180 em 2023. Com exceção da Educação Profissional, todos os segmentos registraram aumento no corpo docente. Embora a participação dos docentes na rede pública também tenha apresentado acréscimo de 58,59% para 59,77%, não foram todos os segmentos que apresentaram esse aumento.

O aumento dos docentes na rede pública ocorreu na creche da educação infantil e nos dois segmentos do ensino fundamental, em contrapartida, houve uma redução no percentual de docentes públicos na Pré-escola, no Ensino Médio (normal) e na Educação Profissional, sendo que esta última deixou de ter oferta pública em 2023.

Destaca-se que, apesar do aumento no número total de docentes na Pré-escola e no Ensino Médio regular, a participação da rede pública nesses segmentos diminuiu, o que sugere um fortalecimento da presença do setor privado nessas etapas de ensino.

Quadro 6.3-24 - Docentes da Educação Básica em Nova Lima por etapas de ensino: 2019 e 2023

Etapas de Ensino	2019		2023	
	Total	Público (%)	Total	Público (%)
Educação Infantil (Creche)	251	74,9	343	76,97
Educação Infantil (Pré-escola)	200	64	251	63,35
Ensino Fundamental (anos iniciais)	470	57,66	581	59,04
Ensino Fundamental (anos finais)	380	44,74	445	45,84
Ensino Médio (normal)	290	52,07	342	50
Ensino Médio (Educação Profissional)	64	7,81	56	0
Educação de Jovens e Adultos (Ensino Fundamental)	60	100	79	100
Educação de Jovens e Adultos (Ensino Médio)	81	100	83	100
Total	**1.796**	**58,59**	**2.180**	**59,77**

Fonte: INEP – Censo Escolar, 2019 e 2023. Nota: O total de docentes pode não corresponder à soma dos quantitativos por etapas de ensino, pois um mesmo docente pode atuar em múltiplas etapas de ensino simultaneamente.

Além do quantitativo de estabelecimentos, número de matrículas e docentes, que indicam ampliação da rede de ensino, a análise da conjuntura educacional considera também os resultados educacionais. Nesse sentido, a taxa de alfabetização é um indicador fundamental para avaliar o desenvolvimento das competências escolares básicas e o acesso à educação primária.

O **Quadro 6.3-25** foi elaborado a partir de dados dos dois últimos Censos Demográficos do IBGE (2010; 2022) e compõe o nível de alfabetização por sexo no município de Nova Lima.

Em 2010, o total de pessoas alfabetizadas era de 62.609, correspondendo a 97,13% da população acima dos 15 anos. Em 2022, a população acima de 15 anos alfabetizada no município totalizou 89.020 pessoas e a taxa de alfabetização nessa faixa etária foi elevada, atingindo 97,95%, um índice superior à média nacional (93%) e à do estado de Minas Gerais (94,23%).

Em relação ao sexo, embora o número absoluto de mulheres alfabetizadas seja maior, a proporção de alfabetização entre as mulheres ainda é ligeiramente inferior à dos homens quando comparada ao total de pessoas em cada grupo. De todo modo, a evolução positiva foi verificada tanto entre homens quanto entre mulheres. No caso dos homens, a taxa de alfabetismo passou de 97,50% em 2010 para 98,14% em 2022, representando um aumento de 0,64 ponto percentual. Entre as mulheres, a taxa subiu de 96,79% em 2010 para 97,78% em 2022, um acréscimo de 0,99 ponto percentual.

Esses dados indicam uma leve redução da desigualdade entre os sexos quanto à alfabetização entre as pesquisas censitárias, além de apontarem para um cenário de melhoria contínua das condições educacionais no município.

Quadro 6.3-25 -Taxa de alfabetização por sexo em Nova Lima – 2010/2022.

Sexo	2010			2022		
	Pessoas com 15 anos ou mais		Taxa de Alfabetismo	Pessoas com 15 anos ou mais		Taxa de Alfabetismo
	Total	Alfabetizadas		Total	Alfabetizadas	
Homens	30.937	30.164	97,50%	43.547	42.737	98,14%
Mulheres	33.522	32.445	96,79%	47.333	46.283	97,78%
Total	64.459	62.609	97,13%	90.880	89.020	97,95%

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2022.

Já o **Quadro 6.3-26** apresenta dados gerados pelo Censo Demográfico de 2022 sobre pessoas alfabetizadas acima de 15 anos, considerando os cinco grupos raciais definidos pelo IBGE. Além disso, exibe a porcentagem de alfabetização em cada categoria. Observa-se que o município de Nova Lima apresenta uma taxa de alfabetização relativamente elevada entre pessoas com 15 anos ou mais, alcançando 97,95% da população nessa faixa etária. A análise por grupo racial revela, no entanto, variações sutis entre as categorias. A maior taxa de alfabetização é observada entre pessoas brancas (98,89%), seguidas pelas pardas (97,42%), indígenas (97,18%), pretas (96,70%) e, por fim, amarelas (94,52%). Vale ressaltar que entre os grupos branco, pardo e preto, os homens apresentam taxas de alfabetização ligeiramente superiores às das mulheres. Já entre os amarelos e indígenas, as mulheres registram as maiores taxas (IBGE, 2022).

Quadro 6.3-26 - Pessoas com 15 anos ou mais alfabetizadas por raça em Nova Lima – 2022.

Raça	Pessoas com 15 anos ou mais	Taxa de Alfabetismo	
	Total	Alfabetizadas	%
Branca	39.062	38.627	98,89%
Preta	11.677	11.292	96,70%
Amarela	146	138	94,52%
Parda	39.923	38.893	97,42%
Indígena	71	69	97,18%
Total	90.880	89.020	97,95%

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2022.

Em 2010, o perfil de escolaridade da população residente em Nova Lima apresentava uma predominância de pessoas com nível de instrução limitado (**Quadro 6.3-27**). Naquele ano, a maior parte dos residentes, 39,96% (28.335 pessoas), possuía nenhuma instrução ou apenas o ensino fundamental incompleto, com distribuição semelhante entre os sexos: 40,18% entre os homens e 39,76% entre as mulheres. Vale ressaltar que dados referentes ao Censo Demográfico 2022 para nível de instrução da população não foram divulgados pelo IBGE, até a elaboração deste estudo.

A faixa com maior nível de instrução, que compreende o ensino médio completo e superior incompleto, concentrava 25,45% da população (18.048 pessoas). Homens e mulheres apresentavam percentuais próximos: 25,14% e 25,74%, respectivamente, o que demonstra um equilíbrio de acesso a esse estágio educacional entre os gêneros.

Em resumo, os dados revelam que quase 40% da população de Nova Lima ainda estava concentrada nas faixas de menor escolaridade em 2010, em que as mulheres apresentavam maior instrução nos níveis mais elevados.

Quadro 6.3-27 - Nível de instrução e escolaridade por sexo em Nova Lima – 2010.

Nível de instrução	Total	%	Homens	%	Mulheres	%
Sem instrução e fundamental incompleto	28.335	39,96	13.734	40,18	14.601	39,76
Fundamental completo e médio incompleto	12.054	17,00	5.973	17,47	6.081	16,56
Médio completo e superior incompleto	18.048	25,45	8.595	25,14	9.453	25,74
Superior completo	10.180	14,36	4.713	13,79	5.467	14,89
Não determinado	2.288	3,23	1.169	3,42	1.120	3,05
Total	70.906	100,00	34.185	100,00	36.721	100,00

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

No geral, a análise da escolaridade em Nova Lima apresenta avanços no acesso à educação e na redução do analfabetismo quando comparado os resultados de 2010 e 2022. Houve crescimento da oferta educacional, observado pelo aumento de matrículas e docentes, embora o quantitativo de estabelecimentos tenha permanecido o mesmo. Embora a educação pública permaneça predominante, nota-se uma redução do ensino público e crescimento dos estabelecimentos privados de ensino.

O município não apresenta desigualdades educacionais significativas em relação a raça e ao gênero da população. Embora a taxa de alfabetização apresente resultados superior à média nacional e estadual, o quantitativo populacional em 2010 de pessoas sem nível de instrução e com fundamental incompleto revela uma precariedade do sistema de ensino do município.

6.3.1.11.2. Saúde e doenças

Este item tem como objetivo analisar as estruturas e recursos de saúde disponíveis na AER, utilizando como fonte principal os dados fornecidos pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS, 2024).

O Decreto Estadual nº 48.661, de 31 de julho de 2023, estabelece a estrutura organizacional da Secretaria de Estado de Saúde no estado de Minas Gerais, definindo competências, responsabilidades e diretrizes para a gestão do sistema de saúde estadual. Complementarmente, a Resolução nº 9.224, de 12 de dezembro de 2023, delimita as sedes

e as áreas de abrangência das Superintendências Regionais de Saúde (SRS) e das Gerências Regionais de Saúde (GRS), conforme apresenta a **Figura 6.3-37**.

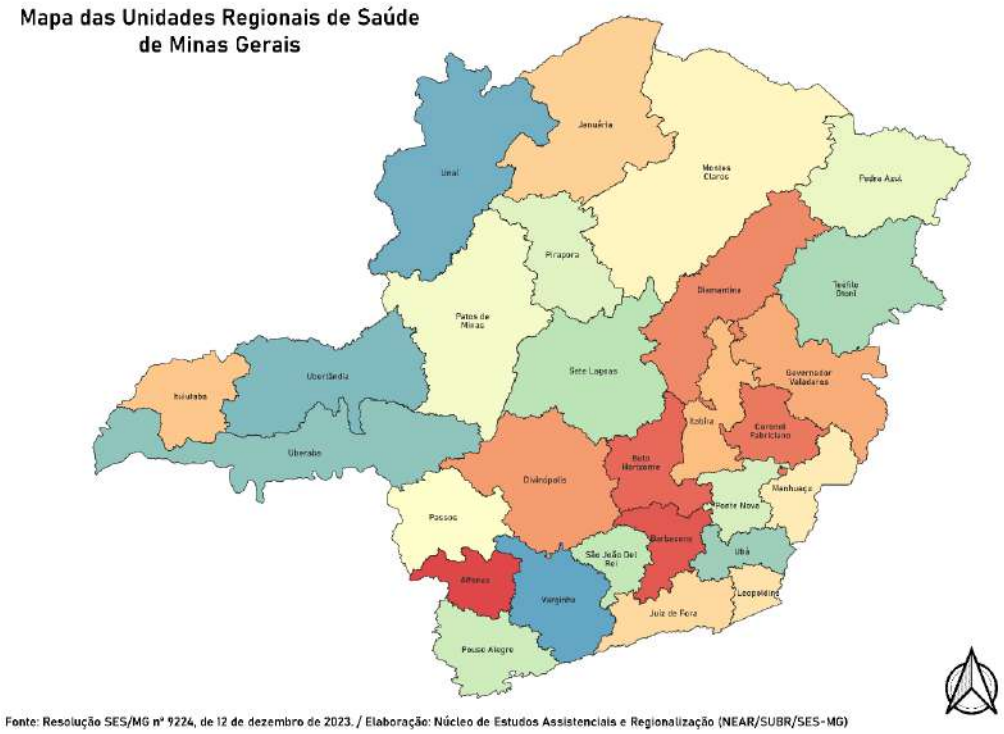


Figura 6.3-37 - Superintendências Regionais de Saúde (SRS)
Fonte: Minas Gerais – Secretaria Estadual de Saúde, 2024.

A configuração territorial dos serviços de saúde em Minas Gerais é estruturada para fortalecer a descentralização da gestão pública. As Unidades Regionais de Saúde estão organizadas em superintendências regionais, um arranjo administrativo essencial para ampliar a eficiência e o alcance dos serviços no estado.

O município de Nova Lima está inserido na Superintendência Regional de Saúde (SRS) de Belo Horizonte, evidenciando sua proximidade geográfica com a capital mineira — principal centro administrativo, econômico e de infraestrutura da região. No entanto, a dependência de Belo Horizonte para o acesso a serviços de saúde especializados reforça a necessidade de fortalecimento da infraestrutura local, a fim de reduzir vulnerabilidades diante de emergências e impactos ambientais (MINAS GERAIS, 2023).

O **Quadro 6.3-28** apresenta os estabelecimentos de saúde existentes no município com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) de janeiro de 2025.

As informações possibilitam uma análise da estrutura municipal de saúde, especialmente no que diz respeito ao acesso da população e à organização da rede assistencial.

Embora o município apresente um considerável número de Centro de Saúde / Unidade Básica (22), de consultórios isolados (136) e de Clínica / Centro de Especialidade (142), nota-se a ausência absoluta de Posto de Saúde, Pronto Socorro, Unidade de Atenção à Saúde Indígena, Polo Academia de Saúde, Central de Regulação Médica das Urgências, Laboratório de Saúde Pública, Central de Regulação do Acesso e Central de Notificação, Captação e Distribuição de órgãos estadual. A ausência desses estabelecimentos sugere a necessidade de recorrer aos recursos disponíveis na capital do estado e em municípios vizinhos, podendo gerar uma sobrecarga nesses sistemas.

Portanto, a insuficiência de determinados estabelecimentos em Nova Lima aponta a necessidade de deslocamento até municípios com maior infraestrutura de saúde para garantir o acesso a serviços específicos.

Quadro 6.3-28 - Estabelecimentos de saúde por tipo – jan/2025

Estabelecimentos de Saúde por Tipo no município da Área de Influência	
Tipo de Estabelecimento de Saúde	**Nova Lima**
Posto De Saúde	-
Centro De Saúde / Unidade Básica	22
Policlínica	1
Hospital Geral	5
Hospital Especializado	1
Pronto Socorro Geral	-
Consultório Isolado	136
Clínica / Centro De Especialidade	142
Unidade De Apoio Diagnose E Terapia (Sadt Isolado)	20
Unidade Móvel Terrestre	1
Unidade Móvel de Nível Pré-hospitalar da área De Urgência	3
Farmácia	31
Unidade De Vigilância Em Saúde	1
Cooperativa Ou Empresa De Cessão De Trabalhadores Na saúde	8
Hospital/Dia - Isolado	1
Central De Gestão Em Saúde	2
Centro De Atenção Hemoterapia e ou hematológica	2
Centro De Atenção Psicossocial	2
Unidade De Atenção A Saúde Indígena	-
Pronto Atendimento	2
Polo Academia De Saúde	-

Estabelecimentos de Saúde por Tipo no município da Área de Influência	
Tipo de Estabelecimento de Saúde	**Nova Lima**
Telessaúde	3
Central De Regulação Médica Das Urgências	-
Serviço De Atenção Domiciliar Isolado (Home Care)	1
Laboratório De Saúde Pública	-
Central De Regulação Do Acesso	-
Central De Notificação, Captação e Distribuição de Órgãos Estadual	-
Polo De Prevenção De Doenças e Agravos e Promoção da saúde	1
Central De Abastecimento	1
Centro De Imunização	3
TOTAL	**389**

Fonte: DATASUS - Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil, 2025.

A análise da infraestrutura hospitalar e dos recursos humanos em saúde na Área de Estudo Regional (AER) revela importantes desafios relacionados à equidade e à suficiência no atendimento das demandas de saúde, especialmente em emergências. O **Quadro 6.3-29**, referente à distribuição dos leitos hospitalares por especialidade em janeiro de 2025, permite a compreensão da capacidade de resposta do sistema de saúde em Nova Lima para casos de internação.

O sistema hospitalar de Nova Lima conta com 527 leitos, dos quais 90 estão vinculados ao Sistema Único de Saúde (SUS), representando apenas 17,09% dos leitos. A predominância por leitos clínicos (167, sendo 54 do SUS) e complementares (114, sendo 10 do SUS) indica uma estrutura voltada principalmente para o atendimento de casos generalistas. Observa-se que a oferta de leitos públicos é significativamente inferior à dos leitos particulares, o que evidencia a insuficiência da rede pública para atender à demanda municipal. A grande disponibilidade na rede privada sugere que há uma procura expressiva por parte da população, indicando possível limitação de acesso aos serviços públicos de internação.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), recomenda-se a disponibilidade de 3 a 5 leitos hospitalares por mil habitantes. Com uma população de 111.597 habitantes (IBGE, 2022), Nova Lima encontra-se dentro dessa faixa, apresentando uma média de 4,7 leitos por mil habitantes — o que indica conformidade com os parâmetros internacionais de disponibilidade de leitos. O município também se destaca em relação à média do estado de Minas Gerais, que registra 2,07 leitos por mil habitantes. Vale destacar, no entanto, que grande parte dessa estrutura está concentrada na rede privada.

Quadro 6.3-29 - Leitos hospitalares existentes – jan/2025

Leitos de internação			
Especialidade	**Total**	**SUS**	**% Leito SUS**
Cirúrgicos	92	7	1,33%
Clínicos	167	54	10,25%
Obstétrico	70	7	1,33%
Pediátrico	64	9	1,71%
Hospital/DIA	19	3	0,57%
Outras especialidades	1	-	0,00%
Leitos Complementares	114	10	1,90%
TOTAL	**527**	**90**	17,09%

Fonte: DATASUS, 2025.

Ainda sobre a infraestrutura de saúde, o **Quadro 6.3-30** evidencia a distribuição das esquipes de saúde no município da área de estudo regional, considerando o cenário de janeiro de 2025. A análise da disponibilidade das equipes permite compreender as estratégias de organização dos serviços de saúde no âmbito da Atenção Primária à Saúde (APS), em consonância com as diretrizes da Política Nacional de Atenção Básica (PNAB) (BRASIL, 2007).

Observa-se em Nova Lima uma predominância de equipes de saúde bucal, seguidas pelas equipes de saúde da família. Esses dados refletem o alinhamento do município com a Estratégia Brasil Sorridente, que visa integrar as ações de saúde bucal à Atenção Primária à Saúde (APS). Além disso, evidenciam o compromisso com a ampliação da cobertura da atenção primária e o fortalecimento de um cuidado contínuo e territorializado, conforme orienta o Sistema Único de Saúde (SUS). Esse cenário se reforça ao considerar que a terceira equipe com maior representatividade é a do Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Primária (ENASF-AB).

A presença de uma Equipe Multidisciplinar de Atenção Domiciliar (EMAD) e de uma Equipe Multidisciplinar de Apoio (EMAP) sinaliza iniciativas voltadas à ampliação do cuidado domiciliar, especialmente para pacientes com necessidades complexas, conforme instituído pelo Programa Melhor em Casa (BRASIL, 2011).

Quadro 6.3-30 - Equipes de saúde – jan/2025

Equipes de saúde no município da Área de Influência	
Tipo de Equipe de Saúde	**Nova Lima**
EMAD - Equipe Multidisciplinar de Atenção Domiciliar Tipo I	1
EMAP - Equipe Multidisciplinar De Apoio	1
ESF - Equipe de Saúde da Família	28
ESB - Equipe de Saúde Bucal	55
ENASF-AB – Equipe Núcleo Ampliado Saúde da Família At. Primaria	10
EABP - Equipe De Atenção Primaria Prisional	2
EAP - Equipe De Atenção Primaria	2
TOTAL	**99**

Fonte: DATASUS, 2025.

Para especificar as equipes de saúde, o **Quadro 6.3-31** evidencia a distribuição dos recursos humanos na saúde em Nova Lima – também com dados de janeiro de 2025 – que deve estar em conformidade com as demandas locais e os princípios da gestão descentralizada do Sistema Único de Saúde (SUS). A composição e a alocação desses profissionais devem ser analisadas à luz das políticas públicas de saúde, como a Política Nacional de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde (PNGTES) e as prioridades epidemiológicas de cada localidade.

A predominância de profissionais da enfermagem evidencia o papel central da categoria na Atenção Primária à Saúde (APS) e na coordenação do cuidado interdisciplinar. As outras especialidades com maior número de profissionais são os cirurgiões-dentistas e os clínicos gerais, o que demonstra alinhamento tanto com a Estratégia Brasil Sorridente quanto com o modelo de atenção da APS, pautado nos princípios da integralidade e da longitudinalidade do cuidado.

Por outro lado, a baixa presença de especialidades como radiologia, psiquiatria, cirurgia geral e ginecologia/obstetrícia pode indicar limitações no acesso a serviços especializados no município, o que representa um desafio, sobretudo para grupos populacionais mais vulneráveis, como gestantes e pessoas com transtornos mentais.

Quadro 6.3-31 - Recursos Humanos na área da saúde – jan/2025

Recursos Humanos de saúde	
Especialidade	**Nova Lima**
Assistente Social	30
Bioquímico/farmacêutico	73
Cirurgião Geral	11
Clínico Geral	114
Enfermeiro	179
Fisioterapeuta	84
Fonoaudiólogo	31
Gineco Obstetra	12
Médico de Família	23
Nutricionista	26
Odontólogo	138
Pediatra	37
Psicólogo	67
Psiquiatra	10
Radiologista	2
Outras especialidades médicas	84
Outras ocupações de nível superior relacionadas à Saúde	37
Total	**958**

Fonte: DATASUS, 2025.

Em relação a verificação de ocorrência de doenças no município que compõe a AER, foram consideradas informações sobre a morbidade hospitalar no Sistema Único de Saúde (SUS), organizada por capítulos da CID-10, de modo que seja possível identificar padrões epidemiológicos relacionados aos determinantes sociais, ambientais e econômicos (DATASUS, 2025). O **Quadro 6.3-32** detalha esse indicador que evidencia as principais causas de internação, indicando as doenças ou condições mais frequentes, e auxilia no planejamento e organização dos serviços de saúde.

Em Nova Lima, as principais causas de morbidade hospitalar no âmbito do SUS concentram-se em lesões, envenenamentos e outras consequências de causas externas, responsáveis por 12,50% das internações. Em seguida, destacam-se as doenças do aparelho respiratório (12,30%), as doenças do aparelho geniturinário (11,91%) e os casos relacionados à gravidez, parto e puerpério (11,13%).

As menores taxas de internação foram observadas nos casos de doenças dos olhos e anexos (0,39%), transtornos mentais e comportamentais (0,59%) e doenças do sangue, dos órgãos hematopoéticos e alguns transtornos imunitários (0,98%).

Quadro 6.3-32 - Internações hospitalares por Capítulo CID-10

Internações Hospitalares por Capítulo CID-10		
Capítulo CID-10	**Nova Lima**	**(%)**
1 – Algumas doenças infecciosas e parasitárias	39	7,62%
2 – Neoplasias (tumores)	30	5,86%
3 – Doenças do sangue e dos órgãos hematopoiéticos e alguns transtornos imunitários	5	0,98%
4 – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas	18	3,52%
5 – Transtornos mentais e comportamentais	3	0,59%
6 – Doenças do sistema nervoso	18	3,52%
7 – Doença do olho e anexos	2	0,39%
8 – Doenças do ouvido e da apófise mastóide	5	0,98%
9 – Doenças do aparelho circulatório	52	10,16%
10 – Doenças do aparelho respiratório	63	12,30%
11 – Doenças do aparelho digestivo	43	8,40%
12 – Doenças da pele e do tecido subcutâneo	7	1,37%
13 – Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo	11	2,15%
14 – Doenças do aparelho geniturinário	61	11,91%
15 – Gravidez, parto e puerpério	57	11,13%
16 – Algumas afecções originadas no período perinatal	15	2,93%
17 – Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas	-	-

Internações Hospitalares por Capítulo CID-10		
Capítulo CID-10	**Nova Lima**	**(%)**
18 – Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório, não classificados em outra parte	6	1,17%
19 – Lesões, envenenamento e algumas outras consequências de causas externas	64	12,50%
20 – Causas externas de morbidade e mortalidade	-	-
21 – Contatos com serviços de saúde	13	2,54%
Total	**512**	100,00%

Fonte: DATASUS, 2025.

O registro de óbitos hospitalares no âmbito do SUS, conforme apresentado no **Quadro 6.3-33**, reflete padrões de falecimento que dialogam com os determinantes sociais de saúde e as condições epidemiológicas da população residente em Nova Lima.

Observa-se que, embora as lesões, envenenamentos e outras consequências de causas externas representem o principal motivo de internações hospitalares em Nova Lima, não foi registrado nenhum óbito associado a essas causas. Por outro lado, as principais causas de morte hospitalar foram as doenças do aparelho circulatório, seguidas pelas neoplasias (tumores) — enfermidades que não figuram entre os principais motivos de internação no município. Além das causas externas, também não houve registro de óbitos hospitalares relacionados a doenças dos olhos e anexos, doenças do ouvido e da apófise mastoide, nem a condições classificadas como contatos com serviços de saúde.

Portanto, nota-se que as internações hospitalares não estão diretamente associadas aos óbitos. Isso pode estar relacionado à natureza das enfermidades que levam à internação, muitas vezes tratáveis e de menor gravidade imediata, como lesões e infecções respiratórias. Em contrapartida, doenças do aparelho circulatório e as neoplasias, embora não sejam as principais causas de internação, tendem a apresentar maior letalidade, resultando em óbitos mesmo sem prévia hospitalização prolongada.

Quadro 6.3-33 - Óbitos hospitalares no SUS por Capítulo CID-10

Óbitos por residência - Capítulo CID-10 (2023)		
Capítulo CID-10	**Nova Lima**	**(%)**
1 – Algumas doenças infecciosas e parasitárias	29	4,78%
2 – Neoplasias (tumores)	108	17,79%
3 – Doenças do sangue e dos órgãos hematopoiéticos e alguns transtornos imunitários	1	0,16%
4 – Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas	43	7,08%
5 – Transtornos mentais e comportamentais	17	2,80%
6 – Doenças do sistema nervoso	32	5,27%
7 – Doença do olho e anexos	-	-
8 – Doenças do ouvido e da apófise mastóide	-	-
9 – Doenças do aparelho circulatório	134	22,08%
10 – Doenças do aparelho respiratório	71	11,70%
11 – Doenças do aparelho digestivo	31	5,11%
12 – Doenças da pele e do tecido subcutâneo	6	0,99%
13 – Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo	13	2,14%
14 – Doenças do aparelho geniturinário	21	3,46%
15 – Gravidez, parto e puerpério	1	0,16%
16 – Algumas afecções originadas no período perinatal	8	1,32%
17 – Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas	5	0,82%

Óbitos por residência - Capítulo CID-10 (2023)		
Capítulo CID-10	**Nova Lima**	**(%)**
18 – Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório, não classificados em outra parte	23	3,79%
19 – Lesões, envenenamento e algumas outras consequências de causas externas	-	-
20 – Causas externas de morbidade e mortalidade	64	10,54%
21 – Contatos com serviços de saúde	-	-
TOTAL	**607**	**100,00%**

Fonte: DATASUS, 2025.

A análise dos novos casos positivos de arboviroses registrados entre 2022 e 2024, conforme apresenta o **Quadro 6.3-34**, evidencia um comportamento epidemiológico dinâmico, influenciado por fatores ambientais, sociais e institucionais. As flutuações nos casos de dengue, *chikungunya* e zika refletem desafios na vigilância em saúde e no controle vetorial, especialmente considerando a intensificação das mudanças climáticas e as condições urbanas que favorecem a proliferação do *Aedes aegypti*.

Com exceção do zika vírus, que apresentou poucos casos e estabilidade, observa-se um aumento expressivo entre os anos dos casos de dengue e de *Chikungunya*. Como resposta ao crescimento dos casos, a prefeitura de Nova Lima instituiu a Lei Municipal nº 3.123, de 01 de maio de 2024, que dispõe sobre a criação do programa municipal de prevenção e combate ao mosquito Aedes aegypti, transmissor da dengue, zika e Chikungunya, visando intensificar as ações de controle das doenças transmitidas por esse vetor. Essa iniciativa reflete o compromisso da prefeitura em fortalecer as medidas de vigilância e mobilização social para reduzir a incidência de dengue, zika vírus e *chikungunya* no município.

Quadro 6.3-34 - Casos novos positivos de arboviroses: 2022-2024

Arbovirose	Nova Lima		
	2022	2023	2024
Dengue	151	1.309	11.075
Chikungunya	9	80	316
Zika	2	2	-

Fonte: DATASUS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação, 2024.

Por fim, a análise da ocorrência de Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs) em Nova Lima, conforme os dados apresentados no período de 2021 a 2023 no **Quadro 6.3-35**, evidencia variações nos casos de diferentes infecções nos anos observados. Os dados apresentados demonstram padrões que exigem atenção contínua e intervenções direcionadas pelo poder público. As notificações incluem sífilis adquirida, congênita e em gestante, e hepatites virais, evidenciando tanto desafios históricos quanto lacunas persistentes no enfrentamento dessas condições.

Entre as ISTs notificadas, a sífilis adquirida apresenta prevalência expressiva no município, com destaque no ano de 2022. A sífilis congênita, condição sensível à qualidade da atenção pré-natal, registra as menores notificações entre as sífilis, indicando o esforço da meta do Plano de Eliminação da Sífilis Congênita, que estabelece como prioritário o diagnóstico e tratamento integral da gestante e de seus parceiros (BRASIL, 2019).

As hepatites virais B, C e D apresentam baixas notificações em Nova Lima, podendo sugerir a menor circulação dos agentes etiológicos ou o subdiagnóstico, considerando que essas doenças, em sua maioria, são assintomáticas em fases iniciais. Estratégias de prevenção e rastreamento, incluindo vacinação contra hepatite B e testagem ampliada para hepatite C, são importantes para o controle da doença, conforme preconizado na Política Nacional de IST, HIV/AIDS e Hepatites Virais (BRASIL, 2020).

Em resumo, o panorama observado nas ISTs requer intervenções intersetoriais com foco na educação em saúde, ampliação do acesso ao diagnóstico e fortalecimento das redes de cuidado. A articulação entre os serviços de saúde e grandes empreendimentos no território é essencial, especialmente considerando o impacto social de empreendimentos sobre os determinantes sociais da saúde, como migração, desigualdade de renda e acesso desigual aos serviços. Essas estratégias precisam estar alinhadas às diretrizes da Política Nacional de Saúde Sexual e Reprodutiva e do Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2013), assegurando o princípio da equidade no enfrentamento das ISTs.

Quadro 6.3-35 - Casos de Infecções Sexualmente Transmissíveis notificados: 2021-2023

ISTs	Nova Lima		
	2021	2022	2023
Sífilis Adquirida	100	259	189
Sífilis Congênita	2	7	4
Sífilis em Gestante	28	24	12
Hepatite B	2	4	9
Hepatite C	6	2	5
Hepatite D	1	1	-

Fonte: SINAN – Dados epidemiológicos, 2024.

Com base nos dados apresentados, observa-se que, apesar de Nova Lima contar com uma estrutura de saúde relativamente ampla e diversificada, especialmente no que se refere à Atenção Primária, ainda persistem importantes lacunas na cobertura e na oferta de serviços especializados e de urgência. A predominância de estabelecimentos e profissionais vinculados à rede privada, somada à baixa proporção de leitos hospitalares disponíveis pelo SUS, evidencia desigualdades no acesso aos serviços de saúde, sobretudo para populações em situação de maior vulnerabilidade.

Além disso, a necessidade de deslocamento para municípios vizinhos, como Belo Horizonte, para acesso a determinados serviços e procedimentos, reforça a dependência sobre os sistemas de saúde metropolitanos. Por outro lado, iniciativas municipais como a criação de programas de enfrentamento às arboviroses e o fortalecimento da Atenção Primária revelam esforços locais em ampliar a cobertura e a resolutividade da rede.

Ainda assim, os padrões de morbidade hospitalar em Nova Lima indicam que as internações se concentram principalmente em casos de lesões por causas externas, doenças respiratórias e problemas geniturinários. Já os óbitos hospitalares estão mais associados a doenças crônicas, como as do aparelho circulatório e as neoplasias, evidenciando que enfermidades de maior letalidade nem sempre correspondem às principais causas de internação.

6.3.1.11.3. Segurança

O Sistema de Segurança Pública de Minas Gerais, composto pela Polícia Militar e Polícia Civil, desempenha um papel essencial na proteção da população e na manutenção da ordem pública. A distribuição das unidades dessas instituições no município estudado reflete as características específicas de cada localidade, considerando tanto a estrutura demográfica quanto as necessidades de segurança. Esse padrão de distribuição oferece percepções sobre as decisões políticas e as prioridades regionais adotadas, além de possibilitar uma análise mais aprofundada das dinâmicas de acesso à segurança e seus impactos nas populações locais (MINAS GERAIS, 2025).

De acordo com os dados coletados nos portais eletrônicos das Polícias Civil e Militar de Minas Gerais (2025), a análise mostra que Nova Lima, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, conta com uma população menor e uma estrutura urbana menos densa que a capital estadual. O município possui 23 unidades de segurança pública, sendo 16 delas da Polícia Militar e 7 da Polícia Civil. Em síntese, os dados revelam uma distribuição estratégica das unidades de segurança pública, ajustada às necessidades específicas do município (**Figura 6.3-38)**.

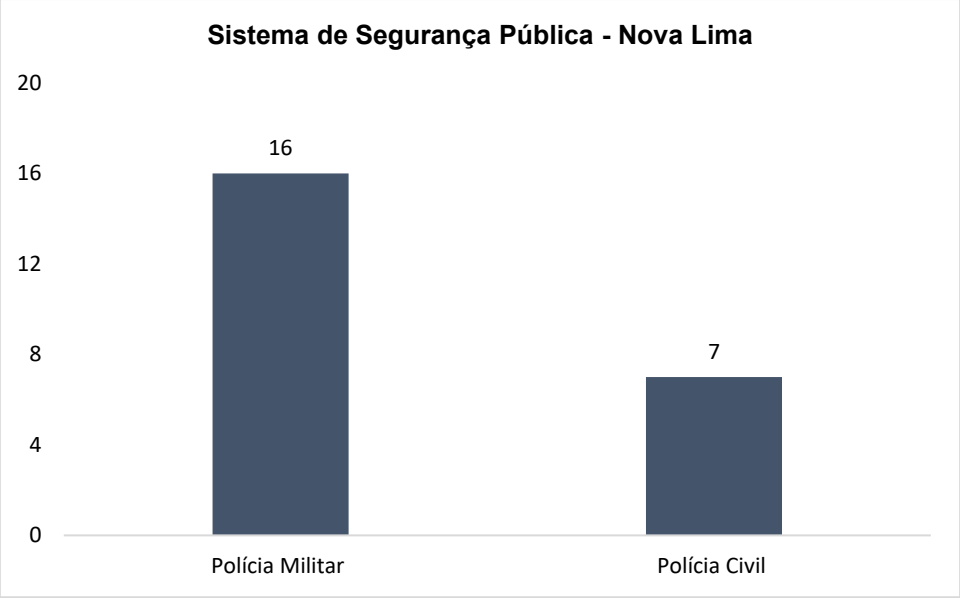


Figura 6.3-38 – Sistema de segurança pública (2025).
Fonte: Minas Gerais, 2025.

A taxa de homicídios dolosos por 100 mil habitantes foi escolhida como indicador principal para avaliar a qualidade da segurança pública nos municípios analisados, pois é um reflexo direto do nível de violência e das políticas de segurança adotadas. Os dados utilizados foram extraídos do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), da Fundação João Pinheiro (2024), que fornece uma quantidade de informações sobre os perfis dos municípios de Minas Gerais. De acordo com esses dados, entre 2010 e 2020, Nova Lima apresentou taxas de homicídios dolosos superiores a 10 homicídios por 100 mil habitantes, limiar que, segundo a Organização Mundial da Saúde, caracteriza uma "epidemia" de violência (**Quadro 6.3-36**). A partir dessa análise, é possível perceber as variações nas taxas de homicídios ao longo dos anos, o que ajuda a compreender as dinâmicas de segurança em cada município.

Em Nova Lima, a taxa de homicídios dolosos também apresentou flutuações durante o período analisado. Em 2010, o município registrava uma taxa de 11,03 homicídios por 100 mil habitantes, que variou ao longo dos anos, alcançando 13,16 em 2020. Embora a taxa tenha mostrado uma tendência geral de estabilidade, ela permaneceu consistentemente acima de 10 homicídios por 100 mil habitantes, indicando que o município enfrenta desafios em relação à segurança pública, mesmo que seus índices de homicídios sejam inferiores aos de Belo Horizonte. Esse cenário revela que, apesar de uma população menor e uma estrutura urbana diferente, Nova Lima também precisa continuar investindo em medidas de segurança para combater a violência de forma mais eficaz.

Quadro 6.3-36 - Taxa de ocorrência de homicídios dolosos (por 100 mil habitantes) – Nova Lima.

Município	Taxa de ocorrência de homicídios dolosos (por 100 mil habitantes)					
	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Nova Lima	11,03	17,37	14,45	12,92	15,94	13,16

Fonte: Fundação João Pinheiro - FJP, 2024.

Outro indicador relevante para a avaliação da qualidade da segurança pública nos municípios é a proporção de policiais militares em relação ao número de habitantes. Esse indicador é crucial, pois a Polícia Militar é a única instituição pública presente em todos os municípios de Minas Gerais, sendo, portanto, o principal recurso para a operacionalização das políticas de segurança pública.

A relação entre o número de habitantes e o efetivo policial é importante, pois, teoricamente, quanto menor for o número de habitantes por policial, maior será a capacidade de cobertura e de presença policial nas comunidades. Isso impacta diretamente na efetividade das operações de segurança e na sensação de segurança da população.

Em Nova Lima, os dados revelam uma variabilidade na tendência sobre o número de habitantes por policial no decorrer dos anos. Em 2010, o município tinha 414,46 habitantes por policial, e ao longo da década, esse número foi diminuindo até 2018, indicando uma melhora na distribuição de policiais em relação ao número de habitantes. No entanto, em 2020, essa relação chegou a 473,60 habitantes por policial, o que representa um aumento de aproximadamente 14,3% em relação a 2010, como apresentado no **Quadro 6.3-37** e na **Figura 6.3-39.**

Vale ressaltar que a metodologia de cálculo do índice passou por alterações ao longo dos anos, e os dados mais recentes disponíveis até a elaboração deste estudo, no portal da Fundação João Pinheiro (2025), referem-se ao ano de 2020.

Quadro 6.3-37 - Número de habitantes por policial militar.

Municípios	Número de habitantes por policial militar					
	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Nova Lima	414,46	398,02	389,08	405,58	448,02	473,60

Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP), 2020.



Figura 6.3-39 - Número de habitantes por policial militar entre 2010 e 2020 – Nova Lima.
Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP), 2020.

Os dados sobre a atuação da Defesa Civil são essenciais para mensurar a eficácia das respostas a emergências e a qualidade dos serviços prestados. Este estudo tem como base as informações disponíveis nos portais eletrônicos das prefeituras e Defesas Civis do município analisado, com o objetivo de conhecer os Planos de Contingência e os programas de segurança de barragens dessa localidade, a fim de identificar como o município reage em casos de emergência geológica, a quantidade de unidades de apoio às emergências, a presença de abrigos temporários e a emissão de alertas.

A legislação brasileira sobre segurança de barragens passou por importantes modificações após os desastres envolvendo rompimentos de barragens, com destaque para a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Esta lei estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), com o objetivo de reduzir a ocorrência de acidentes, regulamentar as ações de segurança e fiscalizar as barragens em todo o território nacional. A PNSB prevê a criação de planos e protocolos para a segurança das barragens e para a resposta a emergências, estabelecendo diretrizes que devem ser seguidas por todos os estados e municípios.

Em Minas Gerais, a Política Estadual de Segurança de Barragens (PESB) foi instituída pela Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, com o objetivo de estabelecer diretrizes para a segurança de barragens no estado, de acordo com o Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2022).

Complementando a PESB, a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais (CEDEC-MG) criou o Plano de Segurança para Comunidades Próximas a Barragens de Mineração, que estabelece medidas de segurança e respostas rápidas a incidentes envolvendo barragens de mineração, com foco em comunidades que vivem em áreas de risco. (Defesa Civil de Minas Gerais, 2019).

A prefeitura de Nova Lima, juntamente com sua respectiva Defesa Civil, desempenha papel fundamental na gestão de emergências envolvendo barragens. A cidade está localizada em área de risco devido à proximidade de barragens de rejeitos, como as operadas pela Vale. O Plano de Emergência de Barragens (PEB) da prefeitura de Nova Lima segue diretrizes claras e estruturadas com o objetivo de proteger a população, o meio ambiente e o patrimônio em emergências. Uma das diretrizes principais é o monitoramento contínuo das barragens, por meio de sensores, câmeras e inspeções regulares. Caso sejam identificadas anomalias nas barragens, a Defesa Civil é rapidamente acionada, juntamente com os responsáveis pela operação da barragem e a população. Além disso, um sistema de alertas à população é implementado, com o uso de sirenes, mensagens de texto, chamadas automáticas e alertas por rádio e TV, a fim de garantir que os moradores tenham tempo para adotar as medidas cabíveis à respectiva situação emergencial (NOVA LIMA, 2025).

A estrutura de responsabilidade é outra diretriz essencial, pois define claramente as atribuições de cada órgão envolvido durante uma emergência. A Defesa Civil Municipal, a Defesa Civil Estadual, a Defesa Civil Federal, além das empresas responsáveis pelas barragens, como a Vale, devem agir de forma coordenada para garantir uma resposta eficaz e rápida. Além disso, o plano de evacuação detalha rotas de fuga, áreas de refúgio e abrigos temporários para as vítimas, garantindo que a evacuação ocorra de forma ordenada e segura.

Para garantir que as diretrizes sejam eficazes, são realizados treinamentos e simulações periódicas. Essas atividades visam testar a eficácia das rotas de fuga, a resposta das equipes de emergência e a comunicação com a população. A participação da comunidade e dos órgãos responsáveis é fundamental para garantir que todos saibam como reagir em caso de emergência. Essas diretrizes, combinadas com a colaboração de diversos órgãos públicos e privados, formam a base do Plano de Emergência de Barragens, que visa minimizar os riscos e danos em casos de rompimento de barragens.

6.3.1.11.4. Transporte

I) Frota Veicular

A análise das tendências da frota rodoviária busca compreender o volume e os tipos de veículos em circulação, visando identificar interferências no trânsito e necessidades de melhorias em acessos, infraestrutura e sinalização. O aumento da circulação pode causar congestionamentos, acidentes, impactos ambientais e prejuízos à qualidade de vida (SANTANA, 2019).

Para uma análise geral da frota veicular no município da AER foram realizadas consultas aos dados estatísticos disponibilizados pela Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN, 2024), por meio do IBGE Cidades (2024) e a partir dos veículos registrados na base nacional, por meio do sistema de Registro Nacional de Veículos Automotores (RENAVAM). Os dados são compilados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com periodicidade anual, o que corresponde à média mensal registrada no ano de referência pelo DENATRAN de acordo com a tipologia de veículos.

O **Quadro 6.3-38** apresenta o quantitativo de veículos por categoria em Nova Lima, juntamente com suas respectivas porcentagens para o ano de 2024. Observa-se a predominância de automóveis, que representam mais da metade da frota registrada no município, indicando que essa é a principal forma de locomoção local. Em seguida, destacam-se as motocicletas e motonetas, que juntas correspondem a mais de 21% dos veículos, e as caminhonetes e camionetas, que somam pouco mais de 12% do total. As demais categorias de veículos respondem por menos de 5% da frota municipal cada.

Quadro 6.3-38 - Frota de veículos em Nova Lima

Tipo	Nova Lima	
	N	%
Automóvel	29.457	57,49
Caminhão	2.272	3,15
Caminhão trator	444	0,81
Caminhonete	4.881	8,57
Camioneta	2.960	3,40
Ciclomotor	49	0,10
Micro-ônibus	472	0,73
Motocicleta	9.913	20,38
Motoneta	1.007	0,81
Ônibus	337	0,90
Quadriciclo	1	0

Tipo	Nova Lima	
	N	%
Reboque	744	1,09
Semi-reboque	518	0,97
Trator de rodas	71	0,01
Triciclo	17	0,06
Utilitário	2.216	1,51
Outros	15	0,02
Total	55.374	100

Fonte: SENATRAN, 2024 apud IBGE, 2024.

A análise dos dados anuais consolidados (janeiro a dezembro) do volume total da frota veicular no município revela um crescimento contínuo ao longo dos anos. No entanto, a partir de 2016, observa-se uma desaceleração no ritmo desse aumento. Embora a frota ainda esteja em expansão, a taxa de crescimento tem diminuído progressivamente.

II) Transporte público municipal e metropolitano

Em relação à oferta de transporte público municipal em Nova Lima, foram realizadas pesquisas na plataforma da Prefeitura para identificar a existência de serviços de transporte coletivo urbano, as principais linhas disponíveis e compreender a cobertura e acessibilidade oferecidas pelo sistema. A pesquisa apontou a predominância do transporte público por ônibus, que se configura como o principal modal de mobilidade urbana no município, com linhas que atendem às principais regiões do território.

O sistema de transporte público de Nova Lima é operado pela Via Ouro, nome escolhido como forma de homenagear a região, rica em minerais e conhecida pela extração de ouro. Atuando no município desde 2004, a Via Ouro conta com aproximadamente 150 colaboradores, distribuídos entre as áreas administrativa, operacional e de manutenção. Atualmente, o município dispõe de 19 linhas de ônibus, atendidas por 63 veículos, que realizam um total de 531 viagens diárias. A tarifa não sofre aumento desde 2022, permanecendo no valor de R$2,00 e oferecendo gratuidade aos domingos e feriados.

As linhas urbanas conectam diversas localidades no município, facilitando a mobilidade dos moradores e visitantes. São elas: 001 – Honório Bicalho; 002 – Bela Fama; 003 – Vila Operária; 004 – Nova Lima / Água Limpa; 005 – José de Almeira – Via Vila São José; 006 – Mingu; 007 – Avenida; 008 – Jardim Serrano; 009 – Circular 01; 010 – Nossa Senhora de Fátima; 011 – Alphaville; 012 – Fiat Biocor; 013 – Galo; 014 – Água Limpa / Jardim Canadá (Circular); 015 – Boa Vista / Cariocas; 016 – Jardim Petrópolis / São Sebastião das

Águas Claras; 017 – São Sebastião das Águas Claras / Jardim Canadá; 018 – Honório Bicalho / Vila da Serra e 019 – Nova Lima / Jardim Canadá (Via Ouro, 2025).

Para complementar a compreensão das dinâmicas de locomoção no município de Nova Lima foi realizada uma consulta no Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER/MG) em relação as linhas de ônibus metropolitanas disponíveis em Nova Lima. O **Quadro 6.3-39** disponibiliza os resultados dessa consulta, com destaque para as linhas intermunicipais que conectam Nova Lima a outros municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte, como Belo Horizonte, Raposos e Rio de Acima, incluindo os respectivos itinerários, horários e tarifas praticadas.

Cabe destacar que o transporte coletivo interno no município de Nova Lima opera com tarifa única de R$2,00, diferenciando-se do transporte intermunicipal, que possui tarifas variadas conforme a linha, a quilometragem e o itinerário atendido, que variam de R$ 7,25 a R$ 9,55. Portanto, o quadro em questão trata especificamente das linhas intermunicipais reguladas pelo DER/MG, e não das linhas internas municipais, cuja gestão é realizada pela prefeitura local.

Quadro 6.3-39 - Transporte metropolitano em Nova Lima

Número	Descrição	Empresa	Origem	Tarifa (R$)
3827	Nova Lima / Cidade Industrial - Via CEFET	Consórcio Metropolitano de Transporte	Nova Lima	9,55
3828	Nova Lima / Cidade Industrial	Consórcio Metropolitano de Transporte	Nova Lima	9,55
3830	Nova Lima / Belo Horizonte - Atendimento Bela Fama	Consórcio Metropolitano de Transporte	Nova Lima	9,55
3831	Nova Lima / Belo Horizonte	Consórcio Metropolitano de Transporte	Nova Lima	12,25
3832	Nova Lima / Belo Horizonte	Consórcio Metropolitano de Transporte	Nova Lima	9,55
3833	Nova Lima Av. Bernardo de Barros / Belo Horizonte	Consórcio Metropolitano de Transporte	Nova Lima	9,55
3844	Terminal Rodoviário de Nova Lima / BH Shopping	Consórcio Metropolitano de Transporte	Nova Lima	7,25
3845	Rio Acima / Nova Lima - Atendimento Vila Duarte	Consórcio Metropolitano de Transporte	Rio Acima	7,25

Número	Descrição	Empresa	Origem	Tarifa (R$)
3846	Raposos / Nova Lima - Atendimento Água Limpa	Consórcio Metropolitano de Transporte	Raposos	7,25
3847	Raposos / Nova Lima	Consórcio Metropolitano de Transporte	Raposos	7,25
3848	Rio Acima / Nova Lima	Consórcio Metropolitano de Transporte	Rio Acima	7,25
3849	Raposos / Nova Lima - Atendimento Matadouro	Consórcio Metropolitano de Transporte	Raposos	7,25
3852	Nova Lima / Raposos - Atendimento Circular	Consórcio Metropolitano de Transporte	Raposos	7,25
3856	Nova Lima / Raposos / Circular - Atendimento Água Limpa	Consórcio Metropolitano de Transporte	Nova Lima	7,25

Fonte: Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais - DER/MG, 2024.

III) Instrumentos Legais e de Mobilidade Urbana

Este item apresenta uma análise dos instrumentos legais e das diretrizes voltadas à mobilidade urbana aplicáveis no município de Nova Lima. A abordagem inclui a identificação das normas municipais que regulamentam o planejamento e a gestão da mobilidade, bem como as políticas públicas voltadas à acessibilidade e ao transporte sustentável.

O Plano Municipal de Mobilidade Urbana (PlanMob) é um instrumento de planejamento urbano para atender às diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, estabelecida pela Lei Federal nº 12.587/2012, que exige que os municípios com mais de 20 mil habitantes desenvolvam seus próprios planos de mobilidade.

De acordo com o Relatório de Diagnóstico – Etapa 1 do Plano de Mobilidade da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), o Plano de Mobilidade Urbana de Nova Lima em vigor foi elaborado entre 2018 e 2019 e visa apresentar propostas e planos de ação a serem implantados até o ano de 2027. O relatório aponta a articulação interna do município como uma de suas fragilidades, por conta da dispersão dos bairros e um sistema viário descontínuo. Nesse sentido, o PlanMob tem o objetivo de fortalecer as centralidades existentes e promover melhores condições de integração entre elas, com melhorias no sistema viário e no sistema de transporte público.

Também no âmbito da mobilidade urbana, destaca-se o Programa Nova Lima Integrada, que visa a melhoria da mobilidade em todas as regiões da cidade, bem como a pavimentação da MG-437. O Plano Plurianual de Nova Lima também aborda o tema com destaque para o eixo “Integração regional e mobilidade urbana”. Essas iniciativas demonstram o comprometimento da administração municipal na promoção de melhorias na mobilidade urbana, visando atender as demandas da população.

6.3.1.11.5. Energia Elétrica

Os dados sobre o percentual de população atendida e o tipo de distribuição de energia elétrica são de grande relevância, conforme análise do Censo Demográfico do IBGE (2010). Esses dados fornecem informações robustas que possibilitam comparações entre as cidades estudadas, o estado de Minas Gerais e o Brasil, permitindo uma análise mais completa.

De acordo com os dados apresentados, observa-se que a maioria da população na localidade analisada tem acesso à energia elétrica. Conforme o **Quadro 6.3-40**, o percentual de domicílios atendidos com energia elétrica na AER demonstra que, em sua quase totalidade, o abastecimento é fornecido pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Nova Lima, que já possuía alta cobertura em 2000 (99,36%), também mostrou uma leve melhoria em 2010, com 99,70%. Minas Gerais, por sua vez, registrou um aumento expressivo no percentual de domicílios atendidos com energia elétrica, subindo de 95,66% em 2000 para 99,35% em 2010, refletindo o esforço de universalização do serviço. No Brasil, o percentual de cobertura foi de 93,46% em 2000, chegando a 98,58% em 2010, mostrando uma tendência positiva a nível nacional. Os dados de 2000 e 2010 mostram a evolução do percentual de cobertura de energia elétrica nas localidades analisadas, destacando a melhoria no acesso tanto em áreas urbanas quanto rurais ao longo da década.

O **Quadro 6.3-41** mostra que a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) é a responsável pela distribuição da energia elétrica nos municípios analisados, com a grande maioria das conexões utilizando medidores. No Estado de Minas Gerais, a grande maioria das conexões de energia elétrica são com medidor (5.863.625), enquanto um número bem menor de consumidores não possui medidor (104.666) ou utiliza outras fontes de energia (17.666). Além disso, uma quantidade reduzida de domicílios (41.535) ainda não tem acesso a fontes de energia elétrica.

Em Nova Lima, a maior parte da população é atendida por distribuidoras com medidor (23.784), com um número muito pequeno de consumidores sem medidor (265) e ainda menores números de consumidores com outras fontes (90) ou sem fonte (49). O uso

predominante de medidores nas localidades analisadas indica um sistema eficiente de medição e cobrança e assegura maior precisão no consumo e transparência na cobrança.

Quadro 6.3-40 - Percentual de domicílios atendidos com energia elétrica – 2000/2010.

Percentual da população atendida		
Localidades	**2000**	**2010**
Nova Lima	99,36%	99,70%
Minas Gerais	95,66%	99,35%
Brasil	93,46%	98,58%

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2000 e 2010.

Quadro 6.3-41 - Número de domicílios com energia elétrica 2010.

Localidade	Tipo de distribuição	
Estado de Minas Gerais	Companhia Distribuidora - Com Medidor	5.863.625
	Companhia Distribuidora - Sem Medidor	104.666
	Outra fonte	17.666
	Sem fonte	41.535
Nova Lima	Companhia Distribuidora - Com Medidor	23.784
	Companhia Distribuidora - Sem Medidor	265
	Outra fonte	90
	Sem fonte	49

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

6.3.1.11.6. Comunicação

A análise dos meios de comunicação na AER apresenta um panorama variado de presença e acessibilidade a diferentes canais de mídia em Nova Lima, com base nas informações da Pesquisa de Informações Básicas Municipais do IBGE (2021).

De acordo com o **Quadro 6.3-42**, Nova Lima possui jornais impressos, TVs comunitárias e rádios FM locais. No entanto, Nova Lima apresenta uma restrição de alguns meios de comunicação, como revistas impressas, rádios AM locais, rádio comunitária, geradoras de TV e provedores de internet. Por fim, em relação à TV aberta, Nova Lima recebe sinal de apenas cinco canais.

Quadro 6.3-42 - Meio de comunicação da AER

Meios de comunicação	Nova Lima
Jornal impresso local - existência	Sim
Revista impressa local - existência	Não
Rádio AM local - existência	Não
Rádio FM local - existência	Sim
Rádio comunitária - existência	Não
TV comunitária - existência	Sim
Geradora de TV - existência	Não
Provedor de internet	Não
Canais de TV aberta captados no município	5

Fonte: IBGE - Pesquisa de Informações Básicas Municipais – 2021.

A opção pela coleta de dados sobre o acesso à banda larga fixa, telefonia móvel, quantidade de estações de telefonia móvel por município e domicílios com conexão de internet reflete a importância das formas de comunicação digital no contexto atual. Dessa forma, o portal da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel, 2025) e dados recentes do Censo Demográfico de 2022 do IBGE (2022) se mostram importantes, pois oferecem uma extensa quantidade de informações sobre os municípios.

De acordo com os dados do **Quadro 6.3-43**, observa-se que, entre 2019 e 2023, houve um aumento no número de acessos à banda larga fixa em Nova Lima, passando de 27.630 para 36.506.

Assim, fica evidente que, Nova Lima apresentou uma evolução no acesso à banda larga fixa, refletindo a crescente conectividade do município ao longo dos últimos anos.

Quadro 6.3-43 - Acesso à banda larga.

Municípios	Acessos banda larga fixa				
	2019	2020	2021	2022	2023
Nova Lima	27.630	27.284	33.798	34.984	36.506

Fonte: Anatel, 2025.

O **Quadro 6.3-43** apresenta a evolução do número de estações de telefonia móvel entre 2019 e 2023 em Nova Lima. O aumento é visível quando analisado o intervalo dos dados levantados. O município passou de 55 estações em 2019 para 83 em 2023, apresentando um crescimento constante ao longo dos anos. O maior salto foi observado entre 2022 e 2023, quando o número de estações aumentou de 67 para 83. Sendo assim, o desenvolvimento

observado no município evidencia a evolução da infraestrutura de telefonia móvel, o que contribui diretamente para a melhoria do acesso à comunicação digital e à internet móvel, beneficiando a população com um sinal mais forte e uma cobertura mais abrangente.

Quadro 6.3-44 - Estações de telefonia móvel.

Municípios	Estações de Telefonia Móvel				
	2019	2020	2021	2022	2023
Nova Lima	55	58	65	67	83

Fonte: Anatel, 2025.

Em paralelo, o **Quadro 6.3-45** mostra que o acesso à telefonia móvel no município de Nova Lima também apresentou evolução ao longo dos anos, refletindo a expansão das infraestruturas de comunicação.

Em Nova Lima, o número de acessos à telefonia móvel cresceu de forma contínua entre 2019 e 2021, com um aumento acumulado de 24,27%. Em 2022, observou-se uma leve queda, possivelmente relacionada à reestruturação do setor de telecomunicações. No entanto, em 2023, o volume voltou a crescer, alcançando 172.411 acessos. Esse aumento pode estar relacionado à retomada do crescimento econômico e demográfico do município, bem como à maior demanda por conectividade digital (OPENSIGNAL, 2024).

Quadro 6.3-45 - Acessos telefonia móvel.

Municípios	Acessos Telefonia Móvel				
	2019	2020	2021	2022	2023
Nova Lima	130.464	149.082	162.130	161.546	172.411

Fonte: Anatel, 2025.

Já o **Quadro 6.3-46** apresenta informações geradas pelo Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2022) sobre o número de domicílios com e sem conexão à *internet* no município de Nova Lima. Essas informações são importantes, pois refletem a qualidade e a abrangência da infraestrutura de comunicação. Nesse sentido, em Nova Lima, as informações indicam que 36.935 domicílios estavam conectados à internet, enquanto 3.121 não tinham acesso, representando 7,79% dos domicílios. Este percentual é consideravelmente inferior ao padrão estadual, que apresentou um percentual de 14,41%.

Quadro 6.3-46 - Quantidade de domicílios com existência de conexão domiciliar à Internet.

Unidade Territorial	Internet (domicílios) - 2022	
	Com Conexão	Sem Conexão
Nova Lima	36.935	3.121
Minas Gerais	6.448.781	1.086.016

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2022.

Além disso, é possível visualizar na **Figura 6.3-40** o percentual de domicílios que são atendidos com conexão à internet. Observa-se que Nova Lima apresenta uma taxa superior à média estadual (85,59%), com 92,21% dos domicílios atendidos por conexão à internet. Esses dados indicam que Nova Lima possui uma cobertura de internet mais ampla do que a média estadual, refletindo uma potente infraestrutura de serviços para comunicação na região.

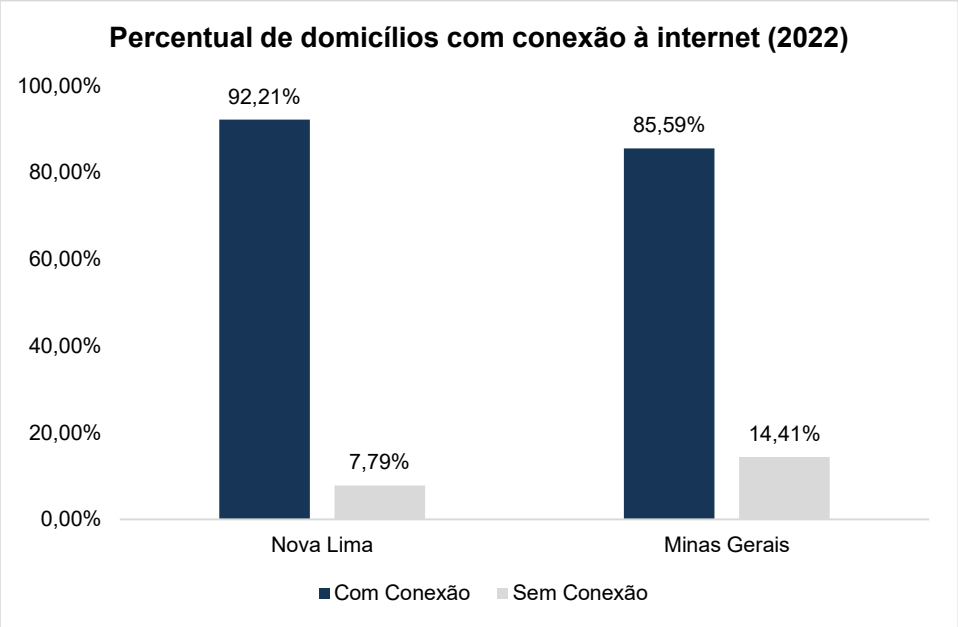


Figura 6.3-40 - Percentual de domicílios com conexão de internet (2022).
Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2022.

6.3.1.11.7. Habitação

Com base nos dados coletados durante os últimos Censos Demográficos do IBGE (2010 e 2022), podemos observar algumas tendências no contexto habitacional do município que integra a Área de Estudo Regional (AER), a partir da análise do **Quadro 6.3-47** e **Figura 6.3-41.**

Vale ressaltar que um "domicílio recenseado" se refere a uma unidade habitacional visitada durante a pesquisa censitária do IBGE, na qual as informações foram coletadas pelos recenseadores durante a operação censitária. Esse dado é utilizado para avaliar o nível de ocupação domiciliar em uma determinada unidade territorial. É possível notar a predominância de domicílios particulares em relação aos coletivos, o que reflete o padrão da ocupação habitacional na região.

Nesse sentido, Nova Lima apresentou um crescimento considerável no total de domicílios entre 2010 e 2022, com um percentual de 64,68%. Esse relevante aumento em Nova Lima sugere um adensamento relacionado às atividades econômicas locais, como mineração e serviços, além da busca por moradias integradas à região metropolitana de Belo Horizonte.

Entretanto, Nova Lima observou uma leve redução no número de domicílios coletivos, de 95 para 68, o que representa uma diminuição de 28,4%. Essa redução pode indicar uma melhoria nas condições habitacionais e na infraestrutura de moradia, com a população sendo gradualmente realocada para modelos de habitação mais estáveis. Isso reflete um progresso nas condições de vida, com a população se afastando das moradias temporárias ou coletivas.

Quadro 6.3-47 - Domicílios recenseados por situação – 2010/2022.

Municípios da AER	Particular		Coletivo		Total	
	2010	2022	2010	2022	2010	2022
Nova Lima	24.092	39.762	95	68	24.187	39.830

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2010 e 2022.

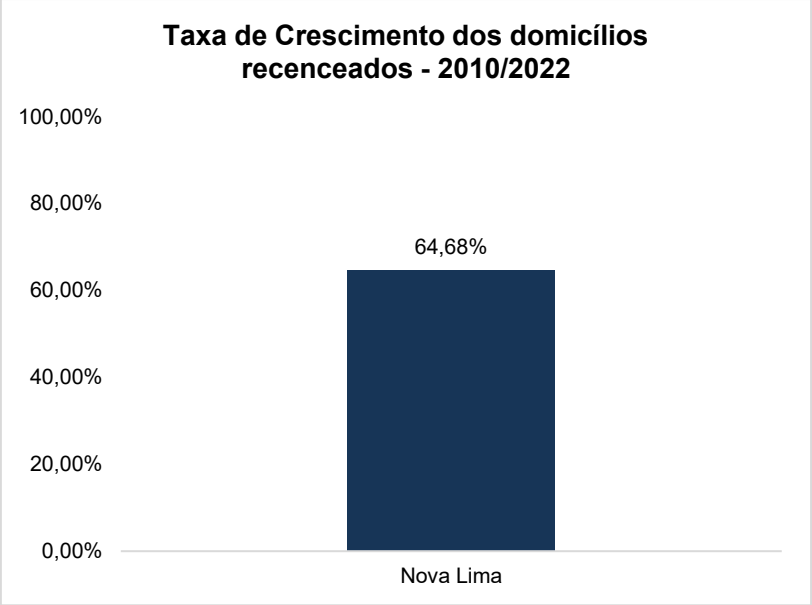


Figura 6.3-41 - Crescimento dos domicílios recenseados entre 2010/2022.
Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2010 e 2022.

Os dados do Censo Demográfico do IBGE, de 2010 a 2022, sobre o nível de ocupação dos domicílios particulares permanentes nos municípios da AER (**Quadro 6.3-48**), revelam importantes aspectos sobre a dinâmica habitacional dessas regiões.

Nova Lima apresenta uma taxa de ocupação de 82,54%. Este percentual elevado pode ser explicado pela proximidade com a capital Belo Horizonte, além do fato de Nova Lima pertencer a região metropolitana de Belo Horizonte, incentivando a ocupação na região.

Outro dado relevante é a proporção de domicílios não ocupados de uso ocasional, que em Nova Lima é de 7,86%. Esse dado sugere que em Nova Lima há uma quantidade relevante de imóveis utilizados esporadicamente, o que pode estar relacionado, entre outros fatores, às atividades de mineração na região.

Em relação aos domicílios vagos, é notável que Nova Lima apresenta um índice expressivos, com um percentual de 9,60%. Esses imóveis desocupados podem ser resultado de diversos fatores, como a distância em relação aos serviços e à infraestrutura, ou até mesmo a especulação imobiliária, na qual os proprietários optam por manter as propriedades desocupadas, aguardando uma valorização futura.

Quadro 6.3-48 - Domicílios particulares permanentes, por ocupação – 2022.

Tipo de Ocupação	Nova Lima	%
Domicílios particulares permanentes ocupados	39.805	82,54%
Domicílios particulares permanentes não ocupados - de uso ocasional	3.791	7,86%
Domicílios particulares permanentes não ocupados - vago	4.628	9,60%
Domicílios particulares permanentes total	48.224	100,00%

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2010 e 2022.

O **Quadro 6.3-49** apresenta a análise dos tipos de domicílios em Nova Lima entre 2010 e 2022, evidenciando as transformações habitacionais ocorridas nesse período, com base em dados do Censo Demográfico do IBGE.

A análise desses dados revela mudanças nos padrões de ocupação, decorrentes de fatores como o crescimento populacional, a expansão econômica regional e os investimentos em infraestrutura. Esses fatores estão intimamente relacionados ao desenvolvimento socioeconômico e ao processo de urbanização desigual que caracteriza o território

Em Nova Lima, notou-se um crescimento acentuado, com o número de unidades habitacionais subindo de 24.187 em 2010 para 39.830 em 2022, um aumento expressivo de 64,9%. As casas também dominam, com um aumento de 21.868 para 27.647, mas a principal transformação foi o aumento significativo de apartamentos, que subiram de 1.088 para 8.600, refletindo a expansão urbana da cidade, impulsionada pelo crescimento do mercado imobiliário e pela proximidade com Belo Horizonte. O número de casas de vila, ou em condomínio, também cresceu de 1.136 para 3.481, indicando uma demanda crescente por moradias mais seguras e com infraestrutura compartilhada.

Quando comparados à média estadual de Minas Gerais, que teve um aumento de 25% no total de unidades habitacionais, Nova Lima apresenta tendências mais acentuadas de crescimento. De forma geral, Nova Lima demonstra uma urbanização mais avançada, com a verticalização ganhando força em comparação com o crescimento mais gradual das casas na média estadual.

Esses dados indicam transformações importantes nos padrões habitacionais da AER, refletindo mudanças no processo de urbanização e a demanda por opções habitacionais mais modernas, seguras e próximas aos centros urbanos.

Quadro 6.3-49 - Domicílios particulares por tipo 2010 – 2022.

Tipo	Minas Gerais		Nova Lima	
	2010	2022	2010	2022
Casa	5.354.757	6.352.165	21.868	27.647
Casa de vila ou em condomínio	51.174	78.805	1.136	3.481
Apartamento	592.794	1.081.539	1.088	8.600
Habitação em casa de cômodos ou cortiço	28.629	17.717	95	68
Outro	138	8.318	0	34
Total	6.027.492	7.538.544	24.187	39.830

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2010 e 2022.

6.3.1.11.8. Abastecimento de água

A análise do abastecimento de água, especialmente quando considerada em conjunto com as dinâmicas socioeconômicas e os processos de urbanização, desempenha um papel crucial na compreensão dos impactos das transformações urbanas na qualidade de vida e no acesso da população ao direito ao saneamento básico. Esse direito é garantido pela Constituição Federal de 1988 e é operacionalizado por meio de políticas públicas como as previstas na Lei nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico (Brasil, 2007). Além disso, está alinhado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 da Agenda 2030, que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos (ONU, 2015).

Os dados apresentados no **Quadro 6.3-50** e no **Quadro 6.3-51** oferecem informações detalhadas sobre o abastecimento de água na AER, com base no Censo Demográfico realizado pelo IBGE (2010 e 2022). Esses dados permitem observar a evolução das formas de fornecimento de água em Nova Lima, destacando tanto a predominância da rede geral de distribuição quanto o uso de fontes alternativas, que refletem as especificidades locais e as desigualdades de acesso à infraestrutura de saneamento.

Nesse sentido, Nova Lima, que em 2010 apresentava 93,13% de cobertura por rede geral de distribuição, viu uma redução substancial desse percentual, caindo para 84,29% em 2022 — uma diminuição de 8,84%. Essa redução pode ser explicada por diversos fatores, como o

aumento da demanda em áreas mais afastadas e a falta de expansão da rede pública em algumas zonas, particularmente nas regiões rurais. Em contrapartida, houve um aumento no uso de fontes alternativas de abastecimento. Em 2022, 7,57% dos domicílios de Nova Lima eram abastecidos por poços, fontes, nascentes ou minas, e 5,77% utilizavam poços profundos ou artesianos. Essas fontes alternativas, mais comuns em áreas rurais e periferias, refletem as características geográficas de Nova Lima e, possivelmente, a insuficiência de infraestrutura de distribuição de água nessas zonas.

Além disso, outros tipos de abastecimento, como poços rasos, fontes, carros-pipa e água da chuva armazenada, são utilizados em escala muito menor no município. Adicionalmente, em Nova Lima, o abastecimento por carros-pipa atinge 0,24% da população, o que indica uma fragilidade na cobertura do abastecimento, especialmente em áreas mais distantes ou com maior dificuldade de acesso à rede pública.

Esses dados evidenciam a predominância da rede geral de distribuição como fonte principal de abastecimento em ambas as cidades. No entanto, também refletem o uso de fontes alternativas em áreas rurais e periféricas, onde alternativas como poços e nascentes, além do abastecimento por carros-pipa, desempenham um papel importante no fornecimento de água. Isso destaca a necessidade do fortalecimento das políticas públicas de saneamento, alinhadas às diretrizes estabelecidas pela Lei nº 11.445/2007 e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, que são essenciais para garantir que todos os cidadãos, independentemente de sua localização ou condição socioeconômica, tenham acesso a um abastecimento de água seguro, sustentável e adequado.

Quadro 6.3-50 - Percentual forma de abastecimento de água na AER 2010.

Abastecimento de água	Nova Lima
Rede geral de distribuição	93,13%
Poço, fonte, nascente ou mina	6,70%
Outra	0,17%
Total	**100,00%**

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Quadro 6.3-51 - Percentual forma de abastecimento de água na AER 2022.

Abastecimento de água	Nova Lima
Rede geral de distribuição	84,29%
Poço, fonte, nascente ou mina	7,57%
Poço profundo ou artesiano	5,77%
Poço raso, freático ou cacimba	0,52%
Fonte, nascente ou mina	1,29%

Abastecimento de água	Nova Lima
Carro-pipa	0,24%
Água da chuva armazenada	0,03%
Rios, açudes, córregos, lagos e igarapés	0,07%
Outra	0,23%
Total	100,00%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

6.3.1.11.9. Coleta e tratamento de esgoto

Os serviços de esgotamento sanitário correspondem ao conjunto de instalações para o tratamento e destinação apropriada para as águas servidas nos domicílios, isto é, evitando que estas águas sejam prejudiciais ao meio ambiente.

De acordo com os dados do Censo Demográfico do IBGE (2010 e 2022), observam-se importantes avanços no esgotamento sanitário em Nova Lima, com destaque para o aumento no acesso à rede geral ou pluvial de esgoto, refletindo melhorias significativas nas condições sanitárias ao longo do período analisado. As informações apresentadas na **Figura 6.3-42** e no **Quadro 6.3-52** demonstram essas mudanças no tipo de esgotamento sanitário utilizado por Nova Lima.

Em relação ao tipo de esgotamento sanitário, Nova Lima apresenta a predominância de redes gerais ou pluviais, com um percentual 79,71% de sua população atendida por esse sistema em 2022. Entretanto, em 2010 este percentual era de 85,40% e esta queda pode estar relacionada à falta de investimentos contínuos em áreas de difícil acesso, o que reflete uma priorização insuficiente das áreas mais periféricas e rurais na expansão da infraestrutura.

O uso de fossas sépticas não ligadas à rede em Nova Lima aumentou de 9,09% em 2010 para 14,12% em 2022, indicando um desafio adicional em termos de conectividade e expansão da rede de esgoto.

Outros aspectos importantes dizem respeito ao uso de formas rudimentares de esgoto, como fossas rudimentares ou buracos, com 2,81%. Ademais, a presença de esgoto a céu aberto, apresentada pelo uso de vala, também é presente em Nova Lima, representando 0,16% das ocorrências. Esses dados indicam que ainda existem desafios significativos relacionados à infraestrutura sanitária, especialmente nas áreas mais periféricas ou rurais do município.

O descarte de esgoto em corpos d'água, como rios, lagos, córregos ou mar, é presente no município de Nova Lima, com 0,93%. Esse problema reflete a falta de rede geral de esgoto em algumas áreas do município, onde o esgoto acaba sendo lançado inadequadamente no meio ambiente, o que agrava questões ambientais e de saúde pública.

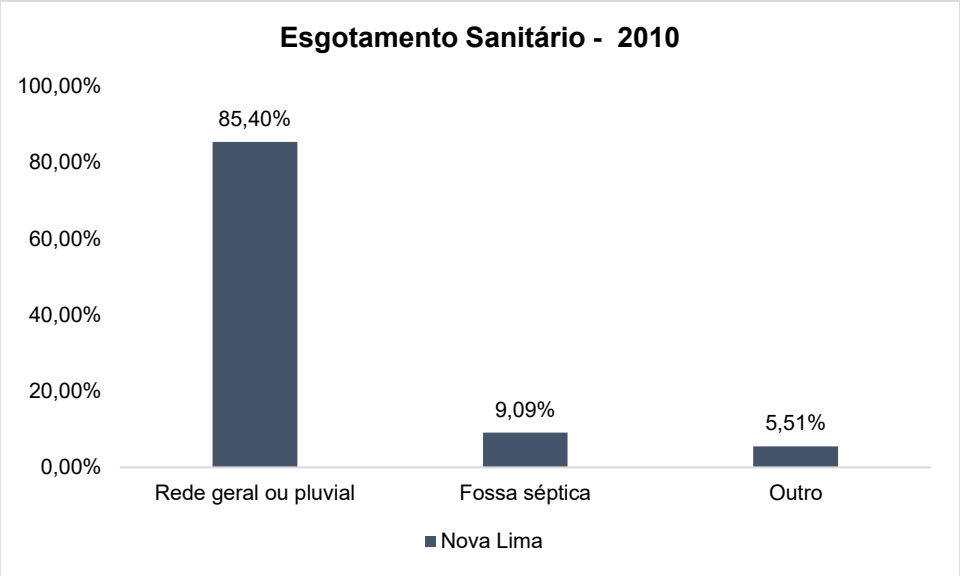


Figura 6.3-42 - Percentual de esgotamento sanitário por rede geral ou pluvial, fossa séptica e outro – 2010.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Quadro 6.3-52 - Percentual de domicílios particulares permanentes por tipo de esgotamento sanitário 2022.

Esgotamento Sanitário	Brasil	Minas Gerais	Nova Lima
Rede geral ou pluvial	58,28%	79,19%	79,71%
Fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede	4,23%	0,92%	1,78%
Fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede	13,23%	4,22%	14,12%
Fossa rudimentar ou buraco	19,44%	10,75%	2,81%
Vala	1,47%	0,37%	0,16%
Rio, lago, córrego ou mar	2,02%	4,13%	0,93%
Outra forma	0,74%	0,26%	0,50%
Não tinham banheiro nem sanitário	0,59%	0,15%	0,01%
Total	100%	100%	100%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

6.3.1.11.10. Coleta e destinação de resíduos sólidos

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305/10, entende-se por resíduo sólido “todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade” (Art. 3, Inc. XVI). A PNRS visa, entre outros objetivos, a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, abordando não apenas questões ambientais, mas também impactos sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado desses resíduos.

A análise dos dados apresentados no Censo Demográfico de 2010 e 2022, ilustrados na **Figura 6.3-43** e no **Quadro 6.3-53,** revela avanços significativos na gestão de resíduos sólidos na AER. Esses avanços refletem melhorias na infraestrutura urbana e na capacidade de gestão dos resíduos, aspectos fundamentais para a promoção da saúde pública e da qualidade de vida.

No município de Nova Lima, que em 2010 tinha 97,78% de sua população atendida por coleta domiciliar, apresentou uma cobertura de 96,54% em 2022. Essa taxa, embora significativa, representa uma redução de 1,24%, o que pode indicar dificuldades pontuais em áreas mais distantes, onde o crescimento urbano e a expansão de bairros podem ter superado a capacidade de adaptação do sistema de coleta. Mesmo assim, a cidade mantém níveis de cobertura elevados, e significativamente superior à média estadual.

Observou-se uma tendência crescente no uso de caçambas de serviço de limpeza em Nova Lima, já que o município registrou um aumento de 1,75% para 3,05% no período de 2010 a 2022. Esse crescimento pode indicar um maior uso desse serviço por moradores para descarte de resíduos não coletados regularmente. Por outro lado, o descarte de lixo em terrenos baldios, encostas ou áreas públicas diminuiu de forma expressiva na cidade, sugerindo a implementação eficaz de políticas públicas de conscientização para minimizar a prática de descarte irregular. Ademais, o percentual desse tipo de descarte na região caiu para apenas 0,04% em 2022, refletindo uma significativa redução da prática de descarte ilegal.

Contudo, a situação ainda apresenta desafios, especialmente em áreas mais distantes e com menor acesso aos serviços urbanos. Em Nova Lima, observou-se que 0,26% da população ainda optava por queimar resíduos na propriedade em 2022, e 0,01% praticavam o enterro. Esses métodos de descarte, além de inadequados, representam sérios riscos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde pública, uma vez que geram poluição do ar e comprometem a qualidade do solo e dos lençóis freáticos.

Em termos operacionais, a coleta nos municípios é geralmente realizada por empresas terceirizadas sob supervisão das prefeituras, com periodicidade variando entre coleta diária nas áreas urbanas e semanal nas zonas rurais. Os resíduos gerados na cidade são destinados ao aterro sanitário licenciado da Central de Tratamentos de Resíduos Macaúbas, em Sabará.

Em síntese, ao comparar os dados do município com a média estadual de Minas Gerais, verifica-se que Nova Lima apresenta desempenho superior na gestão de resíduos sólidos. Esses resultados refletem avanços institucionais e a priorização do tema na agenda ambiental local, alinhando-se aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos (BRASIL, 2010).

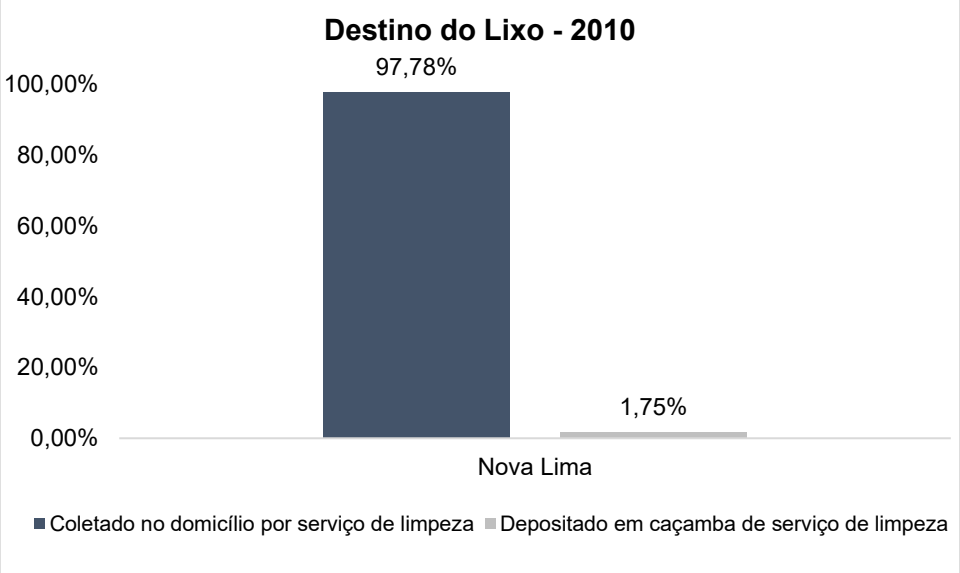


Figura 6.3-43 - Percentual dos domicílios particulares permanentes com coleta de lixo – 2010.
Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Quadro 6.3-53 - Domicílios particulares permanentes por destino de lixo – 2022.

Destinação do Lixo	Brasil	Minas Gerais	Nova Lima
Coletado no domicílio por serviço de limpeza	82,56%	86,22%	96,54%
Depositado em caçamba de serviço de limpeza	8,36%	6,46%	3,05%
Queimado na propriedade	7,87%	6,63%	0,26%
Enterrado na propriedade	0,28%	0,15%	0,01%
Jogado em terreno baldio, encosta ou área pública	0,62%	0,21%	0,04%
Outro destino	0,32%	0,33%	0,11%
Total	100%	100%	100%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

6.3.1.12. População economicamente ativa e nível de ocupação

Com base nos dados apresentados sobre a População Economicamente Ativa (PEA) no município de Nova Lima, é possível realizar uma análise socioeconômica que nos permite compreender melhor a dinâmica do mercado de trabalho nessa localidade, especialmente quando comparadas às taxas estadual e nacional.

A PEA é um indicador relevante, pois reflete a proporção da força de trabalho disponível em uma região, sendo fundamental para compreender o perfil econômico local. Ela se divide em três categorias: ocupados, desocupados e não economicamente ativos. A classificação de pessoas ocupadas refere-se àquelas que estão ativamente engajadas em atividades produtivas durante o período de análise, enquanto os desocupados são aqueles que, apesar de não estarem empregados, buscam ativamente oportunidades de trabalho. Já a categoria de "não economicamente ativas" compreende os indivíduos que, por diferentes razões, não estão no mercado de trabalho e não demonstram interesse em ingressar nele no momento da pesquisa.

As informações utilizadas para a elaboração desta análise provêm do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base nos Censos Demográficos de 2000 e 2010. Vale destacar que, até o momento da finalização deste estudo, não há dados disponíveis do Censo Demográfico de 2022, o que limita a atualização das informações.

Com base nos dados do IBGE (**Quadro 6.3-54**), as taxas de ocupação e desocupação de Nova Lima revelam alguns aspectos importantes. Em Nova Lima, a taxa de ocupação é de 59,19%, e a taxa de desocupação com 3,17%. O município apresenta uma proporção de pessoas não economicamente ativas de 37,64%.

Ao compararmos esses dados com as taxas de Minas Gerais (54,85% de ocupação e 4% de desocupação) e do Brasil (53,31% de ocupação e 4,41% de desocupação), observamos que Nova Lima apresenta taxas de ocupação mais elevadas e taxas de desocupação mais baixas do que as médias estadual e nacional. Isso sugere que essa cidade está em uma posição relativamente favorável no que se refere à empregabilidade, com um número maior de pessoas ocupadas e um índice de desemprego mais baixo.

No entanto, é importante ressaltar que, apesar dessas taxas positivas, uma parcela significativa da população continua fora do mercado de trabalho. Os 37,64% da população de Nova Lima classificada como não economicamente ativa representa um desafio para a

inclusão e o aumento da força de trabalho disponível. Em síntese, esse dado aponta para a necessidade de políticas públicas que incentivem a reintegração dessa parcela da população ao mercado de trabalho.

Quadro 6.3-54 - Condição de trabalho da população – 2010.

Municípios	Condição de Ocupação	Percentual
Nova Lima	Economicamente Ativas - Ocupadas	59,19%
	Economicamente Ativas - Desocupadas	3,17%
	Não Economicamente Ativas	37,64%
Minas Gerais	Economicamente Ativas - Ocupadas	54,85%
	Economicamente Ativas - Desocupadas	4,00%
	Não Economicamente Ativas	41,15%
Brasil	Economicamente Ativas - Ocupadas	53,31%
	Economicamente Ativas - Desocupadas	4,41%
	Não Economicamente Ativas	42,27%

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2000 e 2010.

De acordo com o **Quadro 6.3-55**, a variação da população economicamente ativa de Nova Lima entre 2000 e 2010, considerando tanto as pessoas ocupadas quanto as desocupadas, é um indicador importante para entender a evolução da dinâmica da força de trabalho no município analisado.

Nesse sentido, em Nova Lima, o crescimento foi expressivo, com um aumento de 39,89%, o que destaca a cidade como um ponto de crescimento significativo em termos de disponibilidade de pessoas aptas a exercer atividades produtivas. Esse aumento é mais de duas vezes superior à taxa de crescimento observada no estado de Minas Gerais (19,24%) e quase o dobro do crescimento a nível nacional (20,70%).

Quadro 6.3-55 - Variação da PEA.

Unidade Territorial	PEA (Ocupados e Desocupados)		Variação 2000-2010 (%)
	2000	2010	
Nova Lima	31.607	44.214	39,89
Minas Gerais	8.335.782	9.939.731	19,24
Brasil	77.467.473	93.504.659	20,70

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2000 e 2010.

Ao analisar a PEA (ocupados e desocupados) por sexo em 2010 (**Figura 6.3-44**), observou-se que a maioria da população economicamente ativa em Nova Lima é composta por homens, seguindo a tendência tanto do estado de Minas Gerais quanto do Brasil.

Em Nova Lima, a proporção de homens é maior, com 56,71%, contra 43,29% de mulheres. Esses dados refletem a predominância masculina na força de trabalho, padrão observado também no estado de Minas Gerais (60,71% homens e 39,29% mulheres) e no Brasil (60,09% homens e 39,91% mulheres).

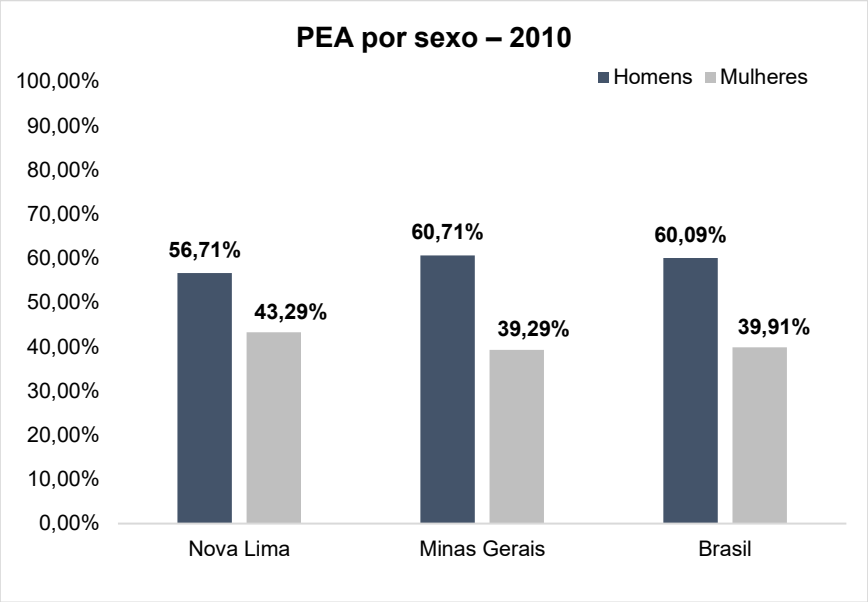


Figura 6.3-44 - PEA por sexo – 2010.
Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010

Outro ponto importante de análise é a distribuição da PEA ocupada por setores da economia, pois essas informações permitem uma compreensão mais clara de como se dá a divisão da ocupação no município estudado.

De acordo com o **Quadro 6.3-56** é evidente que o setor terciário é o que concentra o maior número de pessoas ocupadas, especialmente nos subsetores de comércio e serviços. No entanto, o município de Nova Lima, apresenta uma grande proporção de trabalhadores no setor secundário, como mostrado na **Figura 6.3-45.** Nova Lima se destaca pela significativa empregabilidade nas indústrias extrativas do setor secundário, que representam 17,31% da sua população ocupada. Essa expressividade reflete a importância das atividades extrativas minerárias na região, que são uma parte fundamental da estrutura econômica do município.

Quadro 6.3-56 - População ocupada por setores – 2010.

Setores - 2010 (quantidade de pessoas)			
Municípios	**Primário**	**Secundário**	**Terciário**
Nova Lima	494	9.732	27.998
Minas Gerais	1.500.876	1.994.206	5.266.294
Brasil	12.258.008	17.689.682	51.056.627

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

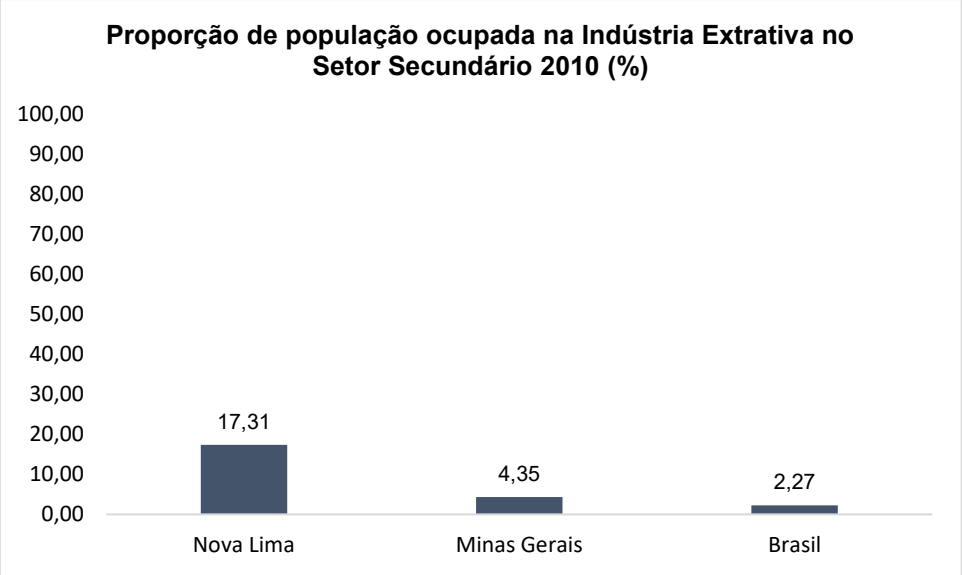


Figura 6.3-45 - Proporção de população ocupada na Indústria Extrativa no Setor Secundário - 2010 (%).

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

6.3.1.13. Arrecadação anual

É essencial analisar as condições das finanças públicas municipais, visto que esta contribui para o entendimento da dinâmica socioeconômica de Nova Lima. Nesse sentido, a partir da avaliação dos dados referentes à receita orçamentária do município de Nova Lima, levando em conta os distintos segmentos da economia, torna-se possível identificar as interações desses setores com a economia local. Sendo assim, é viável a realização de estudos a respeito da capacidade de arrecadação do município, sua estrutura econômica e sua eficácia na administração das finanças públicas.

Diante disso, a principal fonte de dados utilizada foi o material disponível no Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI), por meio do portal Cidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como também, dados

provenientes das Secretarias de Minas Gerais que possibilitaram a apresentação das informações sobre as receitas nos setores da economia de Nova Lima.

Nesse sentido, o **Quadro 6.3-57** apresenta o percentual de arrecadação ao valor adicionado do PIB, associado com os setores econômicos da agropecuária, indústria, serviços (exclusive setor público), serviços públicos e impostos, no intervalo entre 2017 e 2021.

Dessa forma, o setor agropecuário registrou uma baixa representatividade na composição do valor adicionado no município de Nova Lima. Durante o período analisado, entre 2017 e 2021, o setor não atingiu 1% no município.

Em relação ao setor industrial, é notória a grande participação nas finanças públicas de Nova Lima. O município registrou crescimento constante entre 2017 e 2021. Inicialmente, o setor industrial registrou um percentual de 58,05%, já representando um percentual grande nas finanças públicas de Nova Lima. Em 2021, essa porcentagem na participação do Valor adicionado municipal foi ainda maior, com 70,04%, indicando um crescimento de 12% na participação do setor, além de se firmar como o principal setor econômico do município.

A representatividade das indústrias na economia em Nova Lima é visível, visto a grande quantidade de empreendimentos minerários na região. Essas atividades, historicamente, impulsionam o desenvolvimento do município, como por exemplo, a geração de empregos.

De forma paralela, o setor de serviços (exclusive setor público) registrou uma boa parcela de importância nas finanças públicas municipais. Além disso, a dinâmica apresentada no município de Nova Lima segue o padrão do estado de Minas Gerais, com uma redução na participação do setor ao Valor Adicionado do município. Nesse sentido, as maiores quedas na proporção do setor foram registradas entre os anos de 2020 e 2021, possivelmente, influenciados pelos impactos da pandemia do Covid-19, com uma redução de cerca de 8%.

Por sua vez, o setor de serviços públicos de Nova Lima registrou redução gradual em seu percentual de participação no Valor Adicionado, com uma queda de aproximadamente 4%, seguindo a tendência estadual.

Por fim, a análise da contribuição dos impostos no Valor Adicionado municipal é relevante, pois, indica o nível de dependência da economia com a contribuição de impostos do município. Nesse sentido, Nova Lima apresentou uma baixa proporção de impostos na composição de seu Valor Adicionado, com um percentual de 5,70%. Além disso, destaca-se a grande redução nessa proporção no intervalo analisado, quando em 2017 a proporção era de 10,26%, indicando uma redução expressiva nessa proporção, inclusive, maior do que a redução apresentada por Minas Gerais.

Quadro 6.3-57 – Percentual de participação por setor econômico ao Valor Adicionado

Setor da Economia	Ano	Minas Gerais	Nova Lima
Agropecuária	2017	5,68	0,01
	2018	5,21	0,02
	2019	4,90	0,02
	2020	6,65	0,02
	2021	**7,41**	**0,02**
Indústria	2017	25,43	58,05
	2018	26,51	58,85
	2019	28,74	67,98
	2020	27,62	58,71
	2021	**34,30**	**70,04**
Serviços, exclusive setor público	2017	51,05	34,64
	2018	50,98	34,82
	2019	54,55	39,24
	2020	49,09	34,99
	2021	**44,08**	**26,25**
Serviços Públicos	2017	17,83	7,30
	2018	17,31	6,31
	2019	17,87	6,63
	2020	16,63	6,28
	2021	**14,21**	**3,70**
Impostos	2017	14,12	10,26
	2018	14,12	9,05
	2019	14,12	9,05
	2020	13,59	9,83
	2021	**13,73**	**5,70**

Fonte: IBGE, 2022.

Os dados apresentados no **Quadro 6.3-58** e **Quadro 6.3-59** apresentam a divisão e origem da arrecadação no município de Nova Lima. Dessa forma, estas informações facilitam a compreensão das relações econômicas do município, assim como, a estrutura de arrecadação econômica municipal.

Desse modo, por meio das informações obtidas é possível inferir que o município de Nova Lima apresenta uma grande parcela da arrecadação econômica vinculada às Transferências da União e de Minas Gerais (Transferências Correntes), com mais de 60% da proporção total de arrecadação. Ademais, como apresenta o **Quadro 6.3-58**, em 2019, Nova Lima registrava um percentual relevante da proporção de sua arrecadação econômica em impostos e taxas, com 37,24%.

Quadro 6.3-58 - Arrecadação econômica – Nova Lima (2019)

Tipo de Arrecadação	Quantitativo	Nova Lima
Receitas orçamentárias realizadas - Correntes	Total	753.499.062,19
	%	**100%**
Impostos e taxas	Total	280.584.824,98
	%	**37,24%**
Contribuições	Total	-
	%	**-**
Receita de Serviços	Total	**-**
	%	**-**
Receita Patrimonial	Total	4.782.362,49
	%	**0,63%**
Transferências correntes	Total	460.450.171,78
	%	**61,11%**
Outras receitas correntes	Total	7.554.963,64
	%	**1,00%**

Fonte: SICONFI, 2025.

Entretanto, em 2023, como indica o **Quadro 6.3-59**, notou-se uma mudança na estrutura de arrecadação de Nova Lima. Nesse sentido, o maior destaque se encontra na redução do percentual de participação das Transferências correntes, com uma taxa de 51,45%, representando uma redução de 9,66%. Por conseguinte, é notório o aumento da proporção da Receita Patrimonial, subindo de 0,63% em 2019 para 7,43% em 2023. Sendo assim, este aumento pode ser reflexo da melhor gestão de bens públicos e seus rendimentos.

Quadro 6.3-59 - Arrecadação econômica – Nova Lima (2023)

Tipo de Arrecadação	Quantitativo	Nova Lima
Receitas orçamentárias realizadas - Correntes	Total	1.365.493.322,55
	%	**100%**
Impostos e taxas	Total	518.909.524,36
	%	**38,00%**
Contribuições	Total	10.980.594,86
	%	**0,80%**
Receita de Serviços	Total	**-**
	%	**-**
Receita Patrimonial	Total	101.504.141,23
	%	**7,43%**
Transferências correntes	Total	702.596.464,96
	%	**51,45%**
Outras receitas correntes	Total	31.467.261,27

Tipo de Arrecadação	Quantitativo	Nova Lima
	%	**2,30%**

Fonte: SICONFI, 2025.

Por fim, destaca-se na **Figura 6.3-46**, os valores das despesas e receitas geradas no município de Nova Lima. Nesse sentido, é possível notar que entre 2019 e 2023 houve uma mudança na balança econômica do município. Em 2019, a economia de Nova Lima registrava superavit, com as receitas maiores que as despesas municipais. Todavia, em 2023, a balança econômica foi alterada, com valores superiores para as despesas em comparação às receitas, sendo assim, registrando um déficit na economia de Nova Lima.

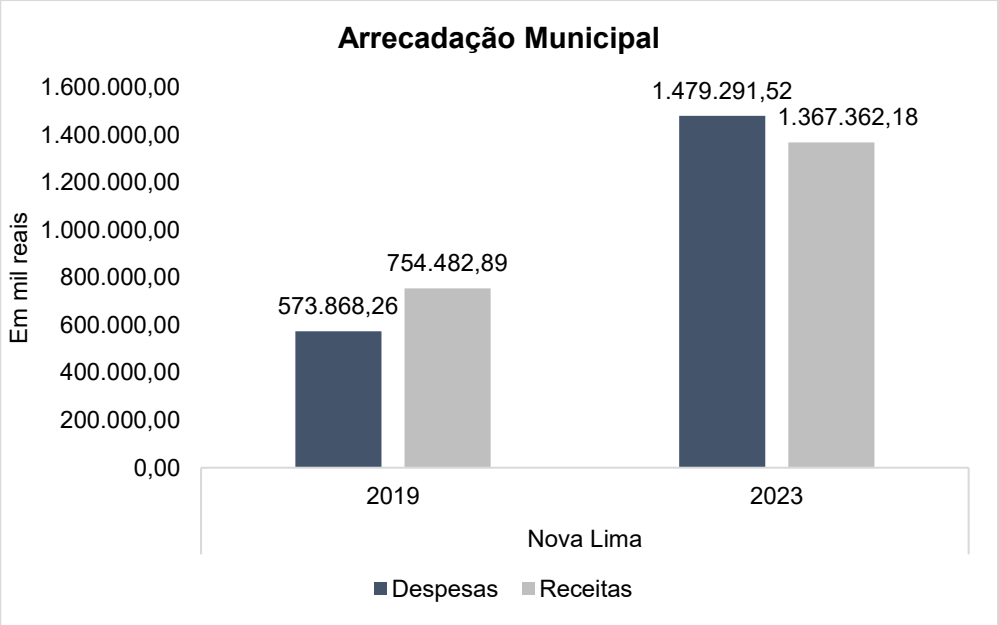


Figura 6.3-46 - Despesas e receitas geradas no município de Nova Lima

Fonte: SICONFI, 2025.

Por fim, destaca-se a arrecadação da produção mineral no município estudado, conforme a **Figura 6.3-47**. Estas informações são interessantes, visto a importância das indústrias extrativistas na região e no estado de Minas Gerais como um todo. Portanto, os dados da arrecadação da produção mineral, disponibilizados pela Agência Nacional de Mineração (2025), apontam que a mineração é parte fundamental da base econômica local.

Em 2020, a arrecadação foi de aproximadamente R$ 212,3 milhões, valor que saltou expressivamente em 2021, atingindo cerca de R$ 324,4 milhões, o maior patamar do período

analisado. Esse aumento pode estar relacionado à valorização internacional dos minérios, especialmente do minério de ferro, e ao aumento do volume de produção naquele ano.

No entanto, em 2022, observa-se uma redução acentuada, com a arrecadação caindo para R$ 227,6 milhões. Essa queda pode ter sido influenciada por fatores como a oscilação do preço das commodities minerais, ajustes operacionais nas mineradoras locais ou questões regulatórias.

Em 2023, houve uma leve recuperação, com arrecadação de R$ 240,4 milhões, seguida de novo crescimento em 2024, quando o valor arrecadado chegou a R$ 263,9 milhões. Esse crescimento gradual nos dois últimos anos indica uma retomada moderada, possivelmente refletindo a estabilização do mercado mineral e o retorno do investimento no setor.

No geral, o comportamento da arrecadação da CFEM em Nova Lima no período de cinco anos evidencia forte dependência da dinâmica do setor mineral, apresentando variações anuais expressivas, com destaque para o pico em 2021 e a posterior tentativa de recuperação nos anos seguintes. Esse padrão ressalta a importância de políticas de diversificação econômica e de gestão responsável dos recursos oriundos da mineração, para garantir maior estabilidade financeira ao município.

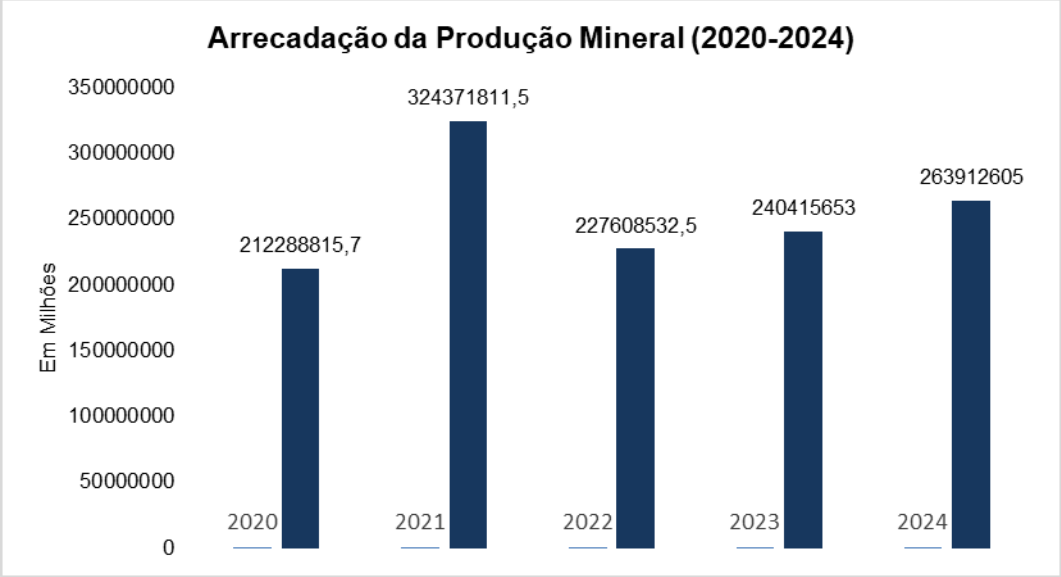


Figura 6.3-47 - Arrecadação da Produção Mineral (2022)

Fonte: Agência Nacional de Mineração, 2024.

6.3.1.14. Percepções dos gestores públicos consultados

Durante o levantamento de campo (junho/julho de 2025), foi realizada um encontro com representantes do poder público municipal de Nova Lima e equipe de campo para discussão de aspectos do município e de potenciais impactos decorrentes da descaracterização de barragens e estabilização de pilhas. Primeiramente, foi estabelecido contato com a coordenadora de Relações Institucionais da Prefeitura Municipal de Nova Lima, responsável por articular a interlocução com os diferentes setores da administração pública. A coordenação centralizou os encaminhamentos e indicou os representantes das secretarias municipais que deveriam ser contatados no âmbito da atividade.

Após reunião presencial com a coordenadora durante o levantamento de campo (junho de 2025), foi sugerida e acordada a realização de uma reunião conjunta com representantes das secretarias municipais, em substituição às entrevistas individuais previstas inicialmente. A proposta visou otimizar o tempo dos gestores públicos e favorecer uma abordagem integrada dos temas.

A atividade foi realizada no dia 26/06/2025, em uma sala de reunião da sede da Prefeitura Municipal, a qual oferecia estrutura adequada para recepção dos participantes. A reunião teve como objetivo o levantamento e a discussão coletiva de temas previamente definidos, a partir das contribuições dos representantes das secretarias municipais. Não foram utilizadas listas de presença ou documentos formais de registro, sendo priorizado o registro analítico das falas e observações ao longo do encontro. Participaram do evento representantes das seguintes pastas da gestão pública de Nova Lima:

- Relações Institucionais;
- Secretaria de Governo;
- Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Turismo;
- Secretaria de Política Urbana;
- Defesa Civil;
- Secretaria Municipal de Saúde;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente.



Figura 6.3-48 - Sede da Prefeitura Municipal de Nova Lima.
Fonte: Levantamento de Campo – Concremat, 2025.

Com base no roteiro previamente elaborado para as entrevistas com gestores, foram identificados os principais eixos temáticos a serem abordados. Esses temas foram organizados em formato de apresentação e utilizados como base para condução da reunião conjunta. A equipe de campo adotou uma metodologia participativa, pautando os temas em discussão e formulando questionamentos durante a atividade de modo a aprofundar os assuntos pertinentes.

As contribuições dos participantes foram registradas em tópicos, refletindo consensos ou pontos levantados por indivíduos e validados pelo grupo. A condução da atividade ficou a cargo de um representante da equipe, que apresentou os temas e promoveu o debate a partir das manifestações dos presentes, buscando detalhamentos e conexões com outras questões relevantes.

A seguir, são apresentados os resultados consolidados da reunião, organizados conforme os eixos temáticos. Cada tema reúne as principais informações compartilhadas pelos representantes das secretarias municipais, com base nas discussões realizadas durante o encontro.

Tema 1 – Atividades Econômicas

A partir da citação de alguns dados econômicos, discutiu-se quais eras as principais atividades econômicas do município e sua dinâmica ao longo do tempo. As principais atividades citadas foram:

- Indústria minerária – Atividade econômica que promoveu o desenvolvimento municipal, mas prevê-se a sua redução. Segundo a leitura dos gestores, a atividade minerária está em transição, com crescimento das indústrias e serviços. Houve redução da mineração

devido ao fechamento da mina de ouro, agravada por conflitos socioambientais que inviabilizaram a atividade. Apesar do potencial de exploração, as dificuldades (conflitos ambientais e sociais) tornam a mineração menos viável economicamente. Atualmente, existe extração de minério de ferro;

- Comércio e serviços – Apresentou crescimento de importância nos últimos anos, mas se enxerga como atividade com potencial futuro. Atualmente no setor de serviços, destacam-se as regiões do Vale do Sereno e Vila da Serra;

- Setor imobiliário – Teve grande crescimento nas últimas décadas, ocorre principalmente na região da divisa com a capital. Apesar dos residentes utilizarem serviços particulares de saúde e educação, tem-se que a preocupação que o crescimento populacional seja superior à capacidade de ampliação de estruturas de saneamento.

Tema 2 - Potencialidades

Foi pedido aos participantes a elaboração de uma lista com as principais potencialidades do município. Apesar de não se ter apontado, como potencialidade econômica, os participantes, estimulados pelos assuntos discutidos no tópico anterior, apontam os seguintes elementos:

- Proximidade com Belo Horizonte;

- Equipamento de turismo receptivo em Macacos;

- Polo da indústria cervejeira (4º lugar no Brasil);

- Infraestrutura de comércio e serviços nas regiões de Vila da Serra (serviços, tecnologia, educação) e Alphaville.

Tema 3 - Desafios

Seguindo a lógica de contraposição, os participantes foram estimulados a listar os principais desafios e dificuldades do município. Inicialmente projeta-se que os presentes apontassem elementos que atuam como empecilho para o desenvolvimento municipal, mas ao longo da dinâmica passou-se focar nas condições de vida da população. Os elementos indicados foram:

- Mobilidade urbana: Existe uma dificuldade para integração entre as localidades do município, em função do trânsito;

- Proximidade com Belo Horizonte e efeito pendular: Existem pessoas que residem em Nova Lima e trabalham em Belo Horizonte, assim como o inverso, resultando em fluxo intenso entre as cidades, nos dois sentidos;

- A área central de Nova Lima possui mão de obra voltada para mineração, é comum a circulação desses trabalhadores para empreendimentos de mineração, impactando na mobilidade urbana;

- Saneamento básico e drenagem pluvial: Há a preocupação da Defesa Civil com ocupações desordenadas em áreas sem infraestrutura e áreas de risco (Alto do Gaia, Nova Canaã, Santa Rita, Água Limpa, Honório Bicalho - Maias/Beira Linha). O aumento da oferta de empregos e o alto preço da terra estimulam ocupações irregulares, muitas em áreas de mineradoras que não fazem gestão adequada das suas propriedades;

- Falta a produção de Habitação de Interesse Social, o que intensifica as invasões;

- Risco de rompimento de barragens: Em função da determinação restrições de uso relacionadas com a mineração ocorre a redução da área útil do município. Como exemplo foi apontado que toda o centro da sede está em ZAS;

- A perspectiva de risco de rompimento pela população tem reflexos na saúde mental dos munícipes, principalmente no bairro de Macacos;

- Existem muitos equipamentos públicos de educação em ZAS. Através dos programas educativos, percebe-se impacto das sirenes e outros elementos sobre as crianças;

- Honório Bicalho é uma grande preocupação da Defesa Civil por ser área de ZAS de diversas barragens no município;

- Falta de infraestrutura nas áreas de grande adensamento construtivo, especialmente na Vila da Serra. Neste caso é preocupante o aumento da impermeabilização do solo que afeta diretamente a drenagem urbana e pode causar problemas com as chuvas na sede do município. Além disso, a infraestrutura é insuficiente para o tratamento de esgoto. Observa-se que a sede do município não tem concessão para tratamento de esgoto. Parte do esgoto do Vila da Serra é enviado para BH, pois a ETE não dá conta do volume.

Tema 4 – Metas para o Futuro

Foi feita uma síntese das potencialidades e desafios levantados e os presentes foram estimulados a elencar metas para o futuro do município. Foram indicadas as seguintes metas:

- Integração interna (viária) entre as diferentes localidades do município para reduzir a dependência da capital;
- Tratamento universal do esgoto;
- Reforço e ampliação dos equipamentos de saúde, considerando o aumento populacional, especialmente na região noroeste e Jardim Canadá.

Tema 5 – Participação Social

Nesse momento passou-se a refletir sobre os efeitos e a importância da participação popular. Foi questionado aos participantes como ocorre essa participação e quais as instituições mais ativas. Eles destacaram que:

- A população ocorre de forma mais engajada nas demandas pontuais;
- Segundo a Defesa Civil, a participação em simulados e atividades relacionadas a segurança em caso de rompimento de barragens é baixa;
- O Secretário de Meio Ambiente destaca que a participação depende do gestor e da abertura ao diálogo com a sociedade;
- Organizações que mais atuam: associações, organizações relacionadas as pautas ambientais e conselhos (Meio Ambiente, Saúde, Turismo, Conselho das Cidades, Desenvolvimento Social, etc).

Tema 6 – Impactos da Mineração

Antes de discutir os efeitos do projeto especificamente foi solicitado que os participantes elencassem impactos negativos e positivos da mineração. Não foi indicado se algum grupo deveria ter sido citado primeiro, assim os impactos foram discutidos e organizados como lista de negativos e positivos para facilitar a apresentação dos resultados.

Como impactos positivos foram mencionados:

- A Mineração contribui para a proteção das áreas verdes, ajudando na preservação ambiental. As mineradoras são proprietárias de diversos terrenos que são utilizados para compensação das áreas que são mineradas, isso assegura um ativo ambiental importante para o município;
- Fortalecimento da economia local, influenciando diretamente a geração de empregos, renda e arrecadação municipal. Além da extração mineral, há um efeito multiplicador sobre

diversos setores locais, como serviços, comércio, transporte e fornecedores especializados.

Como negativos foram identificados:

- Impacto na paisagem;
- Poeira: qualidade do ar não é boa principalmente próximo ao Alphaville, Jardim Canadá e Vale do Sol;
- Fluxo de caminhões (MG-30), especialmente aqueles relacionados a mineração clandestina que abastece o mercado interno e não operam dentro da lei.

Tema 7 – Impactos da Descaracterização

Nesse momento os participantes foram estimulados a listar impactos do projeto proposto. Então foi manifestada a seguinte observação:

- Sem impactos identificados/percebidos até o momento para as intervenções do projeto. Contudo, dentre demais estruturas da MAC que não são alvo deste EIA/Rima, foi mencionado que os impactos indicados pelos gestores estão relacionados à Barragem do Jambreiro (B5), pois é a que mais afeta o município em termos de risco de rompimento, onde os gestores municiais se mostraram mais interessados para processo de descaracterização dessa estrutura em específico.

Tema 8 – Usos Futuros

Como desdobramento do tema anterior, os participantes começaram a discutir sobre os reflexos dos usos futuros depois da descaracterização, chegando as duas conclusões destacadas para o uso ideal da área:

- Lazer: abrir espaços para a sociedade;
- Cava com Água – os gestores indicaram que a Mina das Águas Claras possui a cava mais profunda do Brasil, com água potável do lençol freático. Existe uma proposta de construção de uma adutora para levar água para a ETA mais próxima, contribuindo para a segurança hídrica da região.

O tema também previa a discussão de medidas mitigadoras ou compensatórias, mas o grupo de ateve ao tema de uso futuro.

Tema 9 – Ponto de Atenção

Por fim, foi solicitado que os presentes indicassem pontos de atenção para empresa. Nesse caso, os presentes preferiram fazer menção a outro projeto e recomendaram que:

- Acelerar o cumprimento do TAC para o descomissionamento da Barragem do Jambreiro (B5). O plano de fechamento de mina precisa ser efetivo.

6.3.2. Caracterização da Área de Estudo Local

Para o levantamento e caracterização dos aspectos socioeconômicos para a Área de Estudo Local (AEL) foi realizada coleta e integração de fontes primárias e secundárias, como já apresentado no início deste Diagnóstico. Em relação as fontes primárias foram utilizadas entrevistas com representantes e lideranças dos principais bairros incluídos na AEL durante os dias 23/06/2025 a 02/07/2025 (**Figura 6.3-49**). Já as fontes secundárias utilizadas correspondem às informações sobre os setores censitários do Censo Demográfico 2022 pertencentes à AEL (IBGE, 2022), imagens de satélites e bancos de dados geográficos da Prefeitura Municipal de Nova Lima, mais especificamente do Departamento de Geoprocessamento da Secretaria Municipal de Política Urbana (NOVA LIMA, 2025).









Figura 6.3-49 – Locais visitados durante o levantamento de campo na AEL.

Fonte: Concremat – Levantamento de campo, 2025.

Buscando promover a integração entre dados primários e secundários, a AEL foi definida, tendo como referência os setores censitários, que corresponderem a menor delimitação geográfica, operada pelo IBGE nas pesquisas censo. A determinação dos setores censitários que vieram compor a Área de Estudo Local (AEL) foi realizada a partir da projeção preliminar de impactos decorrentes das obras emergenciais para o reforço da Barragem 6, descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e obras para incremento do Fator de Segurança (FS) das PDES Grota 2 e Grota.

A partir dessa projeção foram elencados 58 setores integrantes da malha censitária de 2022 no município de Nova Lima. Como se pode observar no **Figura 6.3-50**,a AEL compreende a região onde está inserida a MAC (que apesar da extensão corresponde a um setor censitário) e duas manchas urbanas, uma parcela do perímetro urbano contiguo da sede municipal, inserido na ZAS e a parte da região limítrofe ao município de Belo Horizonte. Considerando que o objetivo dessa parcela do estudo são os aspectos socioeconômicos, os levantamentos e análises se concentram nessas áreas que apresentam padrões de ocupação próprios. Enquanto recortes da AEL, essas, para efeitos do presente trabalho, são designadas como:

- Centro Urbano de Nova Lima;
- Divisa com Belo Horizonte.

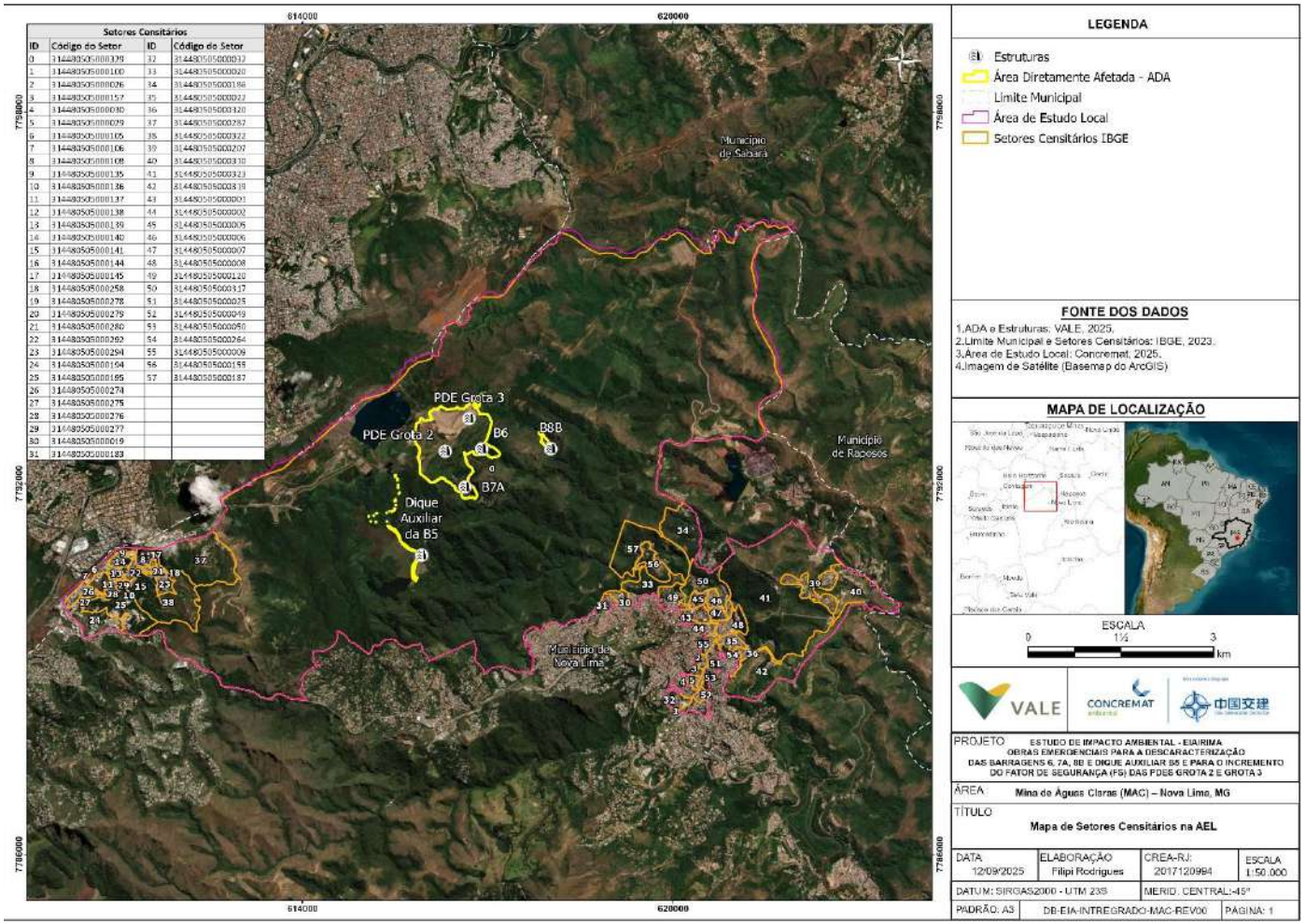


Figura 6.3-50 - Mapa de Setores Censitários da AEL.

Embora permita a integração entre dados primários e secundários, bem como o acesso informações detalhadas levantadas no Censo Demográfico IBGE 2022, comumente a divisão do território em setores não se alinha com a percepção e classificação do espaço pelos munícipes, tanto do ponto de vista social como administrativo. No município, salvo algumas situações especificas, tanto os habitantes como a gestão operam com as categorias espaciais de zonas, bairros e logradouros. Considerando que em muitos casos as informações obtidas no município (junho/julho de 2025), são baseadas da divisão local do território, buscou-se uma forma de se trabalhar com o espaço que permitisse a articulação dos setores censitários, com a percepção local.

A forma utilizada foi a compatibilização dos setores censitários com os as delimitações dos bairros, que são compreendidas em nível local, tanto do ponto de vista social como administrativo. Parta tanto, foi necessário identificar em quais bairros os setores estavam inseridos, bem como a região da AEL em que se inserem. Esses dados são apresentados no **Quadro 6.3-60.** Logo, a identificação dos bairros foi realizada a partir da projeção da malha dos setores censitários (IBGE, 2022) sobre a proposta de delimitação dos bairros fornecida pela Prefeitura de Nova Lima (junho/julho de 2025).

Cabe destacar que os resultados apresentados não serão relativos à área total dos bairros, mas às parcelas da AEL (setores) localizados em seu interior, sendo a designação do bairro uma referência para localização do setor. Ressalta-se que os limites dos bairros disponibilizados pela Prefeitura de Nova Lima (junho/julho de 2025) correspondem a uma proposta em fase de elaboração, ainda não validada oficialmente. Dessa forma, sua utilização neste estudo tem caráter exclusivamente referencial, servindo apenas como apoio para a compatibilização dos setores censitários com as delimitações locais de bairros, sem constituir base definitiva para fins de demarcação territorial ou esclarecimento de dúvidas quanto à sua delimitação oficial.

Assim, nos casos em que um determinado setor se estende por mais de um bairro, optou-se por relacioná-lo no bairro onde se concentra sua maior parte. Alguns setores não foi possível determinar com clareza o bairro de referência, tendo sido classificados como “Entorno Galo” e outros setores que correspondem aos limites de dois bairros vizinhos (“Bonfim/Matadouro”), como se pode ver no **Quadro 6.3-60.**

Além disso, alguns setores que compõem a AEL não foram incluídos nas análises a serem apresentadas. Trata-se do setor identificado pelo código 314480505000329, correspondente à área ocupada pela MAC, onde encontra-se a ADA, como também o 314480505000317, que se trata de uma área industrial.

Na apresentação dos dados censitários da AEL, para fins de clareza, todos os resultados dos setores inseridos em um mesmo bairro serão somados, compondo um valor. Apesar de se operar, tendo os setores como unidade espacial mínima, os resultados serão agrupados por bairro, apesar de não representar, como informado, a sua totalidade.

Quadro 6.3-60 – Setores Censitários por Bairros e Região da AEL

Nº	Setores	Bairros	Região da AEL
1	314480505000100	Vila São Luiz	Centro Urbano
2	314480505000026	Vila Passos	Centro Urbano
3	314480505000157	Vila Passos	Centro Urbano
4	314480505000030	Vila Padre Valeriano	Centro Urbano
5	314480505000029	Vila Lacerda	Centro Urbano
6	314480505000105	Vila da Serra	Divisa BH
7	314480505000106	Vila da Serra	Divisa BH
8	314480505000108	Vila da Serra	Divisa BH
9	314480505000135	Vila da Serra	Divisa BH
10	314480505000136	Vila da Serra	Divisa BH
11	314480505000137	Vila da Serra	Divisa BH
12	314480505000138	Vila da Serra	Divisa BH
13	314480505000139	Vila da Serra	Divisa BH
14	314480505000140	Vila da Serra	Divisa BH
15	314480505000141	Vila da Serra	Divisa BH
16	314480505000144	Vila da Serra	Divisa BH
17	314480505000145	Vila da Serra	Divisa BH
18	314480505000258	Vila da Serra	Divisa BH
19	314480505000278	Vila da Serra	Divisa BH
20	314480505000279	Vila da Serra	Divisa BH
21	314480505000280	Vila da Serra	Divisa BH
22	314480505000292	Vila da Serra	Divisa BH
23	314480505000294	Vila da Serra	Divisa BH
24	314480505000194	Vale do Sereno	Divisa BH
25	314480505000195	Vale do Sereno	Divisa BH
26	314480505000274	Vale do Sereno	Divisa BH
27	314480505000275	Vale do Sereno	Divisa BH
28	314480505000276	Vale do Sereno	Divisa BH
29	314480505000277	Vale do Sereno	Divisa BH
30	314480505000019	Retiro	Centro Urbano
31	314480505000183	Retiro	Centro Urbano
32	314480505000032	Parque Santo Antônio	Centro Urbano
33	314480505000020	Olaria	Centro Urbano
34	314480505000186	Mina d'Água de Baixo	Centro Urbano
35	314480505000022	Matadouro	Centro Urbano

Nº	Setores	Bairros	Região da AEL
36	314480505000320	Matadouro	Centro Urbano
37	314480505000287	Jardim da Torre	Divisa BH
38	314480505000322	Jardim da Torre	Divisa BH
39	314480505000207	Galo	Centro Urbano
40	314480505000310	Galo	Centro Urbano
41	314480505000323	Galo	Centro Urbano
42	314480505000319	Entorno Galo	Centro Urbano
43	314480505000001	Centro	Centro Urbano
44	314480505000002	Centro	Centro Urbano
45	314480505000005	Centro	Centro Urbano
46	314480505000006	Centro	Centro Urbano
47	314480505000007	Centro	Centro Urbano
48	314480505000008	Centro	Centro Urbano
49	314480505000120	Centro	Centro Urbano
50	314480505000317	Área Industrial	Não considerado nas análises
51	314480505000025	Cascalho	Centro Urbano
52	314480505000049	Cascalho	Centro Urbano
53	314480505000050	Cascalho	Centro Urbano
54	314480505000264	Bonfim/Matadouro	Centro Urbano
55	314480505000009	Bonfim	Centro Urbano
56	314480505000155	Boa Vista	Centro Urbano
57	314480505000187	Boa Vista	Centro Urbano
58	314480505000329	Região da MAC	Não considerado nas análises

Fonte: IBGE 2022, NOVA LIMA 2025.



Figura 6.3-51 - Setores censitários e limites dos bairros da AEL – Divisa com Belo Horizonte

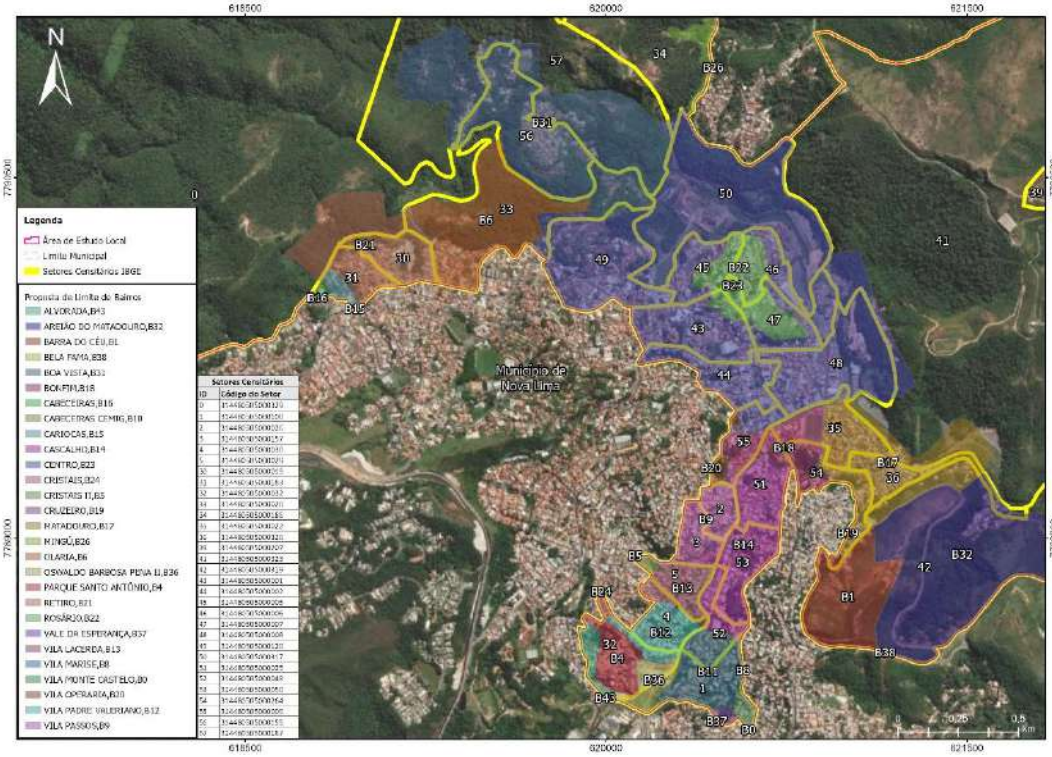


Figura 6.3-52 - Setores censitários e limites dos bairros da AEL – Centro Urbano (População ZAS)

Para a coleta das informações de fontes primárias, foram pré-selecionadas algumas categorias de atores sociais que poderiam apresentar conhecimento privilegiado sobre os aspectos coletivos locais, tais como lideranças comunitárias, representantes de associações de moradores, conselheiros locais de políticas públicas, profissionais de saúde e educação, agentes públicos com atuação territorial e demais sujeitos com participação reconhecida nas dinâmicas urbanas da área estudada. Essa abordagem segue as recomendações metodológicas de reconhecimento e escuta de atores-chave em diagnósticos socioespaciais urbanos (ROLNIK et al., 2015). Para esse fim, foram elaborados roteiros de pesquisa, com o objetivo de orientar a coleta das informações socioeconômicas relevantes à avaliação de impacto, conforme as diretrizes estabelecidas no Termo de Referência (TR).

Na busca pela percepção local entendeu-se que o levantamento deveria buscar preferencialmente as lideranças locais, entendendo esse grupo como presidentes e diretores das associações representativas de moradores. Assim, antes do início da campanha foram elencadas, com dados do Mapa de Organizações da Sociedade Civil (IPEA, 2013), as instituições existentes nos principais bairros da AEL. Pelo que se pode apurar, no contexto dos bairros foram elencadas seguintes instituições:

No Centro Urbano:

- Associação Comunitária do Bairro do Rosário;
- Associação Comunitária do Bairro Alvorada e Parque Santo Antônio;
- Associação Comunitária dos Bairros Banqueta do Bananal, Vista Alegre e Boa Vista;
- Associação Unidos do Cascalho;
- Associação de Moradores dos Bairros Bom Retiro, Vila Passos e Mingu.

Na Divisa com BH:

- Associação dos Empreendedores Vila da Serra e Vale do Sereno;
- Associação dos Moradores Rua da Mata e das Estrelas;
- Associação dos Moradores e Proprietários do Vale do Sereno.

No entanto, nas tentativas de contato e no início dos levantamentos de campo foi possível notar que grande parte das entidades não se encontrava em plena operação. A recorrência de instituições inativas induz a interpretação de que existe um processo de desmobilização de amplitude, pelo menos, municipal. Em função dessa possibilidade foi inserida a questão nas entrevistas realizadas junto às lideranças locais.

De um modo geral, o encerramento das atividades das associações de moradores é creditado a dificuldade em se ter recursos financeiros para a manutenção fiscal e legal. Apesar de não terem fins lucrativos, a manutenção das entidades, como afirmam os entrevistados durante a pesquisa, exige o aporte de recursos. Segundo as informações obtidas em campo (junho/julho de 2025), grande parte das entidades que dependem exclusivamente do pagamento de taxas pelos seus associados têm apresentado dificuldades para a manutenção.

Dentro de uma percepção temporal mais ampliada, foram ouvidos relatos de que mesmo as associações que estão em plena atividade apresentarem períodos de escassez de recursos que resultaram na paralisação de suas atividades. Cabe destacar que para efeitos desse trabalho, foram consideradas como ativas todas as entidades que apresentavam alguma liderança responsável, que dedicava parte de seu tempo para o exercício de funções, independentemente da existência de sede ou da situação cadastral.

Considerando a situação das entidades, grande parte dos números de telefones indicados nas fontes consultadas (IPEA, 2013) não estavam operacionais. Durante as entrevistas, a equipe de campo buscou os contatos de outras entidades, bem como verificar quais apresentavam algum nível de atividade ou mobilização. Desse modo o contato com algumas entidades foi intermediado por lideranças entrevistadas. Observa-se que as vezes a liderança de outros bairros era identificada, mas o telefone não era repassado à equipe. Projeta-se que alguns potenciais entrevistados não tenham autorizado a cessão do número.

Em outros casos, apesar de se ter os telefones, o contato não foi efetivado (ligações não atendidas) e em outra situação chegou a ocorrer o agendamento, mas a liderança não pôde comparecer. Nesse contexto, foram realizadas entrevistas com as seguintes entidades

- Assoc. Com. dos Bairros Banqueta do Bananal, Vista Alegre e Boa Vista (Bomserá);
- Associação Comunitária do Bairro Cabeceiras (**Figura 6.3-53**);
- Associação dos Empreendedores Vila da Serra e Vale do Sereno;
- Associação dos Moradores e Proprietários do Vale do Sereno;
- Associação de Moradores do Bairro dos Cristais.



Figura 6.3-53 - Associação Comunitária do Bairro Cabeceiras.
Fonte: Levantamento de campo – Concremat, 2025.

Como evidência do processo de desmobilização de associações, foi possível notar que por vezes moradores de bairros, cuja entidade representativa não está em atuação, buscam apoio em associações de outros bairros. Houve relatos (junho/julho de 2025) desse tipo de ocorrência na Associação de Moradores de Mingu, na Associação de Moradores de Cabeceiras e na Associação de Moradores do Bairro dos Cristais. Apesar de entender que mesmo nesses casos, as associações acionadas não representam os bairros daqueles que as procuram. Para efeitos do presente Diagnóstico, considera-se que as entidades podem ter uma abrangência estendida, podendo fornecer informações para além do seu território oficial de atuação. Nesse contexto, embora não se tenha realizado uma entrevista por associação por bairro, foi possível a obtenção de informações da maior parte das unidades da AEL, como se pode ver no **Quadro 6.3-61.**

Quadro 6.3-61 – Bairros por Associação de Referência e Atividade de Levantamento Realizada

Bairros	Localização	Instituição /Situação
Boa Vista	Centro Urbano	Assoc. Com. dos Bairros Banqueta do Bananal, Vista Alegre e Boa Vista (Bomserá)
Vale do Sereno	Divisa com BH	Associação dos Moradores e Proprietários do Vale do Sereno/Associação dos Empreendedores Vila da Serra e Vale do Sereno
Olaria	Centro Urbano	Associação de Moradores de Cabeceiras
Retiro	Centro Urbano	Associação de Moradores de Cabeceiras
Mingu	Centro Urbano	Associação de Moradores de Mingu
Alvorada	Centro Urbano	Associação de Moradores do Bairro dos Cristais
Cascalho	Centro Urbano	Associação de Moradores do Bairro dos Cristais
Vila Padre Valeriano	Centro Urbano	Associação de Moradores do Bairro dos Cristais

Bairros	Localização	Instituição /Situação
Vila Passos	Centro Urbano	Associação de Moradores do Bairro dos Cristais
Rosário	Centro Urbano	Houve contato com a Associação de Rosário, mas não foi realizada entrevistas
Vila Marise	Centro Urbano	Houve contato com a Associação de Rosário, mas não foi realizada entrevistas
Centro	Centro Urbano	Não foi identificada associação específica em atividade
Vila da Serra	Divisa com BH	Associação dos Empreendedores Vila da Serra e Vale do Sereno
Jardim da Torre	Divisa com BH	Associação dos Empreendedores Vila da Serra e Vale do Sereno
Bonfim	Centro Urbano	Não foi possível o contato
Matadouro	Centro Urbano	Não foi possível o contato

Fonte: Concremat - Levantamentos de Campo, 2025.

A coleta de dados primários realizada em campo (junho/julho de 2025) também possibilitou a identificação de pontos notáveis ao longo da AEL, incluindo elementos de uso cotidiano, locais de referência, pontos de convergência, equipamentos e outros. Esses registros, observados e georreferenciados durante as visitas *in loco*, contribuem para uma compreensão mais ampla do território e de suas dinâmicas urbanas. O **Figura 6.3-54** a seguir reúne esses resultados, evidenciando os pontos destacados no trabalho de campo.

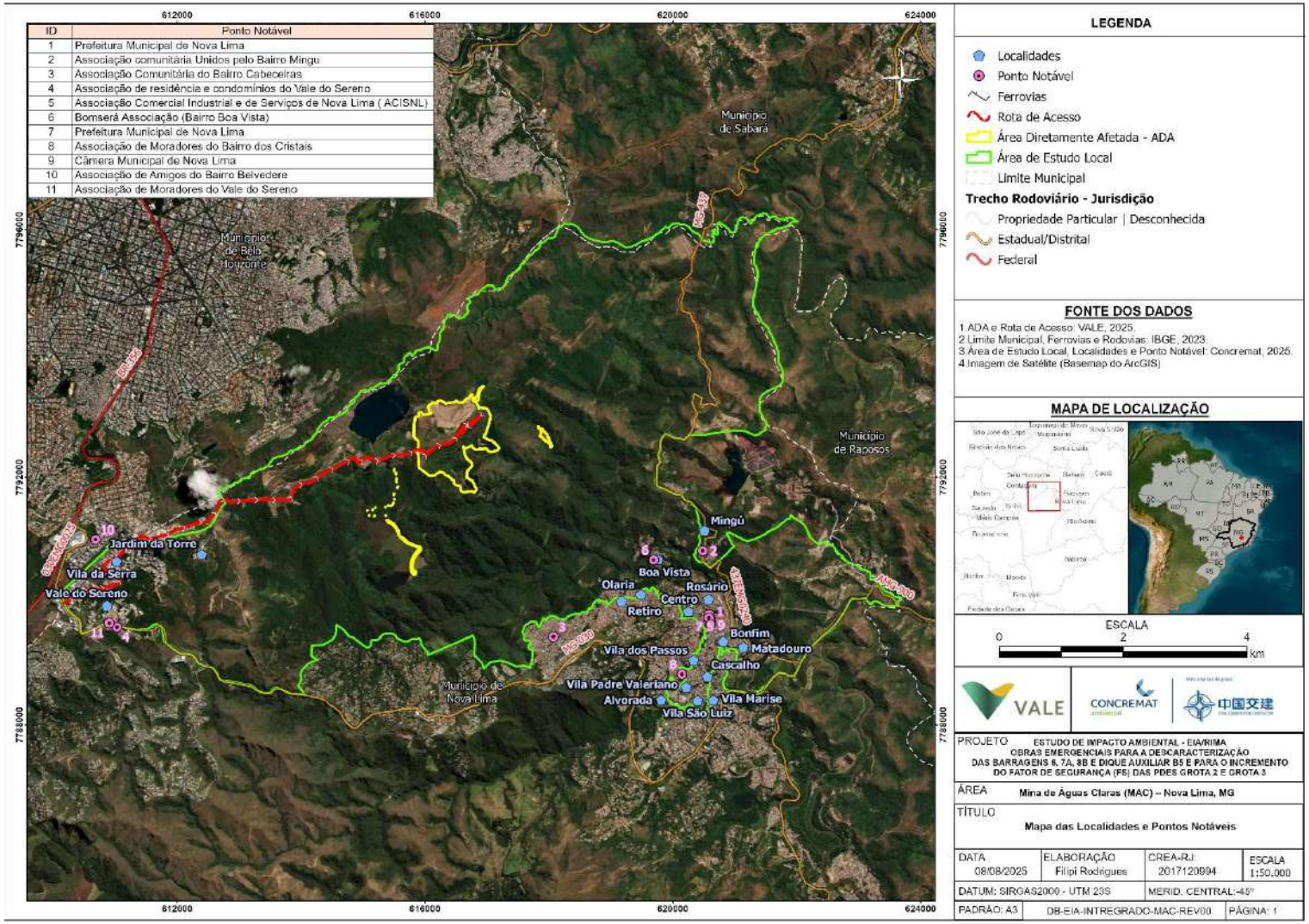


Figura 6.3-54 – Mapa de Pontos Notáveis AEL

6.3.2.1. Uso e Ocupação do solo

Os setores que compõem a AEL se caracterizam como áreas urbanas, onde predominam os usos residenciais e comerciais. No entanto, os dois conjuntos, no quais os setores foram divididos (centro urbano e divisa com BH), apresentam características dispares entre si, principalmente no tocante a paisagem e infraestrutura, ao mesmo em que mantém uma relativa homogeneidade interna. O **Figura 6.3-55** a seguir apresenta a delimitação da AEL e a classificação predominante de uso do solo como urbano, além da distribuição das classes do uso e ocupação na **Quadro 6.3-62,** conforme dados oficiais.

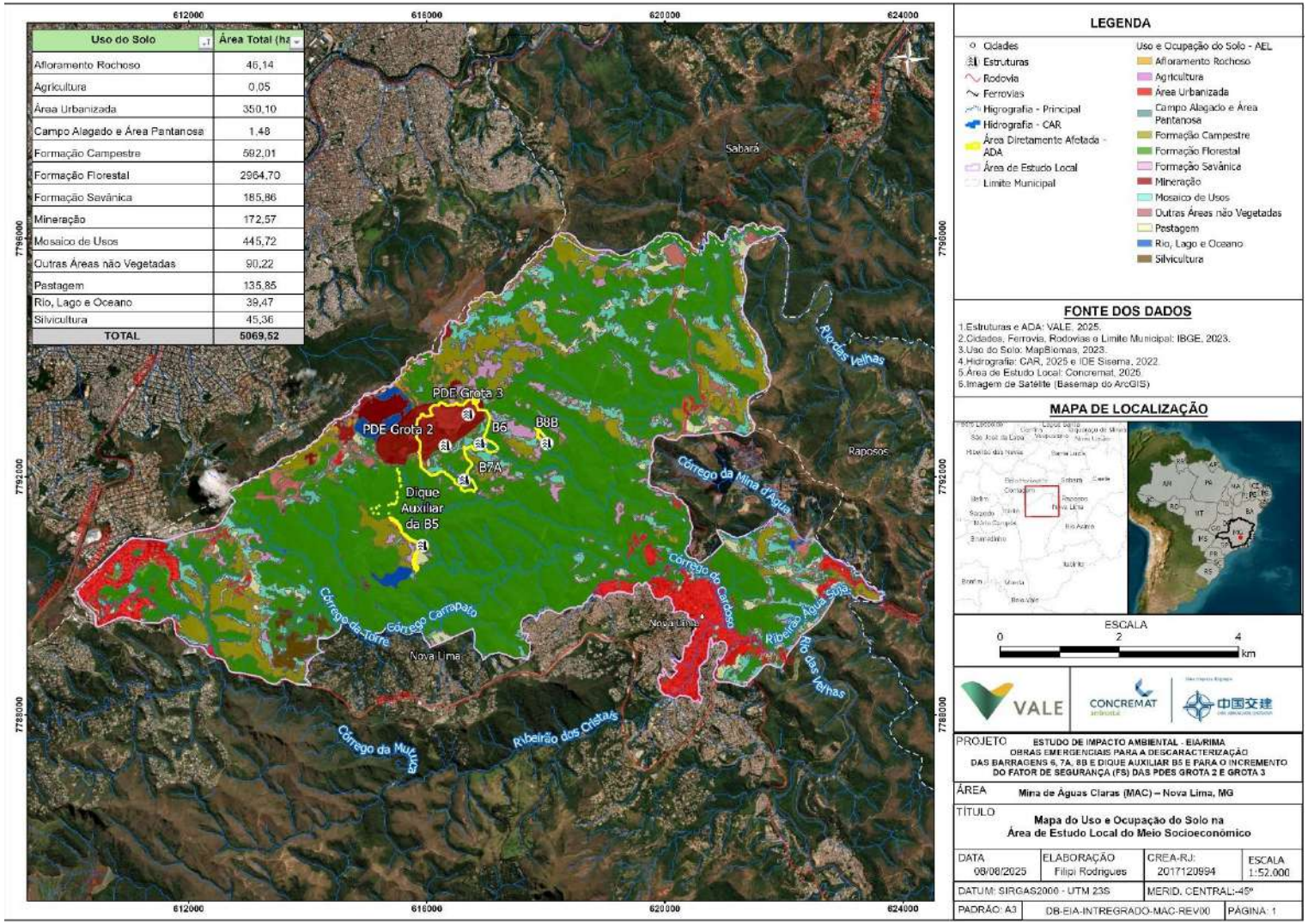


Figura 6.3-55 – Mapa de Uso do Solo da AEL.

A **Quadro 6.3-62** apresenta as classes predominantes de uso e ocupação do solo na AEL. A **c**lasse Área Urbanizada se destaca, refletindo um processo de adensamento e consolidação urbana em curso na região, associado à presença significativa de infraestrutura, parcelamento do solo e edificações residenciais e comerciais. Esse processo tende a se intensificar especialmente nas zonas de expansão urbana situadas nos limites entre os municípios de Nova Lima e Belo Horizonte.

As demais classes de uso do solo evidenciam a predominância das formações vegetais, com destaque para a classe Formação Florestal, que representa a maior extensão territorial. Em seguida, destacam-se a Formação Campestre e o Mosaico de Usos, indicando uma diversidade de coberturas vegetais e ocupações com distintos graus de antropização. A vegetação nativa remanescente encontra-se majoritariamente concentrada na região da Serra do Curral.

Quadro 6.3-62 – Classes de Uso do Solo da AEL

Uso do Solo	Área Total (ha)
Afloramento Rochoso	98,83
Área Urbanizada	399,18
Formação Campestre	705,10
Formação Florestal	2904,80
Mineração	41,26
Mosaico de Usos	409,28
Outras Áreas não Vegetadas	50,61
Pastagem	142,87
Rio, Lago e Oceano	66,77
Silvicultura	210,57
TOTAL	**5029,27**

Observa-se que os bairros do centro urbano de Nova Lima, onde se inserem os setores, apresentam, de um modo geral, edificações de um ou dois pavimentos, sendo pouco espaçadas e com ruas relativamente estreitas e em regiões de relevo acentuado. O espaçamento das vias associada a presença de ladeiras íngremes, torna o tráfego de veículos em sentidos opostos difícil em alguns trechos. Cabe destacar que as vias principais dos bairros são mais largas, podendo apresentar retenções nos períodos de maior movimento de veículos.

Apesar da predominância urbana na ocupação, nota-se a presença de fragmentos florestais como maior destaque para os bairros de Boa Vista e Mingu.

Apesar dos registros realizados em campo, foram utilizadas imagens da plataforma Google Earth, pois representam de forma mais clara as condições das vias da AEL. Os registros a seguir foram retirados dessa plataforma e exemplificam as situações mencionadas (**Figura 6.3-56** a **Figura 6.3-61**).



Figura 6.3-56 – Rua Bairro Vila Padre Valeriano.

Fonte: Google, 2025.



Figura 6.3-57 – Rua Bairro Rosário.

Fonte: Google, 2025.



Figura 6.3-58 – Rua Bairro Olaria.

Fonte: Google, 2025



Figura 6.3-59 – Rua Bairro Bonfim.

Fonte: Google, 2025.



Figura 6.3-60 – Rua Bairro Boavista.
Fonte: Google, 2025.



Figura 6.3-61 – Rua Bairro Centro.
Fonte: Google, 2025.

De um modo geral, nos bairros, onde estão inseridos os setores do conjunto Divisa com BH também se tem um panorama homogêneo, caracterizado por ruas amplas com edificações com muitos andares e ruas com uma estrutura urbana bem consolidada, como se pode ver na **Figura 6.3-62** a **Figura 6.3-64**.



Figura 6.3-62 – Rua Bairro Jardim da Torre.
Fonte: Levantamento de Campo – Concremat, 2025



Figura 6.3-63 – Rua Bairro Vale do Sereno.

Fonte: Google 2025



Figura 6.3-64 – Rua Bairro Vila da Serra.

Fonte: Google 2025

Apesar do Bairro Jardim da Torre contar com esse tipo de ocupação a maior parte do território é ocupado por fragmento florestal, conforme é possível observar na **Figura 6.3-65.** As parcelas do bairro que se aproximam da configuração dos demais bairros do conjunto, estão nos nortes e centro do bairro.



Figura 6.3-65 – Limites Bairro Jardim da Torre.
Fonte: Google 2025

Segundo informações obtidas no local, a instalação das edificações de muitos andares teve início na década e 2000 e se acentuou a partir de 2010. Essa evolução pode ser observada na **Figura 6.3-66** e na **Figura 6.3-67.**



Figura 6.3-66 – Bairros da divisa 2002. Fonte: Google 2025



Figura 6.3-67 – Bairros da divisa 2025. Fonte: Google 2025

Ainda segundo os dados obtidos, as unidades residenciais construídas têm com público habitantes de Belo Horizonte de classes sociais de renda mais elevada. Pesquisando os valores para apartamento em site imobiliário para os três bairros (pesquisa realizada em 16 de julho de 2025), foram identificados 2.927 anúncios (pode ter mais de um anúncio por imóvel) onde os preços variavam de R$ 429.000,00 a R$ 19.000.000,00

Aprofundando a caracterização do uso e ocupação do solo na AEL, foram levantadas as classes de zoneamento municipal atribuídas a cada bairro, conforme estabelecido no Plano Diretor Municipal de 2023 (NOVA LIMA, 2023). Essas informações estão sistematizadas no **Quadro 6.3-63.**

Nota-se de início a alta ocorrência de classes de Zona Especial de Requalificação Urbana presente em 11 dos 13 bairros do Centro Urbano. Os únicos bairros desse conjunto que apresentam essa classe de zoneamento são Mingu e Alvorada, ambos têm somente áreas classificadas como Zona de Especial Interesse Social.

Segundo o plano diretor, as áreas classificadas como Zona Especial de Requalificação Urbana correspondem aquelas onde são necessárias ações e projetos em função de características locais, podendo ser:

- áreas construídas ou edificações com problemas de infraestrutura em decorrência de ocupação ou urbanização descontrolada;

- áreas com problemas de regularização fundiária;
- presença de áreas onde existam sítios com interesse para preservação do patrimônio histórico, artístico e cultural;
- áreas livres para implantação de projetos monitorados pelo poder público municipal a fim de se evitar a deterioração da área.

Como visto os territórios dos bairros de Mingu e Alvorada, bem como uma parcela do bairro Matadouro, são classificados integralmente como Zona de Especial Interesse Social. No plano diretor essa classificação corresponde as áreas do município que mais carecem de investimentos e ações governamentais para melhoria nas condições de habitação e infraestrutura urbana. No plano diretor essas se caracterizam por:

- Ocorrência de irregularidade fundiária;
- Ocorrência de irregularidade urbanística;
- Ocorrência de irregularidade de edificação;
- Ocupadas por população de baixa e média renda.

A partir dessa classificação conclui-se, que no contexto da AEL, os bairros de Alvorada e Mingu, além de uma parcela do bairro Matadouro, tendem a apresentar maior vulnerabilidade socioterritorial. Apesar disso, no interior desses bairros não existem áreas classificadas, segundo o IBGE (2022), como Favelas ou Comunidades Urbanas.

Já nos bairros da divisa com BH, a classificação mais recorrente foi a de Zona Especial de Revitalização Urbana, presente em parcela de Vale do Sereno e Vila da Serra e integralmente em Jardim da Torre. Segundo o plano diretor as áreas classificadas dessa forma se caracterizam pela ocupação ordenada, infraestrutura urbana e sem a necessidade de regularização fundiária das habitações. Novamente tem-se indícios relativos à diferença de infraestrutura e qualidade da habitação nos dois conjuntos estudados.

Além das zonas indicadas, tem-se uma ocorrência destacada das áreas classificadas como Zonas de Uso Predominante de Comércio e Serviços (ZOCS). Nos bairros das AEL foram encontradas três modalidades desse tipo de zona, são elas tipo 1, 2 e 3. Segundo o Plano Diretor (NOVA LIMA, 2023) essas zonas se caracterizam da seguinte forma:

- ZOCS 1 são zonas que permitem o exercício de atividades não residenciais de comércio varejista e serviços de pequeno porte;
- ZOCS 2 permitem o exercício de atividades não residenciais de comércio varejista e serviços de médio e grande porte, com limite de altura de até 5 pavimentos;
- ZOCS 3 permitem o exercício de atividades não residenciais de comércio varejista e serviços de médio e grande porte, podendo ter altura superior a 5 pavimentos.

Nos bairros de Cascalho, Centro e Vila Padre Valeriano foi identificada uma classificação voltada para o suo residencial, trata-se na Zona de Uso Predominante Residencial (ZOR) tipo 1A e tipo 1B. Cabe destacar que nesses tipos é permitida somente a edificação de uso unifamiliar, o que ajuda a explicar a não existência de edificações maiores nesses bairros. Observa-se que podem ser construídos condomínios residenciais horizontais e que o tamanho mínimo dos lotes no tipo 1A (lotes de 240 m² em declividade menor ou igual a 16,7° e de 360 m² para lotes de declividade entre 16,7° e 25°) é menor do que no tipo 1B (de 360 m² em declividade menor ou igual a 16,7° e de 600 m² para lotes de declividade entre 16,7° e 25°).

Na AEL também foi encontrada uma área classificada como Zona Especial de Proteção Ambiental (ZEPAM) em Vila da Serra. Conforme o Plano Diretor (NOVA LIMA, 2023) essas áreas se caracterizam pela tipicidade da vegetação, destinam-se à preservação e à recuperação de ecossistemas. Apesar de ter sido identificado fragmento florestal significativo no bairro Mingu, a única ZEPAM da AEL está no bairro de Vila da Serra. Essa área está localizada na parcela norte do bairro, confrontante ao limite com o município de Belo Horizonte.

Quadro 6.3-63 – Classes do Zoneamento Municipal por Bairros da AEL

Bairros	Unidade Básica de Saúde
Alvorada	Zona Especial de Interesse Social
Boa Vista	Zona Especial de Requalificação Urbana
Bonfim	Zona Especial de Requalificação Urbana e Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços 1
Cascalho	Zona Especial de Requalificação Urbana, Zona de Uso Predominante Residencial 1A e Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços 2
Centro	Zona Especial de Requalificação Urbana, Zona de Uso Predominante Residencial 1B, Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços 3 e Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços 2
Matadouro	Zona Especial de Requalificação Urbana e Zona Especial de Interesse Social
Olaria	Zona Especial de Requalificação Urbana
Retiro	Zona Especial de Requalificação Urbana e Zona de Uso Predominante Comércio e Serviços 1
Rosário	Zona Especial de Requalificação Urbana

Bairros	Unidade Básica de Saúde
Vila Marise	Zona Especial de Requalificação Urbana
Vila Padre Valeriano	Zona Especial de Requalificação Urbana, Zona de Uso Predominante Residencial 1A
Vila Passos	Zona Especial de Requalificação Urbana
Mingu	Zona Especial de Interesse Social
Vale do Sereno	Zona Especial de Revitalização Urbana, Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços 3 e Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços 1
Jardim da Torre	Zona Especial de Revitalização Urbana
Vila da Serra	Zona Especial de Revitalização Urbana, Zona de Uso Predominante de Comércio e Serviços 3 e Zona Especial de Proteção Ambiental

Fonte: Nova Lima, 2023 - Plano Diretor de Nova Lima.

6.3.2.2. Perfil Demográfico

Para calcular a população residente na AEL foram levantados a quantidade de habitantes por setor censitário da AEL, sendo apresentados por bairros e total da AEL, como se pode ver no

Quadro 6.3-64, e a sua distribuição em percentual na **Figura 6.3-68**. Em 2022, a população da AEL era superior a 25 mil habitantes, representando 23,28% do total do município, com 9.655 domicílios ocupados e média de 2,7 moradores por domicílio.

Em primeiro lugar, ganha destaque o total de população dos setores no bairro de Vila da Serra é bem superior ao volume do contingente populacional do segundo conjunto de setores mais populoso que é do bairro Centro. Entende-se que a verticalização do bairro de Vila da Serra, levando em conta o tamanho das edificações implique em número grande de residentes em um território comparativamente menor. A ocorrência de verticalização de unidades residenciais em Vale do Sereno também consolidou seu conjunto de setores como o segundo mais populoso na AEL.

Em termos da distribuição da população dos setores AEL pelos bairros (**Figura 6.3-68)** é evidente o destaque de Vila da Serra que concentra 37,78% da população dos setores AEL. Apesar de serem encontradas diferenças entre o segundo mais populoso (Centro, 13,36%) e os bairros restantes, essas não são na mesma proporção. Enquanto a diferença entre Vila da Serra e o Centro é de 24,42 pontos percentuais, a diferença entre o Centro e Vila do Sereno (terceiro bairro mais populoso) é de 5,71 pontos percentuais. Logo, nota-se que a porção da divisa com BH é a área mais populosa da AEL.

Quadro 6.3-64 – População e domicílios dos Setores da AEL por Bairro – 2022.

Bairros	Total de pessoas	Total de Domicílios	Domicílios Particulares	Domicílios Coletivos	Média de moradores em Domicílios Particulares Ocupados	Domicílios Particulares Ocupados
Boa Vista	817	315	315	0	2,8	290
Bonfim	386	175	173	2	2,8	139
Bonfim/Matadouro	454	190	190	0	2,7	167
Cascalho	1730	744	742	2	2,7	649
Centro	3473	1486	1478	8	2,8	1253
Entorno Galo	368	142	141	1	2,9	126
Galo	820	369	369	0	2,9	278
Jardim da Torre	86	48	48	0	2,8	31
Matadouro	904	421	419	2	2,6	344
Mina d'Água de Baixo	259	94	94	0	3,2	82
Olaria	370	148	148	0	2,8	131
Parque Santo Antônio	812	306	306	0	3,1	263
Retiro	745	311	310	1	2,7	281
Vale do Sereno	2128	1122	1122	0	2,5	852
Vila da Serra	9822	4221	4220	1	2,6	3766
Vila Lacerda	501	206	206	0	2,6	196
Vila Padre Valeriano	701	287	287	0	2,8	248
Vila Passos	820	361	361	0	2,7	307
Vila São Luiz	802	278	278	0	3,2	252
Total Geral	**25998**	**11224**	**11207**	**17**	**2,7**	**9655**

Fonte: IBGE Censo 2022

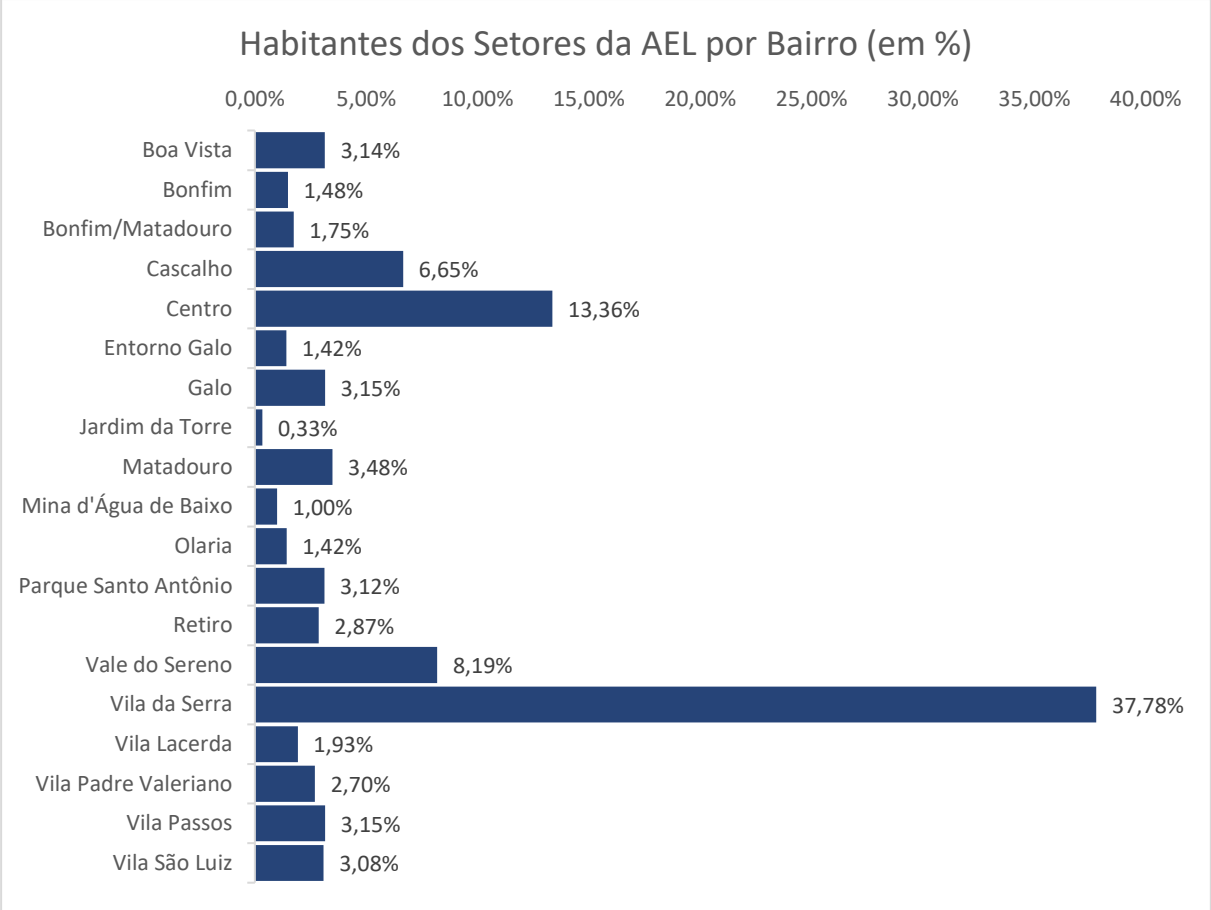


Figura 6.3-68 – Habitantes dos Setores da AEL por Bairro (em percentual do total de habitantes).

Fonte: IBGE. Censo 2022.

Para a percepção da distribuição da população por sexo foram utilizados os dados relativos aos setores censitários inseridos nos bairros da AEL, obtidos no Censo IBGE 2022. As informações são apresentadas em valor absolutos no **Quadro 6.3-65** e em percentuais por bairro na **Figura 6.3-69**.

De uma forma geral, nota-se que a população do sexo feminino é ligeiramente superior a parcela masculina em quase todos os setores e, consequentemente, AEL como um todo. A única exceção está no setor corresponde ao bairro de Jardim da Torre, que como visto apresenta a menor população feminina de toda a AEL.

Avaliando a proporção da distribuição da população por sexo, percebe-se que a maior diferença em termos absolutos está no conjunto dos setores da AEL, onde há 1.098 pessoas a mais do sexo feminino do que do sexo masculino. Em relação aos bairros, o maior volume de diferença encontra-se situado no conjunto de setores do bairro do Centro, onde se tem

mais 227 pessoas do sexo feminino do que do masculino. Em segundo e terceiro tem-se os setores dos bairros de Vila da Serra e Cascalho, onde a diferença corresponde a 182 e 122 pessoas, respectivamente.

Em termos percentuais, a diferença mais significativa está no setor do bairro de Bonfim, que possui uma proporção de pessoas do sexo masculino menor em13 pontos em relação ao sexo feminino. Cabe destacar que por apresentar um baixo contingente populacional os percentuais apresentados são mais sensíveis a inclusão ou exclusão de poucos habitantes tende a apresentar reflexos consideráveis. Já a segunda maior diferença, em termos percentuais, foi registrada nos setores do bairro Retiro (11%), seguido pelos do bairro de Matadouro (com 10%). Em terceiro lugar tem-se aqueles do bairro de Vila Passos, com uma diferença de 9%.

Quadro 6.3-65 – População dos Setores da AEL por Bairro e Sexo – 2022.

Bairros	Sexo masculino	Sexo feminino
Boa Vista	397	420
Bonfim	167	219
Bonfim/Matadouro	215	239
Cascalho	804	926
Centro	1623	1850
Entorno Galo	196	172
Galo	413	407
Jardim da Torre	54	32
Matadouro	406	498
Mina d'Água de Baixo	121	138
Olaria	170	200
Parque Santo Antônio	386	426
Retiro	333	412
Vale do Sereno	1026	1102
Vila da Serra	4820	5002
Vila Lacerda	242	259
Vila Padre Valeriano	330	371
Vila Passos	375	445
Vila São Luiz	372	430
Total Geral	**12450**	**13548**

Fonte: IBGE Censo 2022

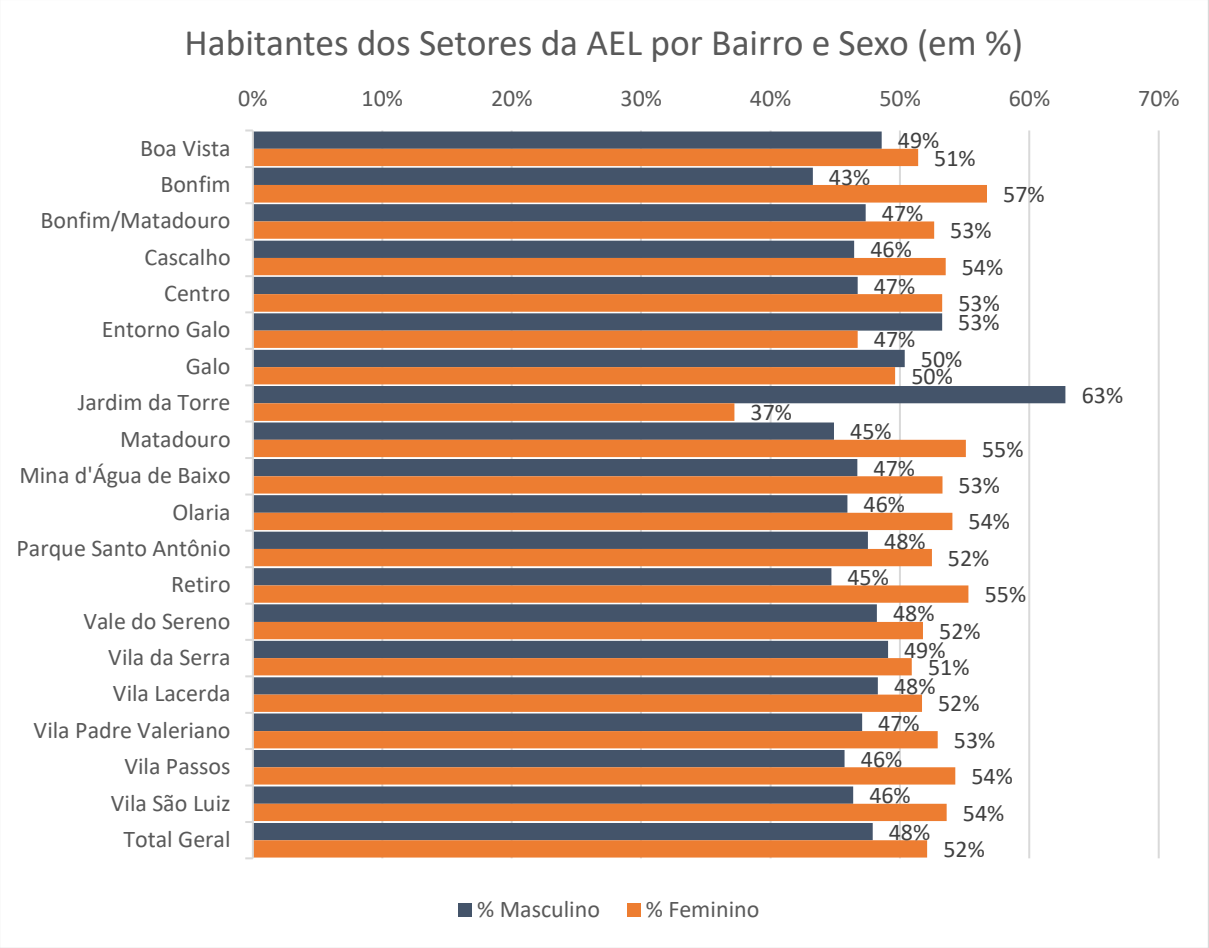


Figura 6.3-69 – População dos Setores da AEL Sexo e Bairro (em percentual do total de habitantes por bairro).

Fonte: IBGE. Censo 2022.

6.3.2.3. Condições de Vida e Infraestrutura

6.3.2.3.1. Saúde

Para identificar as estruturas e unidades de saúde localizada ou que atendem o público da AEL foram utilizadas as informações do poder público (NOVA LIMA, 2025) e do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, com consulta em julho de 2025 (DATASUS, 2025). Nas suas fontes os dados não como referência espacial os setores censitários, mas os bairros, onde esses se inserem. Assim, as informações apresentadas nesse tópico terão como base territorial os bairros, de modo que o público das unidades de abrangência local se estende além dos setores censitários da AEL.

Para diferenciar as estruturas voltadas para atender o município como um todo e aquelas que sã voltadas para o a atenção básica nos bairros, onde se encontram parcelas da AEL, serão apontadas em primeiro lugar todos os estabelecimentos de saúde identificados nos bairros (independente da sua área geográfica de atuação) e na sequência serão prestadas informações específicas as unidades básicas de saúde (UBS) cuja área de abrangência inclui os bairros, onde se inserem os setores da AEL.

Em termos de infraestrutura de saúde, nota-se que nem todos os bairros que têm parcelas da AEL (incluindo os setores determinados como Entorno Vila Serra) contam com estabelecimentos como se pode ver no **Quadro 6.3-66.** No conjunto de 18 bairros observa-se que 10 não apresentam estabelecimentos de saúde em seu interior. Como nem todos os bairros contam com estabelecimentos de saúde, cabe destacar que as unidades de saúde podem ter mais de um bairro em sua área de abrangência, de modo que nem sempre a não existência em um designado bairro significa que sua população não tenha acesso a serviços de saúde.

Entende-se que nesses casos os habitantes se desloquem para os bairros mais próximos ou para o bairro centro, que, como visto, concentra unidades de saúde, principalmente aquelas que ofertam serviços especializados. Cabe destacar que tais unidades são utilizadas por todo o município. Do total de 35 estabelecimentos encontrados na AEL, 17 estão situados no centro. Percebe-se que em termos de quantidade de bairros da AEL atendidos ganha destaque a UBS Retiro que atende um total de cinco bairros são eles: Retiro, Olaria, Centro (parte), Cascalho (parte) e Boa vista. Em segundo tem-se a UBS de Cascalho que atende Cascalho (parte), Centro (parte), Matadouro e Bonfim. Em função de suas extensões, percebe-se que os bairros do Centro, Cascalho e Alvorada tem parcelas de seus territórios em áreas de atuação de diferentes unidades.

Quadro 6.3-66 – Estabelecimentos de Saúde Identificados nos Bairros da AEL

Bairros	Estabelecimentos de Saúde
Alvorada	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS CAIC I
Boa Vista	Ponto de Apoio a Estratégia de Saúde da Família Boa Vista
Bonfim	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS Cascalho
Cascalho	Unidade Básica de Saúde Cascalho
Centro	Centro de Referência da Infância e Adolescência - Cria
	Consultório Odontológico George Chalmers
	Farmácia Municipal Central
	Departamento de Saúde Mental
	Laboratório Municipal
	Departamento de Educação em Saúde e Prática Integrativas
	Ambulatório de Reabilitação
	Departamento Assistência Farmacêutica e Análises Clínicas
	Laboratório de Leishmaniose
	Centro de Atenção Psicossocial - Caps Ii
	Ambulatório Doenças Crônicas
	Centro de Especialidades (Policlínica Municipal)
	Centro de Testagem e Aconselhamento (CTA-SAE)
	Zoonoses
	Fundação Hospitalar Nossa Senhora de Lourdes
	Consultório Odontológico Cristiano Machado
	Vigilância em Saúde do Trabalhador
Matadouro	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS Cascalho
Olaria	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS Retiro
Retiro	Unidade Básica de Saúde Retiro
Rosário	Unidade Básica de Saúde Rosário
Vila Marise	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS Cruzeiro
Vila Padre Valeriano	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS CAIC I
Vila Passos	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS Cristais
Mingu	Unidade Básica de Saúde Mingu
Entorno Vila da Serra	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS Jose de Almeida
Vale do Sereno	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS Jose de Almeida
Jardim da Torre	Sem estabelecimento de saúde. Atendido pela UBS Jose de Almeida
Vila da Serra	Sala de Vacina do Hospital Vila da Serra
	Hospital Mater Dei Nova Lima
	Biocor Hospital
	Hospital Vila da Serra

Fonte: Prefeitura Municipal de Nova Lima 2025.

Como visto, nem todos os bairros contam com estabelecimentos de saúde. No entanto, cabe destacar que as unidades de saúde podem ter mais de um bairro em sua área de abrangência, de modo que nem sempre a não existência em um designado bairro significa que sua população não tenha acesso a serviços de saúde.

Em função disso, foi incluído nesse diagnóstico a apresentação das unidades de saúde básica que possuem parcelas da AEL, como se pode ver no **Quadro 6.3-67**. Em função de suas extensões, percebe-se que os bairros do Centro, Cascalho e Alvorada tem parcelas de seus territórios em áreas de atuação de diferentes unidades.

Por outro lado, percebe-se que em termos de quantidade de bairros da AEL atendidos ganha destaque a UBS Retiro (**Figura 6.3-70**) que atende um total de cinco bairros são eles: Retiro, Olaria, Centro (parte), Cascalho (parte) e Boa vista. Em segundo tem-se a UBS de Cascalho (**Figura 6.3-71**) que atende Cascalho (parte), Centro (parte), Matadouro e Bonfim.

Quadro 6.3-67 – Bairros por Unidade Básica de Saúde

Bairros	Unidade Básica de Saúde
Alvorada	UBS CAIC I
	UBS Cristais
Boa Vista	UBS Retiro
Bonfim	UBS Cascalho
Cascalho	UBS Cascalho
	UBS Retiro
Centro	UBS Cascalho
	UBS Retiro
	UBS Rosario
Matadouro	UBS Cascalho
Olaria	UBS Retiro
Retiro	UBS Retiro
Rosário	UBS Rosario
Vila Marise	UBS Cruzeiro
Vila Padre Valeriano	UBS CAIC I
Vila Passos	UBS Cristais
Mingu	UBS Vera Wanderley Dias
Vale do Sereno	UBS Jose de Almeida
Jardim da Torre	UBS Jose de Almeida
Entorno Vila da Serra	UBS Jose de Almeida
Vila da Serra	UBS Jose de Almeida

Fonte: Departamento de Geoprocessamento – Prefeitura Municipal de Nova Lima 2025.



Figura 6.3-70 - UBS Retiro AEL

Fonte: Concremat – Levantamento de campo, 2025.



Figura 6.3-71 - UBS Cascalho AEL

Fonte: Concremat – Levantamento de campo, 2025.

Como se pode notar no **Quadro 6.3-68**, a UBS Cascalho tem a maior equipe de profissionais (46 ao todo), mas a UBS José de Almeida apresenta uma maior variedade. Por outro, tem-se a menor equipe na UBS Vera Wanderley Dias (19 profissionais) e menor variedade na IBS Rosário. Ganha destaque nesse panorama que o tipo de profissional de maior ocorrência corresponde ao agente comunitário de saúde e amplitude de categorias profissionais envolvidas na Estratégia de Saúde da Família.

Quadro 6.3-68 – Profissionais Atuantes nas Unidades Básicas de Saúde – jul./2025.

Profissionais	UBS Cascalho	UBS Cristais	UBS José de Almeida	UBS Retiro	UBS Rosário	UBS Vera Wanderley	Total
Agente Comunitário de Saúde	12	14	6	12	8	3	55
Assistente Administrativo	4	2	4	2	3	2	17
Assistente Social	1		1				2
Auxiliar da Saúde da Família	1	1	1				3
Auxiliar em Saúde Bucal	4	2	2	6	2	1	17
Cirurgião Dentista	3	5	2	5	2	3	20
Enfermeiro	1	1					2
Enfermeiro da Saúde da Família	2		1	2		1	6
Farmacêutico			1				1
Fisioterapeuta Geral	1		1	1			3
Fonoaudiólogo Geral	1		2	1			4
Gerente de Serviços de Saúde	1		2			2	5
Médico Clínico	1	2	1	1			5
Médico da Saúde da Família	3		1	3		1	8
Médico Ginecologista e Obstetra	1	1	1	1	1	1	6
Médico Pediatra	1		1	1	2	1	6
Nutricionista	1		1	1			3
Profissional de Educação Física	1		1	1			3
Psicólogo Clínico	1	1	1	1		1	5
Técnico de Enfermagem	2	2			2		6
Técnico de Enfermagem Saúde de Família	3	12	5	5	6	2	33
Técnico em Farmácia			1				1
Técnico em Saúde Bucal		1	2			1	4
Terapeuta Ocupacional	1		1	1			3
Total	46	44	39	44	26	19	218

Fonte: CNES 2025.

Como se pode ver no **Quadro 6.3-69**, a USB de Cristais apresenta a maior quantidade de serviços disponíveis, sendo a única unidade a apresentar atenção ao paciente com tuberculose, atenção ao pré-natal e parto (acompanhamento de parto de risco) e atenção domiciliar. Cabe destacar que a UBS José de Almeida é a única unidade que oferece o serviço de atenção à saúde do trabalhador.

Quadro 6.3-69 – Serviços Disponíveis nas Unidades Básicas de Saúde – jul./2025.

Serviços Disponíveis	UBS Cascalho	UBS Cristais	UBS José de Almeida	UBS Retiro	UBS Rosário	UBS Vera Wanderley	Total
Atenção a Saúde do Trabalhador – Assistencial	1	2	1	1			5
Atenção ao Paciente com Tuberculose	3		1	3		1	8
Atenção ao Pré-natal e Parto	1	1	1	1	1	1	6
Atenção Domiciliar	1		1	1	2	1	6
Atenção Primária - Atenção Multiprofissional	1		1	1			3
Atenção Primária - Estratégia de Saúde da Família	1		1	1			3
Atenção Primária - Saúde Bucal	1	1	1	1		1	5
Atenção Psicossocial	2	2			2		6
Dispensação de órteses e próteses (odontologia)	3	12	5	5	6	2	33
Exame Eletrocardiográfico			1				1
Imunização		1	2			1	4
Serviço de Controle de Tabagismo (abordagem e tratamento de fumante)	1		1	1			3
Total	46	44	39	44	26	19	218

Fonte: CNES 2025.

No **Quadro 6.3-70**, a USB de Cascalho apresenta a maior quantidade de consultórios disponíveis para serviços ambulatoriais, mas em termos de variedade apresenta a mesma quantidade de tipos de consultório que a UBS Cristais. Observa-se que no conjunto de unidades consideradas, o tipo de consultório de maior ocorrência é aquele que apresenta o caráter mais genérico, onde podem ser realizados atendimentos clínicos variados.

Quadro 6.3-70 – Estrutura Ambulatorial (consultórios) nas Unidades Básicas de Saúde – jul./2025.

Estrutura Ambulatorial (consultórios)	UBS Cascalho	UBS Cristais	UBS José de Almeida	UBS Retiro	UBS Rosário	UBS Vera Wanderley	Total
Clínicas Básicas	4				4		8
Clínicas Especializadas	2						2
Clínicas Indiferenciado		3	1	2		3	9
Odontologia	2	1		1	1	1	6
Outros Consultórios Não Médicos	2	1					3
Sala de Curativo	1	1	1	1	1	1	6
Sala de Enfermagem (Serviços)	1				1		2
Sala de Imunização	1	1		1			3
Sala de Nebulização		1			1		2
Sala de Pequena Cirurgia	1						1
Total	14	8	2	5	8	5	42

Fonte: CNES 2025.

6.3.2.3.2. Educação

Para a composição do panorama da escolaridade na AEL, foram considerados o total e percentual de pessoas de 15 anos ou mais alfabetizadas do Censo IBGE 2022 e a ocorrência de estabelecimentos de ensino nos bairros, através de dados primários e secundários.

De uma forma geral quase toda a população de 15 anos ou mais da AEL sabe ler e escrever, como se pode ver no

Quadro 6.3-71 e na **Figura 6.3-72**. Nos setores localizados bairros de Jardim da Torre e Olaria não foram apontados os totais de pessoas que não eram alfabetizadas, de modo que esse valor foi considerado como zero para o cálculo dos percentuais. Já nos setores em Vale do Sereno e Entorno da Vila da Serra não foram identificadas pessoas de 15 anos ou mais que não sabiam ler.

Os bairros com melhores percentuais de alfabetização (moradores de 15 anos ou mais que sabem ler e escrever) em 2022 são Olaria (88,11%), Centro (86,99%), Retiro (85,77%) e Vila Lacerda (85,23%). Esses percentuais superam a média geral da AEL (81,16%), indicando contextos em que o acesso à educação e a escolarização da população adulta é mais consolidado. Olaria e Centro se destacam de forma mais expressiva, ultrapassando os 86%.

Quadro 6.3-71 – Pessoas com 15 anos ou mais na AEL por nível de alfabetização - 2022

Bairros	Morador de 15 anos ou mais que sabe ler e escrever	Morador de 15 anos ou mais que não sabe ler e escrever
Boa Vista	689	8
Bonfim	325	7
Bonfim/Matadouro	371	13
Cascalho	1451	18
Centro	3021	51
Entorno Galo	311	5
Galo	637	21
Jardim da Torre	69	0
Matadouro	759	12
Mina d'Água de Baixo	197	4
Olaria	326	0
Parque Santo Antônio	626	23
Retiro	639	5
Vale do Sereno	1666	0
Vila da Serra	7678	4
Vila Lacerda	427	4
Vila Padre Valeriano	568	21
Vila Passos	686	12
Vila São Luiz	653	21

Total Geral	21099	229

Fonte: IBGE Censo 2022

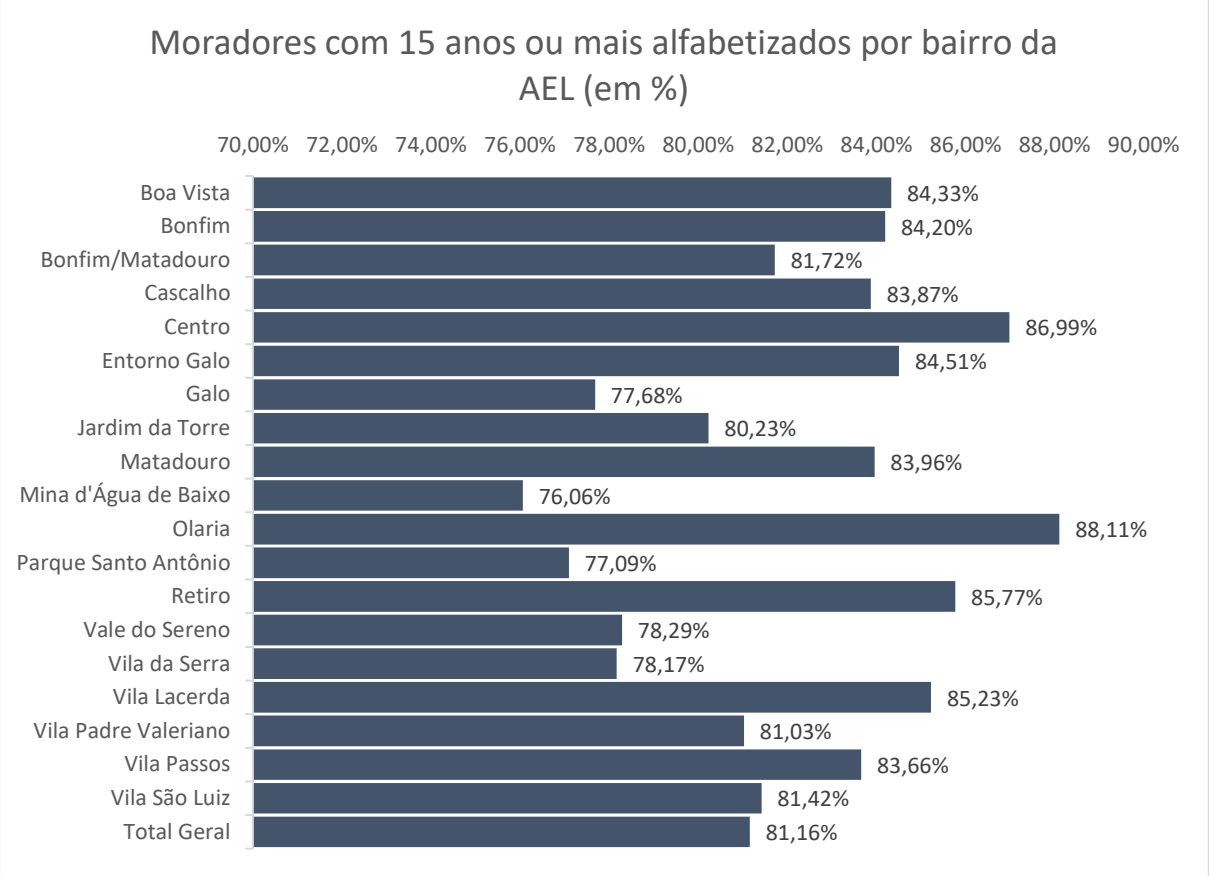


Figura 6.3-72 – Pessoas da AEL com Mais de 15 por Alfabetização (em percentual do total de habitantes por bairro).

Fonte: IBGE. Censo 2022.

Em termos de estrutura para educação foram encontradas, a partir de dados geográficos da Prefeitura Municipal (NOVA LIMA, 2025), as seguintes escolas nos bairros que comportam os setores da AEL ou no seu entorno:

- Escola Estadual Deniz Vale

A unidade está localizada no bairro de Bonfim e apresenta os níveis: fundamental, médio e educação de jovens adultos. Segundo o catálogo de escolas do Ministério da Educação (INEP, 2025) a escola estadual oferta mais de 1.000 matrículas (**Figura 6.3-73**).



Figura 6.3-73 -Escola Estadual Deniz Vale
Fonte: Concremat – Levantamento de campo, 2025.

- Centro de Formação /Profissional Afonso Greco - SENAI

  A unidade do SENAI está localizada no bairro Centro e tem, como outras unidades de serviços localizadas nesse bairro, como área de atuação todo o município. Segundo catálogo de escolas (INEP, 2025), tem-se um volume de vagas entre 501 e 1.000, em cursos de ensino profissional. A unidade apresenta os seguintes cursos (ESCOL.AS, 2025): Controle e processos industriais; Automação Industrial; Eletromecânica; Eletrotécnica; Mecânica; Informática para Internet; Programação de Jogos Digitais; Edificações; Design Gráfico; Biotecnologia; e Segurança do Trabalho.

- Creche Menino Jesus

  A unidade é administrada pelo poder público municipal e apresentam o nível de educação infantil, oferecendo entre 51 e 200 vagas. Assim como a unidade do SENAI está localizada no Centro de Nova Lima (MG).

- Colégio Santa Maria Minas – Unidade Nova Lima.

  Nos dados da prefeitura constava no centro da cidade a escola Liceu Santa Maria Imaculada. Essa unidade não foi encontrada, contudo no mesmo endereço tem-se o Colégio Santa Maria Minas – Unidade Nova Lima (**Figura 6.3-74**). Nesse sentido entende-se que apesar a diferente designação trata-se do mesmo estabelecimento.

A partir de levantamentos adicionais foi possível resgatar o histórico da unidade. Segundo o site da PUC Minas (PUC MINAS, 2025), o colégio foi fundado em 1935 e no ano seguinte abriu turmas de curso normal e comércio, sendo instituído como Liceu Imaculada Conceição. A unidade de ensino privado foi adquirida pela Sociedade Mineira de Cultural e administrado pela PUC Minas. A partir de 2006, a unidade recebeu a denominação de Liceu Santa Maria Imaculada (como aparece nos dados da prefeitura) e em 2018 adotou a designação atual.

Segundo INEP (2025), a unidade apresenta entre 501 e 1000 vagas, oferecendo educação infantil, ensino fundamental e médio.



Figura 6.3-74 - Colégio Santa Maria Minas – Unidade Nova Lima.
Fonte: Concremat – Levantamento de campo, 2025.

- Centro Educacional Catavento

Apesar de figurar entre os estabelecimentos de ensino do centro, segundo os dados da prefeitura, nas consultas ao catálogo de escolas (INEP, 2025), notou-se que a unidade não está em atividade.

- Centro Educacional São Tomás de Aquino

A unidade está localizada no bairro de Olaria e oferece entre 501 e 1.000 vagas nos níveis de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio. Cabe destacar que o estabelecimento é privado.

- Instituto Santa Terezinha

  Embora esteja nos dados do poder público municipal a unidade é indicada como paralisada no catálogo de escolas (INEP, 2025).

- Centro de Aprendizagem do Trabalhador Doutro Antônio Fonseca Júnior – SESI

  A unidade é indicada como localizada no bairro do Retiro está paralisada, segundo o catálogo de escolas (INEP, 2025).

- Instituto Educacional Santa Rita de Cássia

  Segundo o catálogo de escolas (INEP, 2025), a unidade, localizada no bairro do Retiro é de administração privada e oferece entre 201 e 500 vagas na educação infantil e no ensino fundamental.

- Escola Técnica de Formação Gerencial - SEBRAE

  A unidade também está localizada no bairro do Retiro, é privada e oferece entre 201 e 500 vagas do ensino fundamental.

- Escola Estadual George Chalmers

  Segundo informações do catálogo de escolas (INEP, 2025), a unidade, localizada no bairro do Retiro, está extinta.

- Escola Municipal Vera Wanderley Dias

  A unidade municipal está localizada no bairro Mingu e segundo informações do catálogo de escolas (INEP.2025) existem entre 201 e 500 vagas na educação infantil e no ensino fundamental.

- Escola Estadual João Felipe da Rocha

  Apesar de não estar localizada no interior dos bairros da AEL, essa unidade é uma referência para estudantes do bairro Alvorada, ofertando mais de 1.000 vagas no ensino fundamental, médio e educação de jovens e adultos (INEP, 2025).

6.3.2.3.3. Mobilidade e Tráfego

No tocante as questões relativas a tráfego e mobilidade na AEL, deu-se prioridade as informações prestadas pelos entrevistados durante a pesquisa de campo (junho/julho de 2025) que apresentaram as informações tendo como referência os bairros, onde residem e atuam. A **Figura 6.3-77** apresenta a infraestrutura viária existente.

Apesar dos bairros do centro urbano apresentarem ruas estreitas, conforme apresentado no item **Caracterização do uso e ocupação do solo**, desse conjunto apontou as questões estruturais como questão para a mobilidade urbana. Esse entrevistado destacou que as condições das vias, particularmente no bairro de Boa Vista, não são ideais, são piores nas ruas menores do bairro, mas nas vias maiores também apresentam problemas na cobertura com asfalto. Soma-se a essa dificuldade o relevo local, o que prejudica o acesso de pessoas idosas à unidade de saúde.

Em outros bairros do centro urbano, foi avaliado como ruim o serviço de transporte urbano (linhas de ônibus), indicando que a circulação é restrita, sendo necessária realização de descolamento relativamente extensos para se ter acesso ao serviço. Além disso distribuição de linhas por regiões não é adequada, com a escassez de oferta em alguns locais. Novamente se colocou que a população idosa é a mais atingida pelas deficiências do serviço.

Apesar disso, em alguns locais o serviço de transporte urbano foi avaliado como adequado. Contudo também foram feitas críticas em relação a escassez de sinalização de trânsito.

Na região dos bairros da divisa com BH, que, como visto, experimentaram grande crescimento com os projetos imobiliários nas últimas décadas, os problemas em relação a mobilidade correspondem, basicamente, a quatro pontos:

- A ocorrência de engarrafamentos nas vias principais em alguns horários;
- A falta de transporte coletivo com horários adequados as demandas das pessoas que trabalham na região (ver **Figura 6.3-75** e **Figura 6.3-76**);
- A ausência de uma passarela na MG-030 que possibilite a travessia segura de pedestres; e
- Intenso fluxo de caminhões das construtoras.

Para resolver essas questões estão em andamento, segundo fonte local, três projetos de mobilidade urbana para atender o Vale do Sereno. Dois projetos preveem alterações no desenho viário e um prevê a construção de uma passarela de pedestres sobre a MG-030 (em desenvolvimento). Além disso, foi mencionada a previsão de realização de estudos de tráfego com o objetivo de identificar outras melhorias para a região.



Figura 6.3-75 – Pessoas no Pontos de Ônibus Bairro Vila da Serra.
Fonte: Concremat Levantamentos de Campo 2025.



Figura 6.3-76 – Serviços de Ônibus Bairro Vila da Serra.
Fonte: Concremat Levantamentos de Campo 2025.

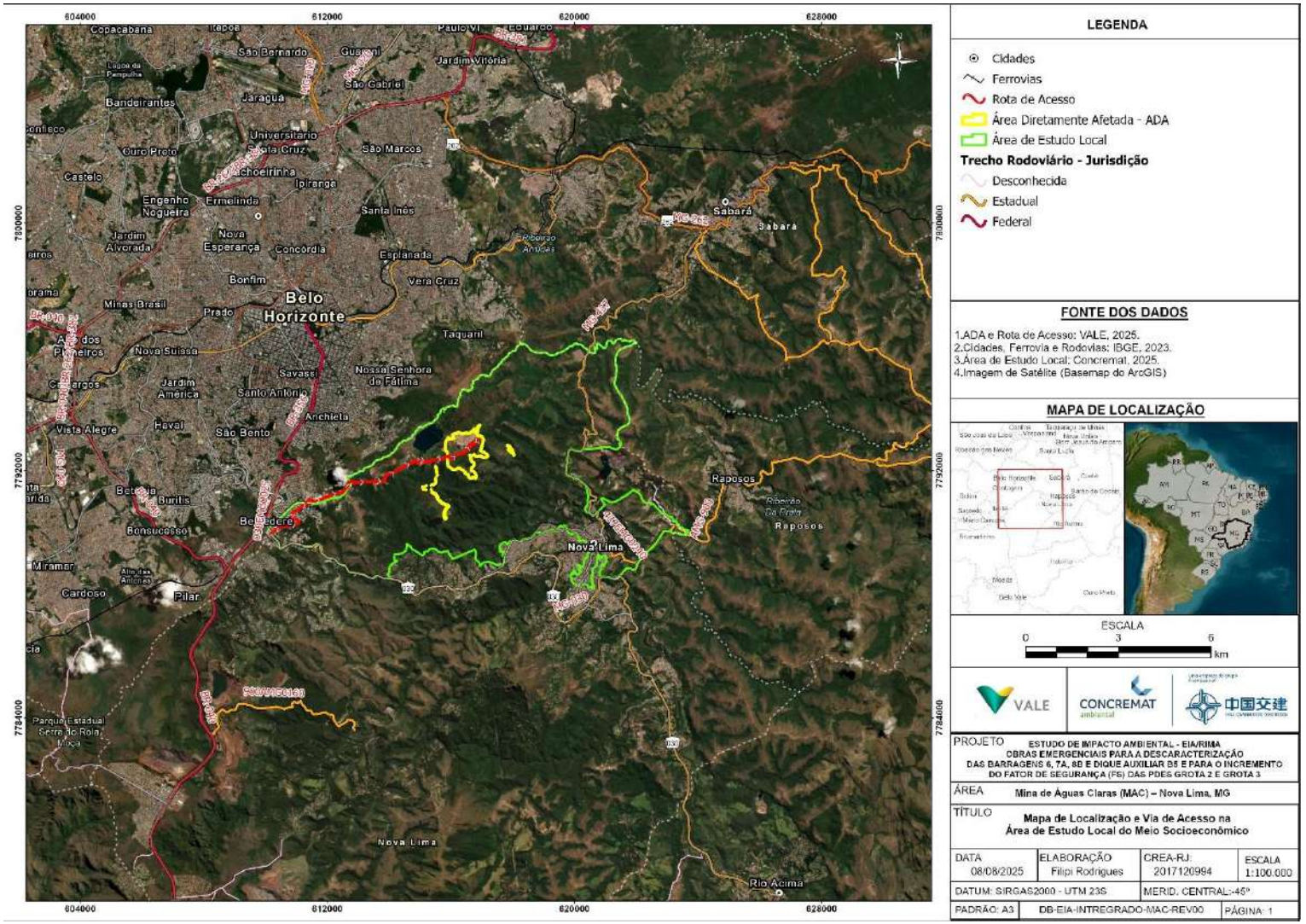


Figura 6.3-77 – Sistema viário e infraestrutura na AEL

6.3.2.3.4. Segurança Pública

Durante a pesquisa de campo (junho/julho de 2025), na AEL só houve menção a problemas no campo da segurança pública no bairro de Vale do Sereno. Segundo fontes locais, já ocorreram tentativas de assalto a condomínios e roubos de veículo no bairro. Com vistas a essas condições a associação local mantém um serviço privado de segurança e monitoramento do bairro.

6.3.2.3.5. Energia

Nas entrevistas realizadas não foram encontradas observações especificas acerca do serviço de fornecimento de energia elétrica. Entende-se como observado no **Quadro 6.3-40**, desde 2010 quase a totalidade dos domicílios do município já contavam com energia elétrica fornecida pela CEMIG.

No entanto, segundo relato, o uso preponderante de fiação aérea para transporte de energia traz certo risco. No bairro de Boa Vista é comum que durante tempestades galhos de árvores caiam sobre a rede elétrica resultado na interrupção do fornecimento, conforme informações de campo (junho/julho de 2025).

6.3.2.3.6. Comunicação

Durante as entrevistas foi feita a seguinte pergunta: “Que formas de comunicação você considera mais adequadas para manter a população informada sobras obras de descaracterização na MAC?”. Apesar das respostas dos entrevistados guardarem suas variações, partiam de um mesmo princípio em comum que é a necessidade do uso de diversos veículos para contatar um público também diverso.

Além de apresentar formas que podem ser utilizadas na formulação de programas ambientais ou mesmo na definição de estratégias de comunicação para reuniões e audiências públicas, as indicações revelam quais os veículos de comunicação mais frequentes e efetivos em meio à população da AEL. Os veículos mencionados nas entrevistas foram:

- Folhetos;
- Redes Sociais (*Twitter, Instagram, Facebook e TikTok*);
- Aplicativos de Mensagem, com destaque para *Whatsapp*);
- Jornais, sendo destacado o Jornal Banqueta, de distribuição local;
- Mensagens por celular;

- Associações de moradores;
- Grupos religiosos;
- Reuniões presenciais, principalmente para assuntos mais detalhados.

6.3.2.3.7. Saneamento Básico

Os dados relativos à abrangência e forma de abastecimento de água para os domicílios dos setores da AEL foram obtidos a partir dos resultados do Censo IBGE 2022, apresentados no **Quadro 6.3-72** e na **Figura 6.3-78.** Nota-se, em primeiro lugar, que a rede geral de abastecimento de água atinge quase todos os domicílios. No total existem 9.341 domicílios atendidos pela rede. Cabe destacar que 209 não apresentam ligação com a rede, desses 111 domicílios em Vila da Serra atendidos e 98 em Vale do Sereno utilizam poço profundo ou artesiano.

Quadro 6.3-72 – Formas de Abastecimento de Água por Bairro e Domicílio da AEL 2022.

Bairros	Utiliza rede geral de distribuição	Utiliza poço profundo ou artesiano	Utiliza outra forma de abastecimento de agua ou não declarado
Boa Vista	290	0	0
Bonfim	139	0	0
Bonfim/Matadouro	167	0	0
Cascalho	649	0	0
Centro	1251	0	0
Entorno Galo	123	0	0
Galo	192	0	84
Jardim da Torre	28	0	0
Matadouro	343	0	0
Mina d'Água de Baixo	82	0	0
Olaria	131	0	0
Parque Santo Antônio	262	0	0
Retiro	281	0	0
Vale do Sereno	753	98	0
Vila da Serra	3648	111	0
Vila Lacerda	196	0	0
Vila Padre Valeriano	248	0	0
Vila Passos	306	0	0
Vila São Luiz	252	0	0
Total Geral	9.341	209	84

Fonte: IBGE Censo 2022

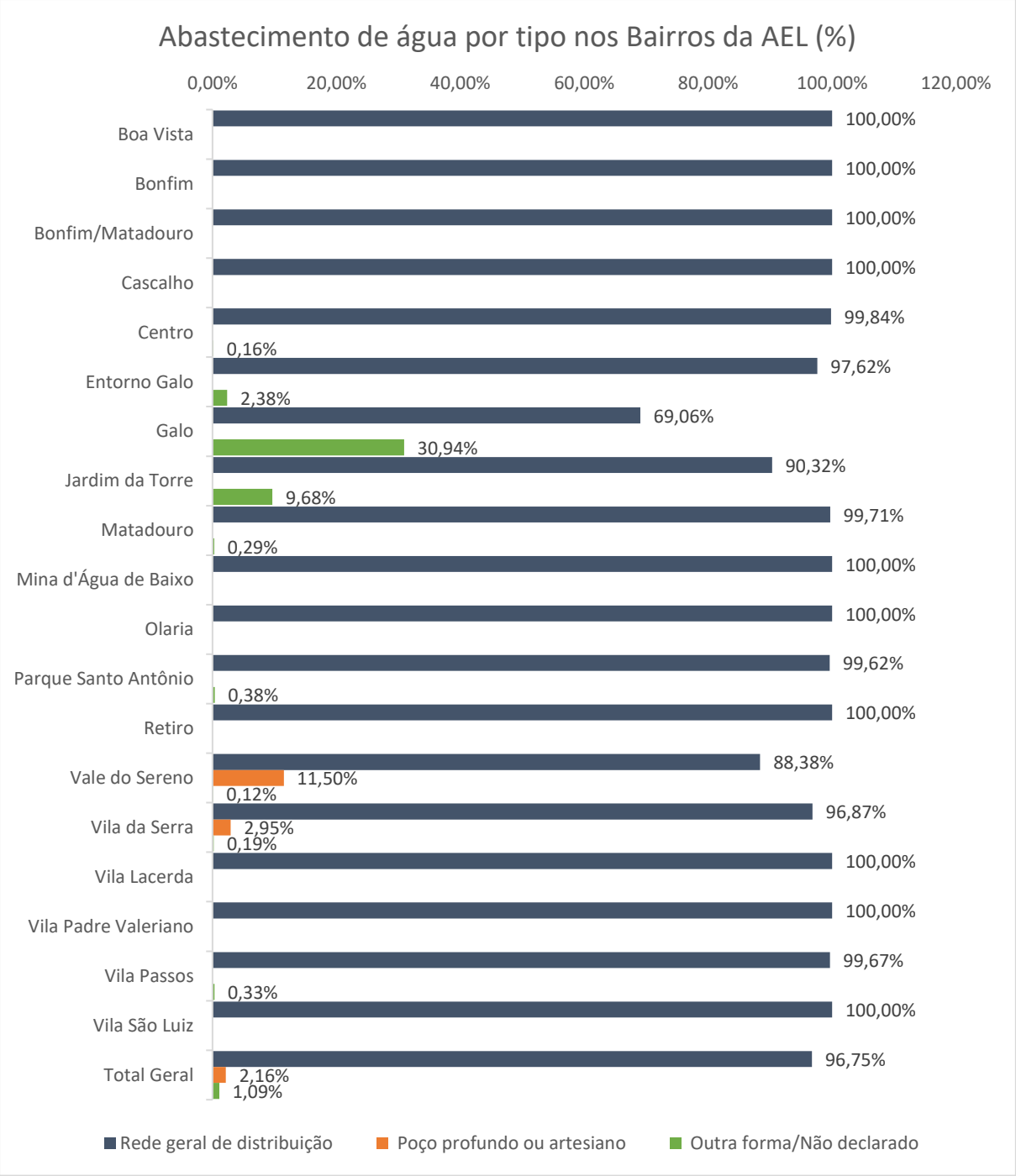


Figura 6.3-78 – Formas de Abastecimento de Água por Bairro e Domicílio da AEL (em percentual do total de domicílios por Bairro da AEL).

Fonte: IBGE. Censo 2022

Segundo os dados do IBGE (2022), apresentados no **Quadro 6.3-73** e na **Figura 6.3-79**, quase a totalidade dos domicílios dos setores da AEL envia os efluentes para a rede geral de esgoto ou para a rede pluvial. Contudo, chama a atenção para aqueles localizados no bairro de Jardim da Torre, onde diferente dos demais não tem a maior parcela dos domicílios ligados a rede. Em 35,48% dos domicílios o uso é de fossa séptica ou fossa filtro. Esse tipo de esgotamento também se fez presente com percentuais pouco significativos nos setores da AEL nos bairros de Alvorada e Vila da Serra.

Já nos setores no bairro de Boa Vista foi identificado um número significativo de domicílios que destinam seus efluentes para valas (6,90%) e corpos hídricos (2,76%). No contato com representante da associação de moradores, foi revelada que umas das demandas do bairro é justamente a ampliação da coleta de esgoto para que não sejam lançados na vala ou em corpos hídricos. Os moradores sugerem a título de alternativa a implantação de um sistema ecológico nas suas casas.

Quadro 6.3-73 – Tipo de Esgotamento Por Domicílio e Bairro da AEL 2022.

Bairros	Rede geral ou pluvial	Fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede	Fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede	Fossa rudimentar ou buraco	Vala	Rio, lago, córrego ou mar	Outra forma/não declarado
Boa Vista	260	0	0	0	20	8	2
Bonfim	139	0	0	0	0	0	0
Bonfim/Matadouro	165	0	0	0	0	0	2
Cascalho	647	0	0	0	0	0	2
Centro	1250	0	0	0	0	0	3
Entorno Galo	110	0	0	4	0	10	2
Galo	136	3	19	72	3	40	5
Jardim da Torre	14	0	11	5	0	0	1
Matadouro	340	0	0	0	0	4	0
Mina d'Água de Baixo	82	0	0	0	0	0	0
Olaria	130	0	0	0	0	0	1
Parque Santo Antônio	262	0	0	0	0	0	1
Retiro	280	0	0	0	0	0	1
Vale do Sereno	849	0	0	0	0	0	3
Vila da Serra	3722	3	31	0	0	0	10
Vila Lacerda	196	0	0	0	0	0	0
Vila Padre Valeriano	247	0	0	0	0	0	1
Vila Passos	306	0	0	0	0	0	1
Vila São Luiz	252	0	0	0	0	0	0
Total Geral	9387	6	61	81	23	62	35

Fonte: IBGE Censo 2022

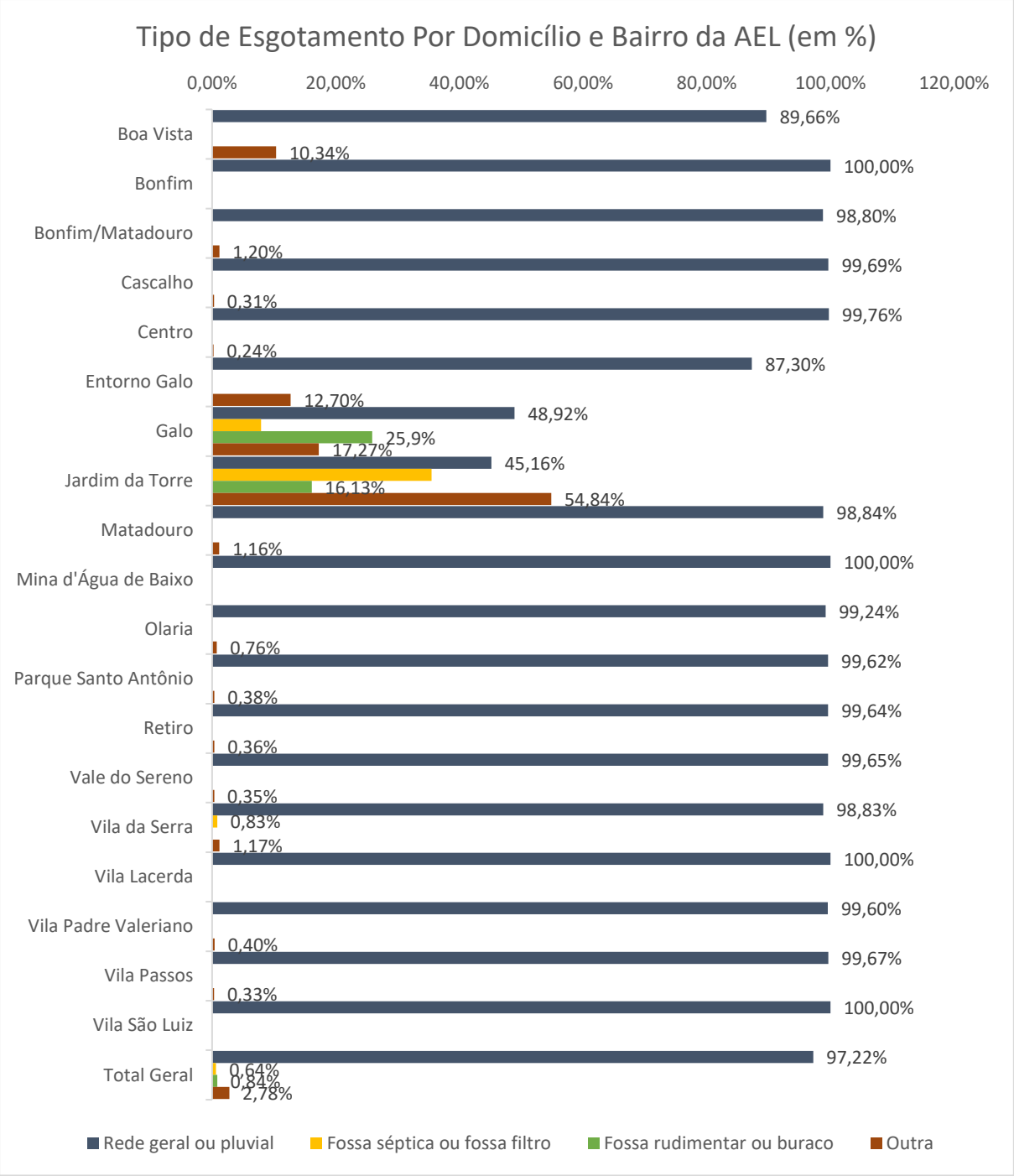


Figura 6.3-79 – Tipo de Esgotamento Por Domicílio e Bairro da AEL 2022 (em percentual) dos domicílios por bairro.

Fonte: IBGE. Censo 2022

Com base nos dados do IBGE apresentados no **Quadro 6.3-74** e na **Figura 6.3-80,** observa-se que todos os resíduos sólidos dos domicílios nos setores da AEL são coletados por serviço de limpeza, seja diretamente (coleta no domicilio) ou indiretamente (em Caçambas).

Observa-se que na maioria dos bairros, que comportam setores da AEL, a coleta domiciliar atende a totalidades dos domicílios ocupados. Os setores com maior proporção do uso de caçambas são aqueles localizados no Galo (14,75%), Centro (6,70%) no Cascalho (3,0%). Apenas no bairro do Galo foi registrado a queima de resíduos (10,79%).

Quadro 6.3-74 – Destinação dos Resíduos Sólidos Por Domicílio e Bairro da AEL 2022.

Bairros	Lixo coletado no domicílio por serviço de limpeza	Lixo depositado em caçamba de serviço de limpeza	Lixo queimado na propriedade	Outro destino
Boa Vista	290	0	0	0
Bonfim	139	0	0	0
Bonfim/Matadouro	167	0	0	0
Cascalho	629	20	0	0
Centro	1167	84	0	0
Entorno Galo	125	0	0	0
Galo	197	41	30	10
Jardim da Torre	29	0	0	0
Matadouro	344	0	0	0
Mina d'Água de Baixo	82	0	0	0
Olaria	131	0	0	0
Parque Santo Antônio	260	0	0	0
Retiro	280	0	0	0
Vale do Sereno	848	0	0	0
Vila da Serra	3686	77	0	0
Vila Lacerda	196	0	0	0
Vila Padre Valeriano	248	0	0	0
Vila Passos	307	0	0	0
Vila São Luiz	252	0	0	0
Total Geral	9377	222	30	10

Fonte: IBGE Censo 2022

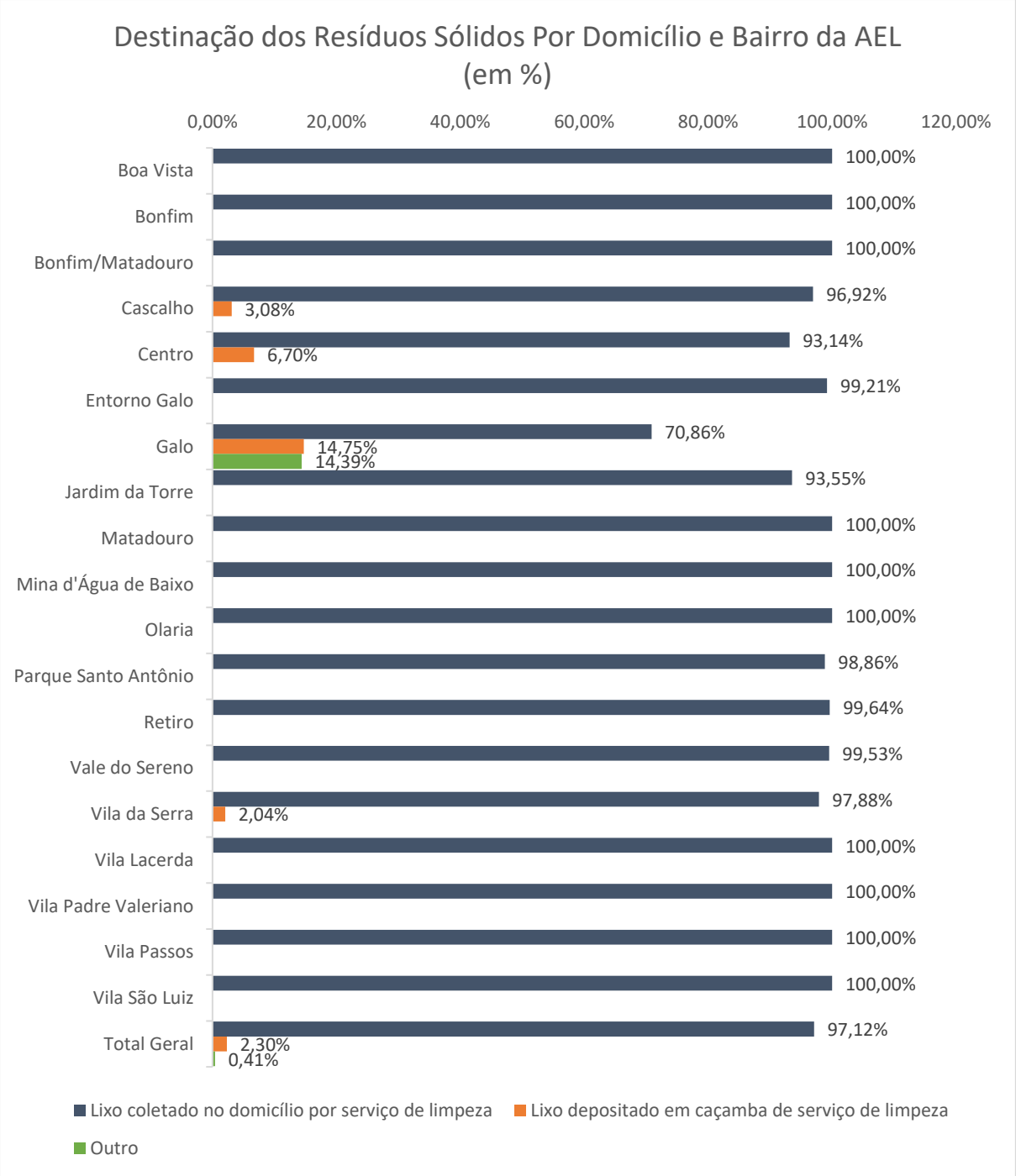


Figura 6.3-80 – Destinação dos Resíduos Sólidos Por Domicílio e Bairro da AEL (em percentual do total de domicílios por bairro).

Fonte: IBGE. Censo 2022

6.3.2.4. Aspectos Econômicos e Produtivos

Para a percepção do panorama da renda na AEL, foram utilizadas informações relativas ao rendimento mensal médio dos responsáveis por domicílio disponibilizado pelo Censo Demográfico de 2022 do IBGE. Esses dados são relativos aos setores censitários da AEL e apresentados pelos bairros onde se inserem.

Avaliando os dados (**Quadro 6.3-75**), nota-se que os responsáveis por domicílio nos setores da AEL nos bairros de Vale do Sereno e Vila da Serra apresentam rendimento médio similares entre si, mas em volume bem superior aos demais, o que revela o alto poder aquisitivo dessa área de Nova Lima. Em um patamar bem mais baixo tem-se o rendimento médio dos responsáveis pelos domicílios dos setores no Parque Santo Antônio e Vila São Luiz.

Para um dimensionamento desses valores no contexto nacional foi incluída sua expressão em salários-mínimos (utilizando o valor de referência de R$ 1.212,00, determinado em janeiro de 2022). Os maiores rendimentos médios mensais estão em Vila da Serra (R$ 18.959,79) e Vale do Sereno (R$ 17.652,34), muito acima da média da AEL. Em seguida aparecem Jardim da Torre (R$ 5.016,14), Centro (R$ 3.491,06), Olaria (R$ 3.408,87) e Bonfim (R$ 3.044,55), evidenciando expressiva desigualdade de renda entre os responsáveis pelos domicílios nos diferentes bairros da AEL.

Quadro 6.3-75 – Rendimento Médio dos responsáveis por domicílio, segundo bairro da AEL em reais e em salários-mínimos 2022.

Bairros	Pessoas responsáveis em domicílios particulares permanentes ocupados	Rendimento Médio Mensal (em reais)	Rendimento Médio Mensal (em salários-mínimos)
Boa Vista	290	R$ 2.685,42	2,22
Bonfim	139	R$ 3.044,55	2,51
Bonfim/Matadouro	167	R$ 2.294,78	1,89
Cascalho	649	R$ 2.851,44	2,35
Centro	1252	R$ 3.491,06	2,88
Entorno Galo	125	R$ 2.393,93	1,98
Galo	278	R$ 2.302,78	1,90
Jardim da Torre	31	R$ 5.016,14	4,14
Matadouro	344	R$ 2.628,62	2,17
Mina d'Água de Baixo	82	R$ 2.186,55	1,80
Olaria	131	R$ 3.408,87	2,81
Parque Santo Antônio	262	R$ 1.622,02	1,34
Retiro	281	R$ 2.906,10	2,40
Vale do Sereno	852	R$ 17.652,34	14,56
Vila da Serra	3766	R$ 18.959,79	15,64

Bairros	Pessoas responsáveis em domicílios particulares permanentes ocupados	Rendimento Médio Mensal (em reais)	Rendimento Médio Mensal (em salários-mínimos)
Vila Lacerda	196	R$ 2.619,07	2,16
Vila Padre Valeriano	248	R$ 2.221,26	1,83
Vila Passos	307	R$ 2.292,73	1,89
Vila São Luiz	252	R$ 2.122,28	1,75
Total Geral	9652	R$ 9.643,96	7,96

Fonte: IBGE Censo 2022. Salário Mínimo de 2022: R$ 1212,00.

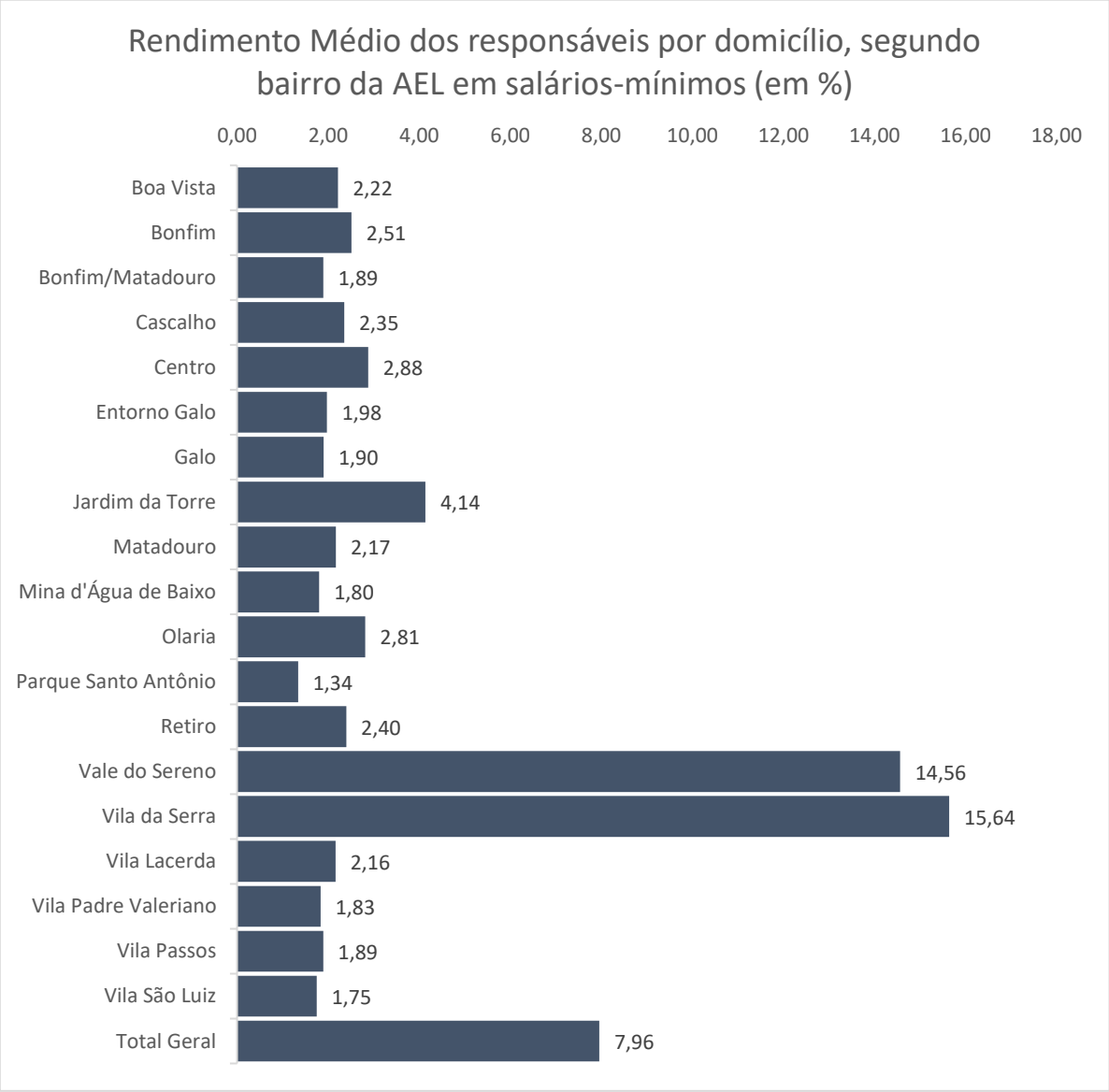


Figura 6.3-81 – Rendimento Médio por Bairro da AEL 2022 (em Salários Mínimos).

Fonte: IBGE. Censo 2022

Ao discutir aspectos econômicos dos bairros com entrevistados no centro urbano da AEL (junho/julho de 2025) é comum ser acionada a categoria “mineração” com maior ênfase em componente histórico. Apesar da atividade estar presente nos bairros, por um setor que emprega parcelas consideráveis de mão de obra local, sua importância na formação dos bairros e de Nova Lima aparece de forma mais evidente. Entende-se que apesar da sua relevância atual, a atividade cedeu espaço, em termo de ocupação de mão de obra para atividades como comércio, serviços de saúde e educação. Mesmo no auge da mineração como fonte de empregos, foram estabelecidas outras profissões e atividades nos bairros.

Conforme a equipe foi informada, o bairro de Boa Vista é considerado “bairro de operários da mineração desde o seu surgimento”. É conhecido também como o ‘Bairro das viúvas’ e tem uma população tradicional de quitandeiras, costureiras etc.”. Entende-se que no passado do bairro a principal fonte de moeda dos grupos domésticos era o emprego do homem nas atividades minerárias, sendo, portanto, sua atividade por excelência em termo da divisão sexual do trabalho. Nesse contexto, as atividades femininas consistiam em serviços que poderiam ser voltados para o grupo doméstico, como costura, culinária e limpeza. No entanto, quando esses serviços se voltavam para público externo ao grupo doméstico poderia ser uma fonte adicional de renda e, nos casos de falecimento do trabalhador da mineração, essa fonte se tornava a única.

Atualmente, conforme contam os entrevistados, a mineração ainda comporta grandes parcelas da população como mão de obra, mas a diversificação de atividades, com a inserção do comércio e outras, tem-se ampliação do quantitativo de mulheres adquirindo renda fora do espaço da casa.

Além das outras atividades econômicas, ganha importância no acesso a moeda, a ocorrência de pessoas aposentadas. Em um primeiro momento esse recurso provê ou auxilia o grupo doméstico, mas possibilita e mantém outras atividades internas da comunidade, ao fornecer um mercado consumidor.

Já nos Bairros da divisa de Belo Horizonte tem-se outra configuração. Nesse conjunto os residentes são empresários, com destaque para a área de construção civil. Em termos econômicos também apresenta grande relevância nesse conjunto a atividades de comércio e serviços, mas a mão de obra utilizada é predominantemente de fora dos bairros.

Essa dinâmica de concentração de capital e gestão local, que acompanhada de dependência significativa de mão de obra oriunda de outras regiões, está bem documentada em estudos sobre mobilidade na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Conforme aponta o

CEDEPLAR/UFMG, entre 2000 e 2010 houve aumento dos deslocamentos pendulares de trabalhadores que residem em municípios periféricos, como Nova Lima, para áreas centrais, reforçando a ideia de polos de trabalho atrativos que não necessariamente geram enraizamento social nos bairros limítrofes (UFMG/CEDEPLAR, 2015)

A análise de Diniz e Alvim (2021) confirma essa tendência: tornou-se prática comum que trabalhadores residam em áreas como Nova Lima e se desloquem diariamente para centros empresariais e construções localizadas em Belo Horizonte, evidenciando uma economia com gestão local, porém apoio operacional externo, o que reduz os impactos da atividade econômica sobre a comunidade residente (DINIZ; ALVIM, 2021). Contudo, essa dinâmica também produz processos de gentrificação, pressiona o mercado imobiliário, modifica a configuração socioespacial dos bairros e gera efeitos sobre o fluxo viário e a mobilidade urbana entre os dois municípios.

6.3.2.5. Bens de Interesse Histórico, Natural e Cultural

Neste tópico, foram identificados os elementos apontados pelos entrevistados durante a campanha de campo realizada em junho e julho de 2025 como bens de interesse histórico, natural e cultural.

A partir das respostas, foi possível observar que os entrevistados associam o conceito de "patrimônio cultural" a três categorias principais:

- Históricos: em geral, edificações relacionadas aos primórdios da atividade mineradora no município;
- Naturais/Ecológicos: áreas utilizadas para lazer em meio à natureza e projetos ambientais promovidos por empresas atuantes na região;
- Culturais: eventos e manifestações promovidos por organizações culturais locais.

Abaixo, seguem os elementos da Área de Estudo Local (AEL) mais mencionados durante o levantamento, apresentados na **Figura 6.3-82.**

Bens naturais:

- Trilha Ecológica Vale do Sereno;
- Áreas Verdes no Vale do Sereno;
- Trilha ecológicas - Banqueta do Bananal;

- Bica em Nascente (Bomba);
- Parque Ecológico Rego dos Carrapatos;
- Centro de Proteção e Educação Ambiental da Mata do Jambeiro (CPEA);
- Monumento natural da da Serra do Souza;
- Banqueta do Bananal;
- Trilha ecológica - Travessia do Boa Vista - Parque das Mangabeiras;
- Cachoeira da Boa Vista .

Bens de valor histórico e cultural:

- Aniversários coletivos dos moradores de Boa Vista;
- Antiga área industrial da Mineração Morro Velho;
- Artesanato;
- Associação Pai Benedito;
- Campeonatos de Futebol;
- Casas “Bonseras”;
- Cruzeiro da Boa Vista;
- Centro de Memória Morro Velho;
- Escola de Samba “Cai-Cai”;
- Escola de Samba União do Morro;
- Esporte Clube Morro Velho;
- Evento “Comida de senzala”;
- Feira mensal de artesanato e gastronomia Boa Vista;
- Feito em casa (feiras semanais exposição de produtos produzidos localmente) - Boa Vista;

- Festa das crianças da Boa Vista;
- Festa de São Jose da Paróquia de São Jose Esposo de Maria;
- Festividades da Paróquia Santa Efigênia;
- Fogueirão da Boa Vista;
- Grupo de Quadrilha “Pé Roxo;
- Novena e Festa de Santa Terezinha;
- O Espaço Shaft;
- Os eventos da Igreja Bom Jesus do Vale;
- Papai Noel da Boa Vista;
- Poliesportivo da Prefeitura (aulas, esportes e ensaios de quadrilha).

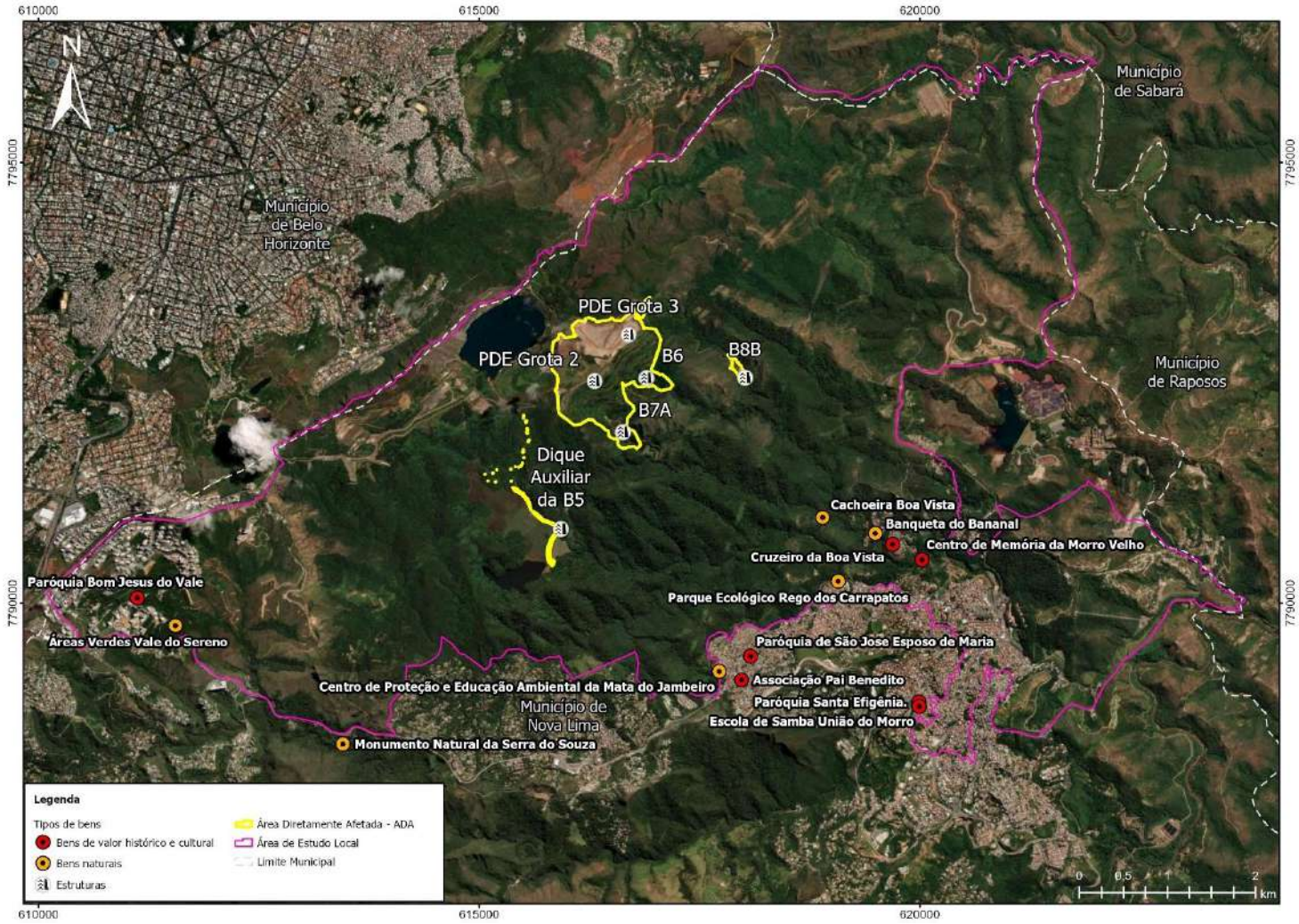


Figura 6.3-82 - Bens de interesse histórico e cultual AEL.

Fonte: Concremat, 2025.

Sobre os bens naturais identificados, como trilhas ecológicas, áreas verdes, nascentes e unidades de conservação, cumprem funções essenciais relacionadas à preservação da biodiversidade, regulação climática, proteção dos recursos hídricos e oferta de espaços para lazer, educação ambiental e atividades físicas na AEL. Tais áreas também representam importantes zonas de transição entre o tecido urbano consolidado e os remanescentes de vegetação nativa, funcionando como corredores ecológicos e áreas de refúgio da fauna local.

Já os bens de valor histórico e cultural evidenciam a vitalidade das práticas sociais, religiosas, esportivas e festivas da população local da AEL. As festas populares, os grupos tradicionais, os eventos comunitários, o artesanato e os espaços de convivência configuram um conjunto expressivo de manifestações culturais que fortalecem o senso de pertencimento e a memória coletiva.

A **Figura 6.3-83** a seguir apresenta o patrimônio cultural identificado na AEL. A representação contempla bens materiais, reconhecidos pelos órgãos de patrimônio e registros oficiais, oferecendo uma visão integrada dos elementos culturais relevantes para o território.

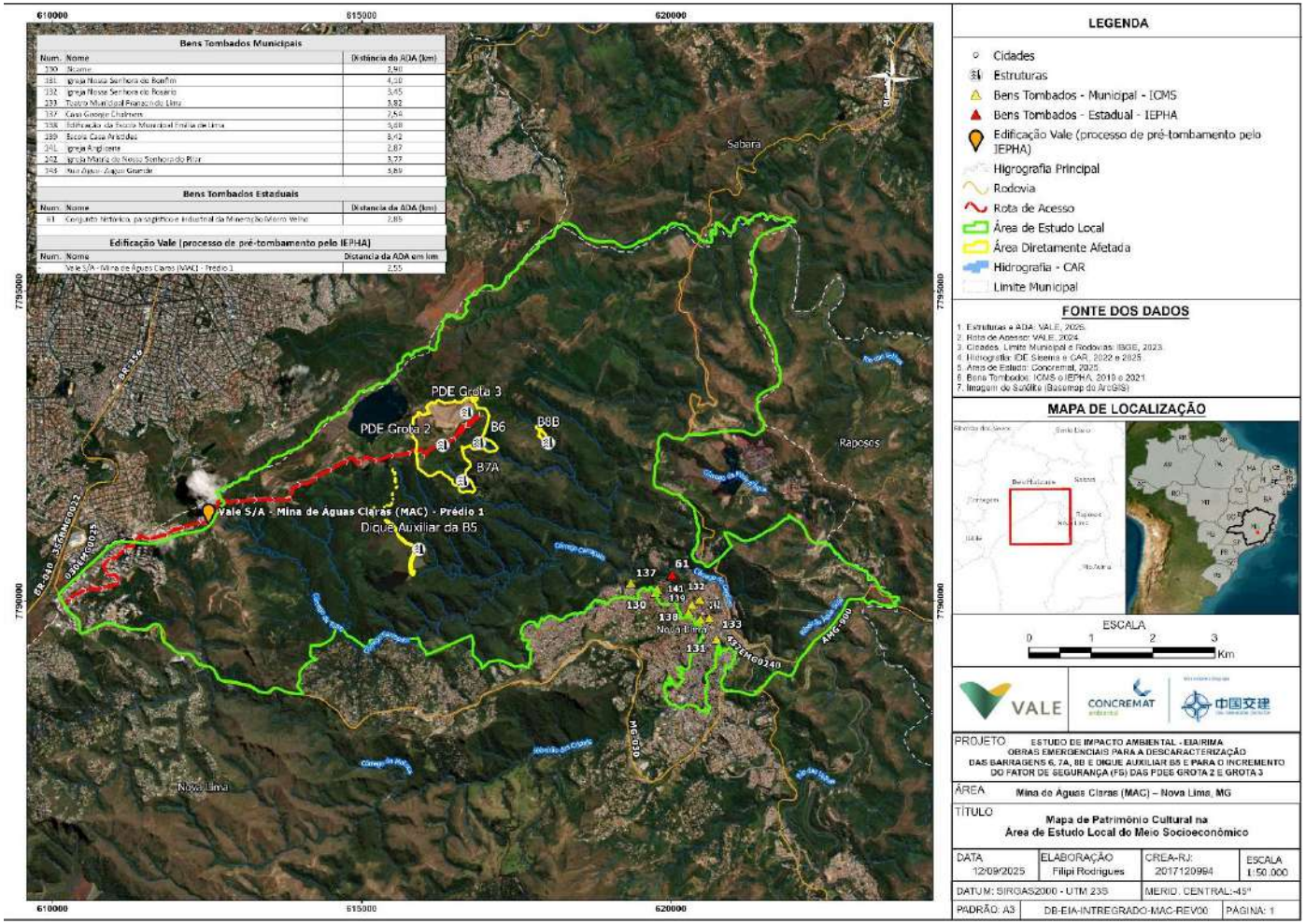


Figura 6.3-83 – Mapa de Patrimônio Cultural na AEL

6.3.2.6. Percepções locais

De uma forma geral, os entrevistados tiveram experiências pretéritas com a descaracterização de barragens e não projetam a ocorrência de impactos que resultem em intensas transformações no seu cotidiano. Apesar de algumas preocupações acerca dos impactos sobre meio biótico e de transtornos decorrentes do tráfego de veículos envolvidos, a maior parte dos entrevistados apresentou maior interesse na questão dos usos futuros.

Para uma compreensão mais clara dessa perspectiva, deve-se considerar um contexto sócio-histórico que perpassa os setores e bairros do município. Em primeiro lugar convém destacar que a preocupação reduzida em relação aos efeitos do projeto (em tela), não quer dizer falta de apreensão e expectativas em relação às atividades. Na verdade, dado o histórico, tem-se uma perspectiva processual da mineração, em que a descaracterização e obras localizadas na MAC fazem parte de um conjunto maior. Nos encontros e conversas com os residentes durante a pesquisa de campo (junho/julho de 2025), tinha-se a MAC e o projeto como primeiro assunto, mas logo vertia-se para uma perspectiva mais ampla relacionada com outros projetos, outras empresas e outros períodos no tempo.

Notadamente nos bairros de Mingu e Boa Vista fica claro na fala das pessoas a importância atribuída a mineração como elemento formador dos bairros, onde estruturas e edificações realizadas por empresas no passado são apropriadas como referência histórica para os habitantes atualmente. Em termos mais precisos, no Bairro Mingu enxerga-se como possibilidade o uso do Shaft da Ashanti Gold (edificação do século XIX) como centro cultural local de visitação.

De forma similar, em Boa Vista enxerga-se o prédio do antigo hospital da empresa com possibilidades similares. A reconfiguração dessas edificações para outro uso se relaciona com diferentes dimensões da leitura da relação entre as empresas de mineração e as populações. Inicialmente entende-se desde a formação desses e outros bairros, a mineração aparece como atividade econômica que fornece uma parcela importante da base material do modo de vida dos habitantes. Nos relatos foi possível perceber que além promover a ocupação do município pelos antepassados, a mineração era um elemento importante dos projetos domésticos. Não raro os pais trabalhavam em empresas de mineração e projetavam que no futuro os filhos atuariam no mesmo setor de atividade. Poucos são os entrevistados que não atuaram, em algum período, como funcionários de empresas de mineração.

Atualmente lê-se que a atividade de mineração está em processo de redução, sendo a própria informação das obras e intervenções na MAC uma confirmação dessa leitura. Na oficina com

os gestores locais, foi revelada a leitura de que a atividade econômica do município era a mineração, mas agora havia passado para empreendimentos imobiliários e no futuro iria para a área de serviços. Nota-se que essa perspectiva é muito comum, junto aos atores consultados de Nova Lima, sob essa leitura projeta-se que transformação das edificações e estruturas antigas, e atualmente desmobilizadas, poderiam servir para o desenvolvimento de atividades de turismo e substituir parcialmente o espaço da mineração no sustento das populações e nos projetos domésticos.

Apesar da difusão da percepção da redução da mineração, não se atribuiu ocorrência de aumento no desemprego a realização das obras emergenciais, descaracterização e incremento do fator de segurança. Isso se deve a duas considerações dos entrevistados. Em uma medida, é notório que as atividades na MAC já foram encerradas, de modo que não se estima a ocorrência de redução dos postos de trabalho que existem atualmente. Por outro lado, segundo a leitura local em outras ações relacionadas com o encerramento de atividade minerária, os funcionários não foram demitidos, mas relocados para outras funções em outras unidades.

As estruturas da MAC já são conhecidas e apropriadas pelos entrevistados e interpretadas. Muitos dos entrevistados já haviam realizado visitas à unidade e a interpretam como elemento do passado da população de Nova Lima e como potencial para desenvolvimento de atividades para provimento no futuro. Sob essa lente, a principal preocupação não corresponde as ações para as obras na MAC, mas, como indicado, o seu uso futuro. Apesar de se identificar a mineração como elemento fundamental do processo de formação do município e dos bairros da AEL, entende-se que após gerações de atividade de mineração, as empresas deveriam buscar formas de retornar essas parcelas dos territórios às comunidades.

Sob essa visão, é possível operar uma divisão entre os entrevistados em dois grupos de percepções diferentes, onde essas percepções não se distribuem de forma rígida segundo a distribuição geográfica da AEL (divisa com BG e centro urbano). Um primeiro grupo considera que o ideal seria o desenvolvimento de um tripé de usos para a áreas das estruturas descaracterizadas e já submetidas a outras intervenções, composto por espaços voltados à preservação ambiental, áreas para a realização de atividades de lazer pelos habitantes e áreas para a realização de atividade de turismo (sendo que alguns frisaram a exploração da atividade no modelo de turismo de base comunitária). Nessa leitura o desenvolvimento dessas atividades representaria a apropriação das áreas por comunidades que historicamente tem convivido com a atividade de mineração.

Já o segundo grupo, considera a realização das atividades propostas, mas também a cessão de parcelas das áreas para a implementação de empreendimentos imobiliários. Esse ponto especificamente provoca um tensionamento entre esses grupos, que pode tender ao conflito em um cenário futuro.

De forma geral, embora os impactos efetivos do projeto não tivessem sido alvo de preocupação, em especial, na discussão sobre as medidas foram elencados alguns elementos e cuidados a serem tomados no desenvolvimento do projeto, entre os quais pode-se destacar:

- Comunicação – Apesar de não apresentarem receios, reconhecem que a ocorrência de boatos e rumores sobre as obras podem implicar em geração de expectativas e trazer reflexos negativos para os habitantes. Nesse sentido, diversos entrevistados recomendaram que a empresa, que já mantem relações na AEL, investisse em divulgação de informações sobre o projeto e os impactos previstos. É possível destacar a menção de boatos relacionando as ações na MAC com empreendimentos imobiliários;

- Apoio da empresa – Em alguns locais, os entrevistados manifestaram o interesse de que a empresa realize ações de apoio a iniciativas nos bairros, principalmente aquelas que se relacionem com elementos históricos, culturais e ambientais, interpretados como possibilidade de vocação econômica para esses bairros, reduzindo sua dependência da mineração;

- Programas Ambientais – No passado a participação da população nos programas ambientais foi considerada como positiva. A noção de participação aqui é bem ampla e pode ser desde a visitação em centros de educação ambiental ou museus, passando por cursos e palestras ou atuação em projetos;

- Planos para circulação – Na região da Divisa com BH, apesar de não se enxergar alterações significativa nas obras, foi sugerido que no planejamento das obras, a empresa considere operar com a redução da circulação de caminhões nos horários em que o tráfego é intenso.

De maneira geral, as percepções colhidas ao longo da pesquisa evidenciam uma relação histórica e complexa entre a mineração, as comunidades e o território de Nova Lima. A descaracterização e reforço das estruturas e incremento do fator de segurança, embora não sejam vistas como fonte de grandes impactos imediatos na vida cotidiana, desperta reflexões mais amplas sobre o papel da mineração no passado, presente e futuro do município. A expectativa da população se concentra na destinação futura das áreas e estruturas

minerárias, vista como oportunidade de reconversão para atividades de turismo, lazer e preservação, ou ainda para empreendimentos imobiliários. Além disso, a continuidade do diálogo entre empresa, poder público e moradores, bem como a implementação de medidas de comunicação transparente e programas socioambientais efetivos, são caminhos fundamentais para alinhar expectativas e construir alternativas sustentáveis durante o processo de licenciamento ambiental do projeto.

6.4. ANÁLISE INTEGRADA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A análise integrada do diagnóstico ambiental tem como objetivo compreender as inter-relações entre os componentes dos meios físico, biótico e socioeconômico nas áreas de estudo, considerando os efeitos cumulativos e sinérgicos que podem decorrer das obras de reforço da barragem 6, descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da Barragem B5, bem como para o incremento do fator de segurança das Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3.

A abordagem adotada neste capítulo parte do princípio de que os elementos ambientais não se manifestam de forma isolada, sendo fundamental considerar suas conexões espaciais e funcionais. Assim, busca-se compreender como as características geológicas, geotécnicas, hídricas e edáficas da área interferem na distribuição e conservação dos ecossistemas naturais, e como esses fatores, por sua vez, se articulam com as dinâmicas sociais, o uso do solo e os processos antrópicos observados na região.

A área de estudo deste EIA abrange uma porção relevante do território de Nova Lima/MG, inserido na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Assim, este item fornece a base técnica e conceitual para o prognóstico ambiental e para o direcionamento das medidas de mitigação, compensação e controle ambiental, em conformidade com a legislação aplicável à Mata Atlântica.

6.4.1. Inter-relações entre os Meios

A área de influência das intervenções previstas na Mina de Águas Claras (MAC) revela um ambiente natural e antrópico altamente integrado, em que aspectos geológicos, hídricos, ecológicos e sociais se sobrepõem de forma crítica. As estruturas minerárias remanescentes, como as barragens B6, B7A e B8B, Dique auxiliar da B5, e as pilhas Grota 2 e Grota 3, e áreas adjacentes da cava da mina, estão inseridas em um território de relevância ecológica e sociocultural, o que exige uma leitura ambiental pautada pela interdependência dos meios físico, biótico e socioeconômico.

A geodinâmica local é marcada por um relevo fortemente dissecado, com encostas de alta declividade, cristas elevadas e grotas profundas, todas atravessadas por fraturas geológicas e zonas de cisalhamento que condicionam a estabilidade do terreno comumente reconhecidos no Quadrilátero Ferrífero. Em diversos trechos, o diagnóstico geotécnico indicou riscos expressivos de instabilidade em taludes naturais e artificiais, como nas encostas da base da Pilha Grota 3 e nos segmentos marginais às barragens. Esses riscos não se restringem ao aspecto técnico-estrutural: sua materialização pode comprometer áreas com vegetação nativa

remanescente, canais de drenagem, nascentes e, em alguns casos, setores frequentados ou habitados por populações do entorno.

A inter-relação entre risco geotécnico e meio biótico é particularmente evidente em locais onde taludes instáveis sustentam fragmentos florestais em estágio médio ou avançado de regeneração, como observado em algumas encostas. A eventual ruptura ou movimentação de massa desses taludes, além de implicar perda de solo e assoreamento de drenagens, pode acarretar a supressão involuntária de espécies vegetais nativas, algumas ameaçadas de extinção, e a destruição de micro-habitats utilizados pela fauna para abrigo, alimentação e reprodução. A instabilidade pode ainda alterar a dinâmica hídrica local, desviando ou eliminando nascentes intermitentes, que são ponto de acesso à água para aves, mamíferos e anfíbios registrados no diagnóstico.

A flora, nesse contexto, funciona não apenas como um componente biótico, mas como elemento estabilizador físico do terreno. A presença de vegetação com raízes profundas em encostas contribui para o aumento da coesão dos solos e para o amortecimento das águas pluviais, reduzindo o potencial de escorregamentos superficiais. Intervenções que envolvem corte de vegetação em áreas com predisposição à instabilidade devem, portanto, ser analisadas com duplo enfoque: ecológico e geotécnico.

Essa interdependência física-biótica adquire uma nova camada de complexidade quando observada sob o viés socioeconômico. A percepção de risco por parte da população local, alimentada por eventos históricos envolvendo barragens na região, influencia diretamente a aceitação social das obras e pode gerar tensões em torno de medidas como cortes de vegetação e movimentações de solo.

A paisagem florestal da região, fragmentada, mas ainda funcional, exerce papel-chave na relação entre fauna e sociedade. Trilhas e caminhos não pavimentados, utilizados pelas comunidades, muitas vezes podem coincidir com rotas de deslocamento de espécies faunísticas, como o *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Subulo gouazoubira* (veado-catingueiro) e diferentes espécies de felinos e primatas. A presença humana nessas áreas, quando bem manejada, não compromete a fauna e pode até favorecer sua proteção. Contudo, a sobreposição de frentes de obra com esses caminhos representa risco tanto à segurança das comunidades quanto à integridade dos ecossistemas locais.

Além disso, as áreas de vegetação mais conservada e próximas a corpos hídricos, frequentemente associadas a fundos de vale e grotas, têm valor simbólico e funcional para a população local. Elas funcionam como elementos paisagísticos, zonas de amortecimento climático e, em alguns casos, locais de práticas culturais. A supressão vegetal nestes

contextos representa não apenas perda de biodiversidade e funções ecossistêmicas, mas também a descaracterização de espaços socialmente apropriados. Isso reforça a necessidade de que as decisões técnicas e de engenharia considerem as camadas simbólicas e práticas que a população atribui à paisagem.

O componente hídrico, por sua vez, também está fortemente vinculado às percepções sociais. As nascentes e cursos d'água que transpassam a área de estudo, são referenciados pela população como marcadores de território e fontes de qualidade ambiental. Intervenções que resultem em alteração da qualidade ou do regime hidrológico desses cursos têm o potencial de gerar conflitos, mesmo quando tecnicamente justificadas. A proximidade entre canais naturais e canais artificializados demanda soluções que integrem engenharia hidráulica, revegetação e medidas de proteção ambiental participativas.

A fragmentação da vegetação nativa no entorno da Mina de Águas Claras decorre tanto das atividades minerárias históricas quanto da presença de infraestrutura viária, áreas operacionais e antigas frentes de lavra. Essa configuração cria um mosaico descontínuo de habitats, limitando a movimentação da fauna entre os remanescentes de floresta estacional.

As vias internas da mina e os pátios compactados atuam como barreiras ecológicas parciais, principalmente para espécies arborícolas e de pequeno porte, dificultando o acesso a áreas com maior disponibilidade de alimento ou refúgio. A ausência de conectividade direta entre os fragmentos mais conservados reduz a viabilidade genética e a resiliência ecológica de populações faunísticas locais.

As campanhas de monitoramento registraram a ocorrência de espécies sensíveis à fragmentação, como *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) e *Puma concolor* (onça-parda), cuja dispersão depende de grandes áreas contínuas ou da presença de corredores ecológicos funcionais. As aves frugívoras e os mamíferos de médio porte, em especial, são diretamente afetados pela perda de conectividade entre os fragmentos.

Algumas espécies registradas apresentam comportamento sinantrópico oportunista, adaptando-se parcialmente a ambientes antropizados, mas essa flexibilidade não é suficiente para garantir a conservação da biodiversidade funcional.

Apesar da fragmentação, ainda existem faixas de vegetação ripária e encostas florestadas que funcionam como corredores ecológicos naturais, conectando remanescentes da floresta em estágio médio e avançado. Tais áreas devem ser priorizadas em ações de conservação e recuperação, pois atuam como rotas de deslocamento e refúgio para a fauna, além de fornecerem suporte à regeneração da vegetação nativa.

Dessa forma, a análise integrada evidencia que as fragilidades ambientais e sociais do território não estão compartimentalizadas, mas entrelaçadas. A instabilidade geotécnica das estruturas pode significar o colapso de um fragmento de floresta em regeneração, a supressão de uma espécie endêmica, o impacto em uma nascente e a perda de um espaço de lazer comunitário. Do mesmo modo, um projeto de reforço estrutural mal planejado pode bloquear corredores faunísticos, alterar a drenagem e gerar insatisfação social. Os efeitos, portanto, são simultâneos e em cadeia.

Considerando esse cenário, o planejamento das obras deverá ser conduzido sob a lógica da multifuncionalidade da paisagem, priorizando áreas já antropizadas para instalação de canteiros e vias de acesso, reforçando as margens de fragmentos florestais conservados e monitorando as condições dos taludes com vegetação estabilizadora. Corredores ecológicos, zonas de recarga hídrica e áreas de uso comunitário devem ser tratadas como espaços sensíveis, em que medidas de mitigação, compensação e recuperação ambiental devem ser intensificadas, garantindo a compatibilização entre segurança, conservação e qualidade de vida.

6.4.2. Considerações Finais

A realidade ambiental atual evidência que, embora as obras previstas resultem em efeitos temporários sobre a cobertura vegetal, a fauna e a paisagem local, seu objetivo final é a mitigação de riscos geotécnicos históricos, a garantia da segurança das comunidades do entorno e a reabilitação funcional dos meios físico e biótico. Os impactos mais significativos concentram-se nas fases de execução das obras, sobretudo em razão da sensibilidade ambiental das áreas atingidas, das interações entre os diferentes componentes ambientais e do histórico de uso e ocupação do território. Ainda assim, tais impactos são compensados por benefícios ambientais e sociais duradouros, especialmente no que se refere ao controle de instabilidades geotécnicas e à melhoria das condições hidrológicas locais.

Nesse cenário, os impactos de maior relevância incluem a supressão de vegetação nativa em áreas ecologicamente sensíveis, alterações na dinâmica hídrica em regiões com nascentes e drenagens naturais, e intervenções em locais de valor sociocultural e paisagístico. Apesar de temporários, esses impactos exigem prioridade na gestão por seu potencial de comprometer a estabilidade ambiental e o vínculo das comunidades com o território. Já os impactos classificados como de relevância moderada, como a interrupção de rotas de fauna, a geração de ruídos e poeira e o risco de assoreamento, requerem medidas específicas de controle e acompanhamento, sendo, em sua maioria, mitigáveis com o adequado planejamento ambiental. Por fim, os impactos de baixa relevância, como a ocupação temporária de áreas

degradadas e a remoção de vegetação exótica ou em estágio inicial de regeneração, são pontuais, reversíveis e, inclusive, propiciam oportunidades para a recuperação ecológica e o uso múltiplo das áreas ao final das intervenções.

A avaliação técnica completa de cada um desses impactos, dentre outros, com suas respectivas medidas de controle, mitigação e compensação, será detalhada no próximo capítulo, dedicado à Avaliação de Impactos Ambientais.

7. ÁREAS DE INFLUÊNCIA

A partir da caracterização do empreendimento, do desenvolvimento dos diagnósticos ambientais para as Áreas de Estudo previamente delimitadas e da avaliação dos impactos ambientais identificados em termos de sua magnitude e abrangência espacial, foram delimitadas as Áreas de Influência associadas às obras Emergenciais para o Reforço da Barragem 6, Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o Incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3.

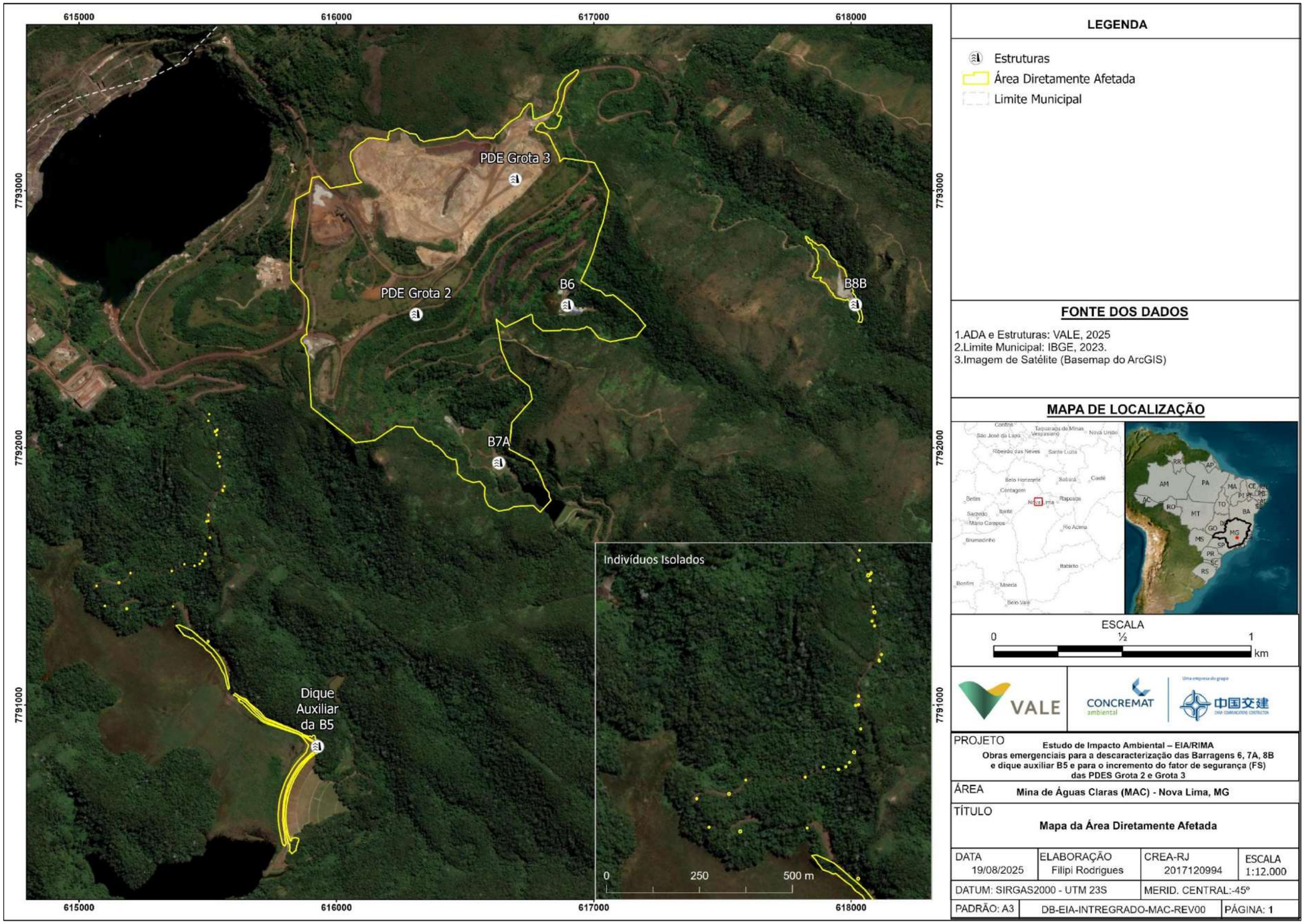
As Áreas de Influência constituem os limites geográficos da região onde poderão ser sentidos os efeitos gerados pela atividade. A delimitação dessas áreas é essencial para se estabelecer os limites do espaço geográfico a ser impactado direta ou indiretamente, considerando as interferências ambientais e o tipo de impacto gerado sobre componentes abióticos, bióticos e antrópicos, de forma a prevenir, mitigar, eliminar ou reduzir a níveis aceitáveis possíveis impactos ambientais adversos. De acordo com a Resolução CONAMA nº 01/1986, essa delimitação é considerada atividade necessária para uma avaliação adequada dos potenciais impactos ambientais da atividade.

A delimitação das áreas de influência teve como ponto de partida a Área Diretamente Afetada da atividade, parâmetros básicos de desenvolvimento da atividade, além das principais características ambientais da região, levantadas por meio de imagens de satélites e visitas à Área de Estudo. A seguir são descritas as Áreas de Influência para cada meio analisado e os seus critérios de delimitação.

- Área Diretamente Afetada (ADA): refere-se à área que poderá sofrer a ação direta da atividade, isto é, onde estão localizadas as estruturas objeto do estudo;
- Área de Influência Direta (AID): corresponde à área que poderá sofrer os impactos diretos da atividade, englobando a porção territorial existente no entorno imediato da ADA; e
- Área de Influência Indireta (AII): corresponde à área real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos da atividade, englobando a AID e ADA.

7.1. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA

A Área Diretamente Afetada pelas atividades corresponde a uma área de 129,80 hectares e compreende as áreas das Barragens 6, 7A, 8B, dique auxiliar da Barragem 5 e sua contenção provisória, áreas das PDEs Grota 2 e Grota 3 e os indivíduos arbóreos com risco de queda localizados na estrada de acesso ao dique auxiliar da Barragem 5 (**Mapa 7-1**).



Mapa 7-1 - Área Diretamente Afetada da atividade

7.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)

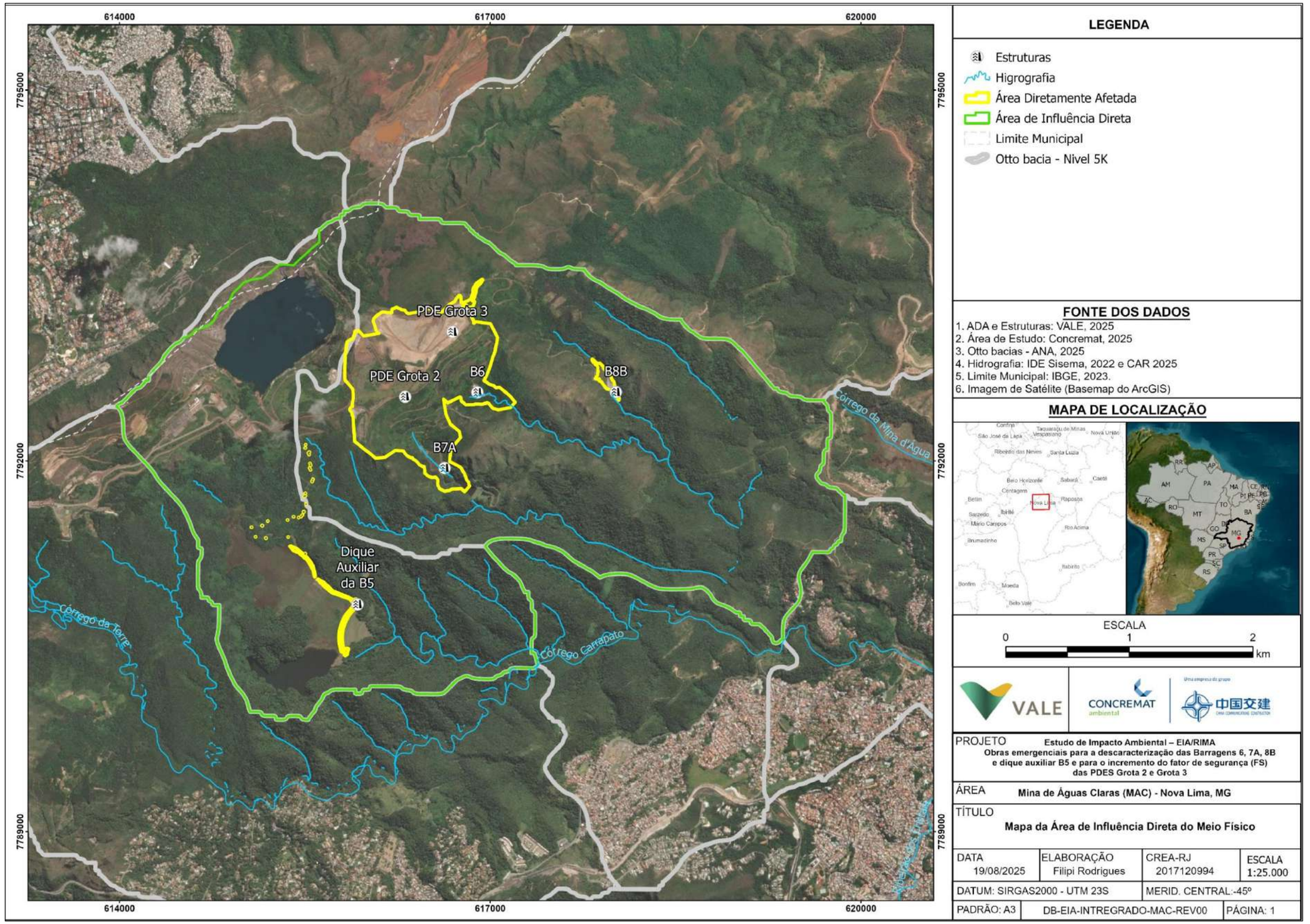
7.2.1. Meio Físico

A Área de Influência Direta (AID) do meio físico abrange uma área de 1.514,83 hectares (**Mapa 7-2**). Essa área foi delimitada considerando as ottobacias de nível 5 que drenam diretamente as estruturas de contenção envolvidas no projeto, bem como aquelas que interceptam a Área Diretamente Afetada (ADA).

A delimitação da AID considerou os principais arranjos topográficos e as linhas de interflúvio da região, respeitando os divisores naturais de drenagem e os condicionantes geomorfológicos locais. Esse critério permite uma avaliação mais precisa dos potenciais impactos da intervenção proposta sobre os compartimentos físicos do meio, como a geologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos e clima.

Além disso, a abordagem adotada está em consonância com a Resolução CONAMA nº 01/1986, que orienta a caracterização e delimitação das áreas de influência em estudos ambientais, visando identificar impactos ambientais significativos.

Dessa forma, a AID do meio físico compreende o território da AEL, onde há maior potencial de interferência direta decorrente das atividades previstas. Isto é fundamental para subsidiar a análise dos impactos ambientais e a proposição de medidas de controle, mitigação ou compensação adequadas.



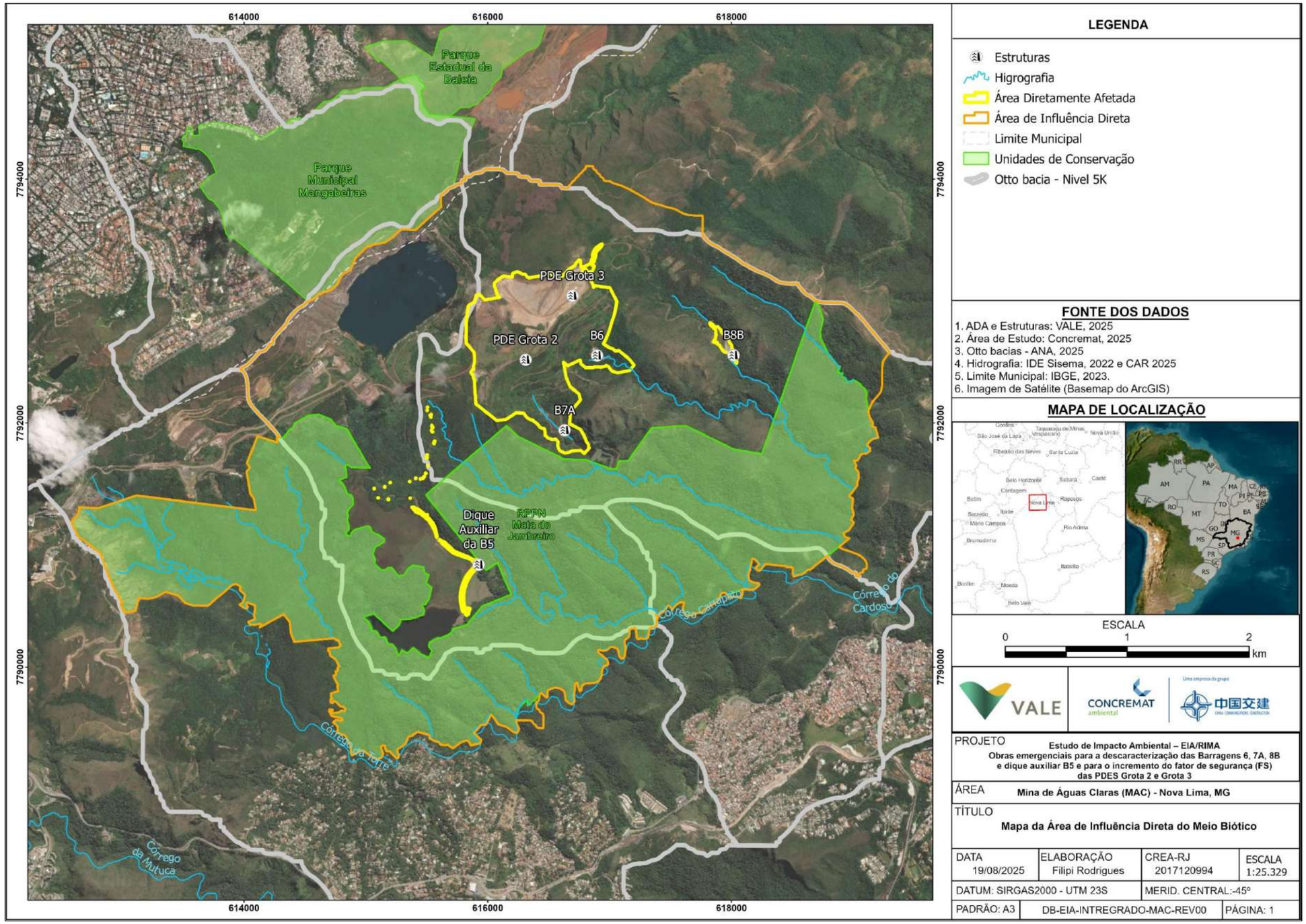
Mapa 7-2 - Área de Influência Direta do Meio Físico.

7.2.2. Meio Biótico

Para o Meio Biótico, a AID foi definida de forma a contemplar a abrangência espacial dos impactos locais identificados, considerando que esses impactos são mais restritos às proximidades do empreendimento e serão sentidos de forma mais concentrada no ambiente.

Desta forma, AID do Meio Biótico foi definida considerando o alcance das interferências com a fauna, fragmentação de hábitat, interferência em áreas legalmente protegidas e alteração na cobertura vegetal.

Nesse contexto, a área analisada no perímetro é referente à AEL e é suficiente para abarcar todos os impactos diretos identificados ao Meio Biótico, de forma que a abrangência da referida AID se dá nas ottobacias de nível mais detalhado interceptadas pelo buffer de 500 m ao redor da Área Diretamente Afetada (ADA) e na RPPN Mata do Jambeiro (**Mapa 7-3**).



Mapa 7-3 - Área de Influência Direta do Meio Biótico.

7.2.3. Meio Socioeconômico

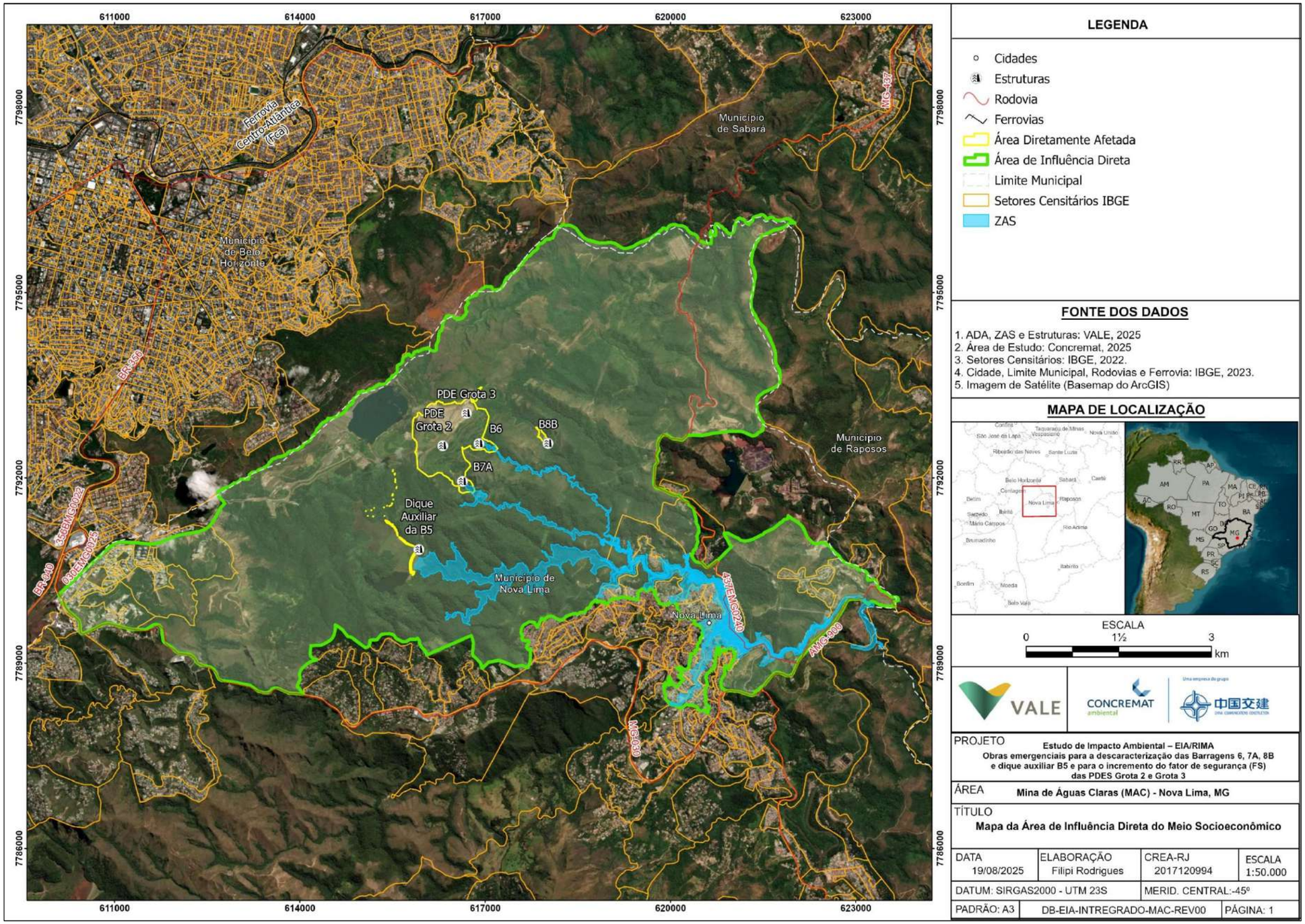
A delimitação da Área de Influência Direta (AID) partiu da análise integrada das características socioeconômicas e culturais da Área de Estudo Local, com foco na identificação de possíveis efeitos imediatos sobre os núcleos populacionais em função da localização das estruturas, das rotas de acesso e de elementos de relevância histórica e cultural. O processo considerou, de forma articulada, os impactos diretos sobre o cotidiano das comunidades e bairros mais próximos às atividades construtivas do projeto.

Foram priorizados os efeitos diretos e localizados das intervenções das obras, especialmente em relação às alterações nos modos de vida da população residente nas proximidades das estruturas. As análises abrangeram tanto os impactos durante a execução das obras, como o aumento do tráfego e da movimentação de trabalhadores, geração de expectativas, quanto os efeitos esperados após sua finalização, incluindo a reabilitação ambiental de áreas anteriormente ocupadas por estruturas e a possível sensação de maior segurança entre os moradores do entorno. Também foi considerada a desmobilização de mão de obra, com potenciais repercussões socioeconômicas.

A partir desse estudo, a AID foi delimitada em uma área que coincide com parte da Área de Estudo Local, abrangendo a área limítrofe entre os municípios de Nova Lima e Belo Horizonte, onde se localiza o principal acesso à mina (**Mapa 7-4**). Foram incluídos os setores censitários de 2022 do IBGE interceptados pela ADA, além daqueles que compreendem os bairros Vale do Sereno, Jardim da Torre e Vila da Serra, os quais foram identificados pelo levantamento de campo (junho de 2025) como potenciais impactos derivados do fluxo de transporte e geração de expectativa, principalmente.

A presença desses bairros na AID é justificada pela influência direta das obras de reforço da Barragem 6, de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e do Dique Auxiliar B5, bem como das intervenções previstas para elevar o Fator de Segurança (FS) das Pilhas de Disposição de Estéril Grota 2 e Grota 3 da MAC.

Dessa forma, a AID abrange não apenas as áreas diretamente afetadas pelas estruturas, mas também aquelas cujos habitantes experimentam alterações significativas em sua rotina e ambiente urbano, demandando medidas específicas de mitigação e acompanhamento social ao longo de todo o processo de execução das obras.



Mapa 7-4 - Área de Influência Direta do Meio Socioeconômico

7.3. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)

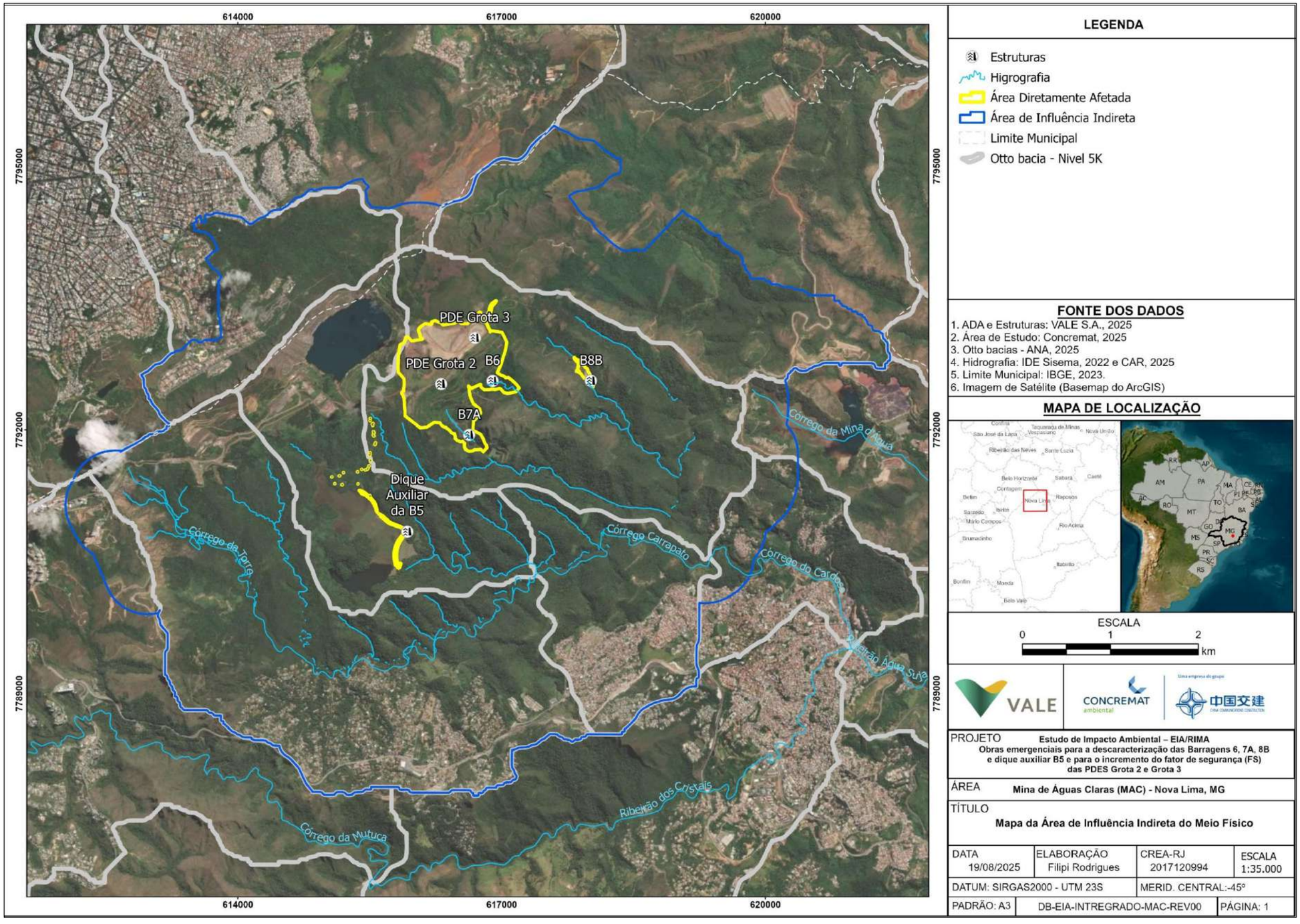
7.3.1. Meio Físico

A Área de Influência Indireta (AII) do meio físico corresponde a uma área total de 4.368,49 hectares (**Mapa 7-5**). Sua delimitação considerou os limites das ottobacias de nível 5 que drenam ou tangenciam diretamente a Área de Influência Direta (AID). O objetivo foi abranger a bacia hidrográfica como uma unidade de análise integrada e sistêmica.

Nos trechos em que os limites da AII coincidem com os da AID, adotou-se um buffer de 500 metros ao redor da AID. Isso garantiu que a confluência dos cursos d'água mais próximos fosse incluída, permitindo uma compreensão mais ampla dos processos hidrológicos e geomorfológicos que podem ser indiretamente influenciados pelas intervenções previstas.

Destaca-se que a área analisada no perímetro é referente à AER e é suficiente para abarcar todos os impactos indiretos identificados no Meio Físico. Para a definição da área de influência dos componentes do meio físico (como geologia, geomorfologia, solos, hidrologia e clima), além dos aspectos topográficos e das linhas de interflúvio, foram considerados os princípios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 01/1986. Essa normativa recomenda a utilização de bacias hidrográficas como referência para a delimitação das áreas potencialmente influenciadas, mesmo de forma indireta, por impactos ambientais oriundos de atividades antrópicas.

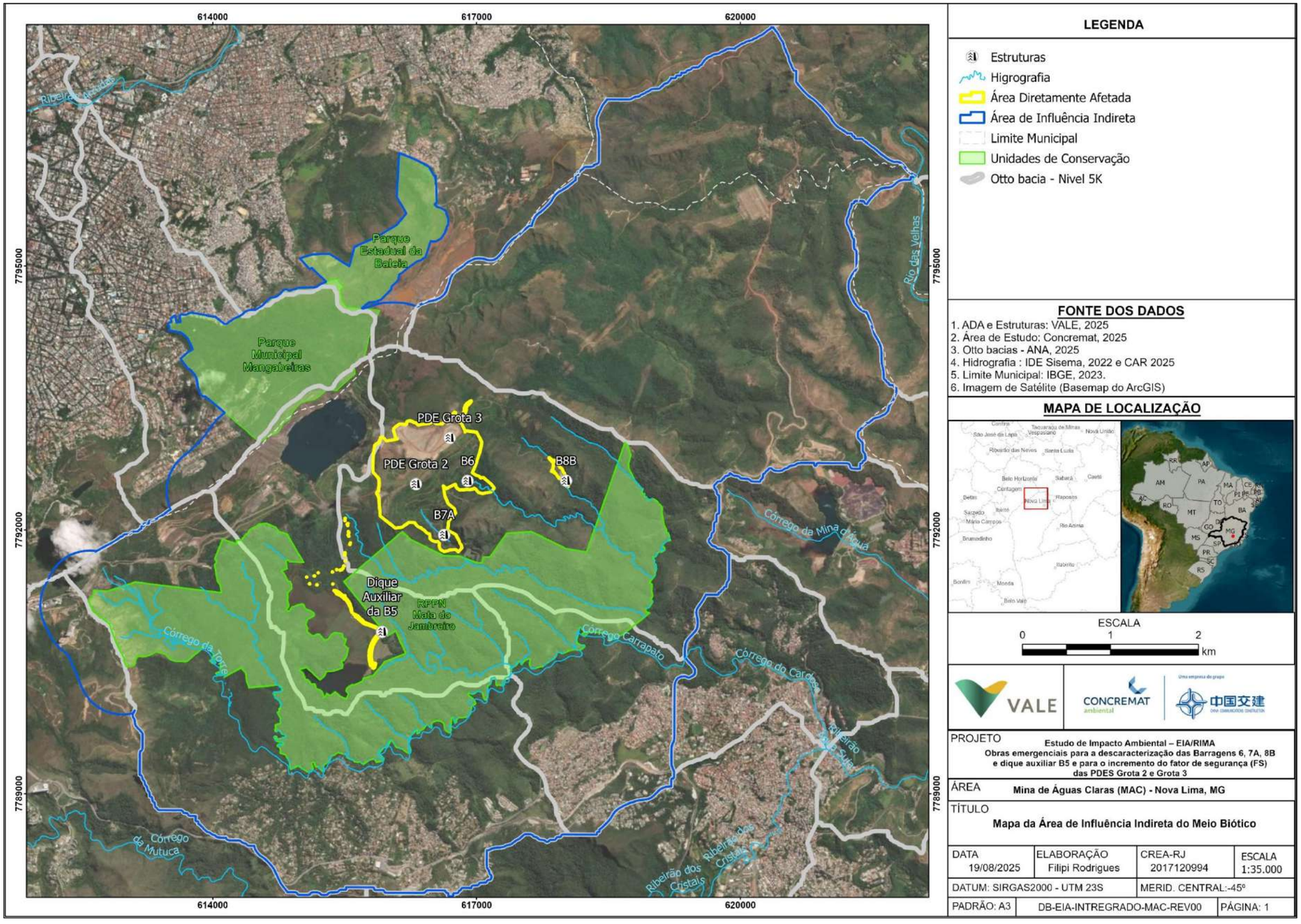
A delimitação da AII busca, portanto, contemplar a zona de abrangência dos impactos secundários e difusos. Isso inclui alterações na dinâmica hídrica regional, erosão acelerada, assoreamento e mudanças na qualidade ambiental dos corpos hídricos, entre outros processos ambientais que, embora extrapolem os limites da AID, estão direta ou indiretamente relacionados à execução do projeto.



Mapa 7-5 - Área de Influência Indireta do Meio Físico.

7.3.2. Meio Biótico

Os impactos sobre o Meio Biótico foram avaliados com abrangência local, estando diretamente relacionados à ADA e imediações. Entretanto, para a delimitação da AII foi adotado, de maneira conservadora, a possibilidade dos impactos da AID se propagarem por áreas consideradas de maior sensibilidade, sendo assim representada pelos mesmos critérios adotados na Área de Estudo Regional do Meio Biótico. Ainda, no contexto dos aspectos bióticos, os impactos na AII podem ser considerados pouco significativos, de maneira que sua abrangência se na AER, ou seja, abrangendo o agrupamento de ottobacias 5k ao redor da AEL, além do Parque Municipal das Mangabeiras e do Parque Estadual da Baleia (**Mapa 7-6**).

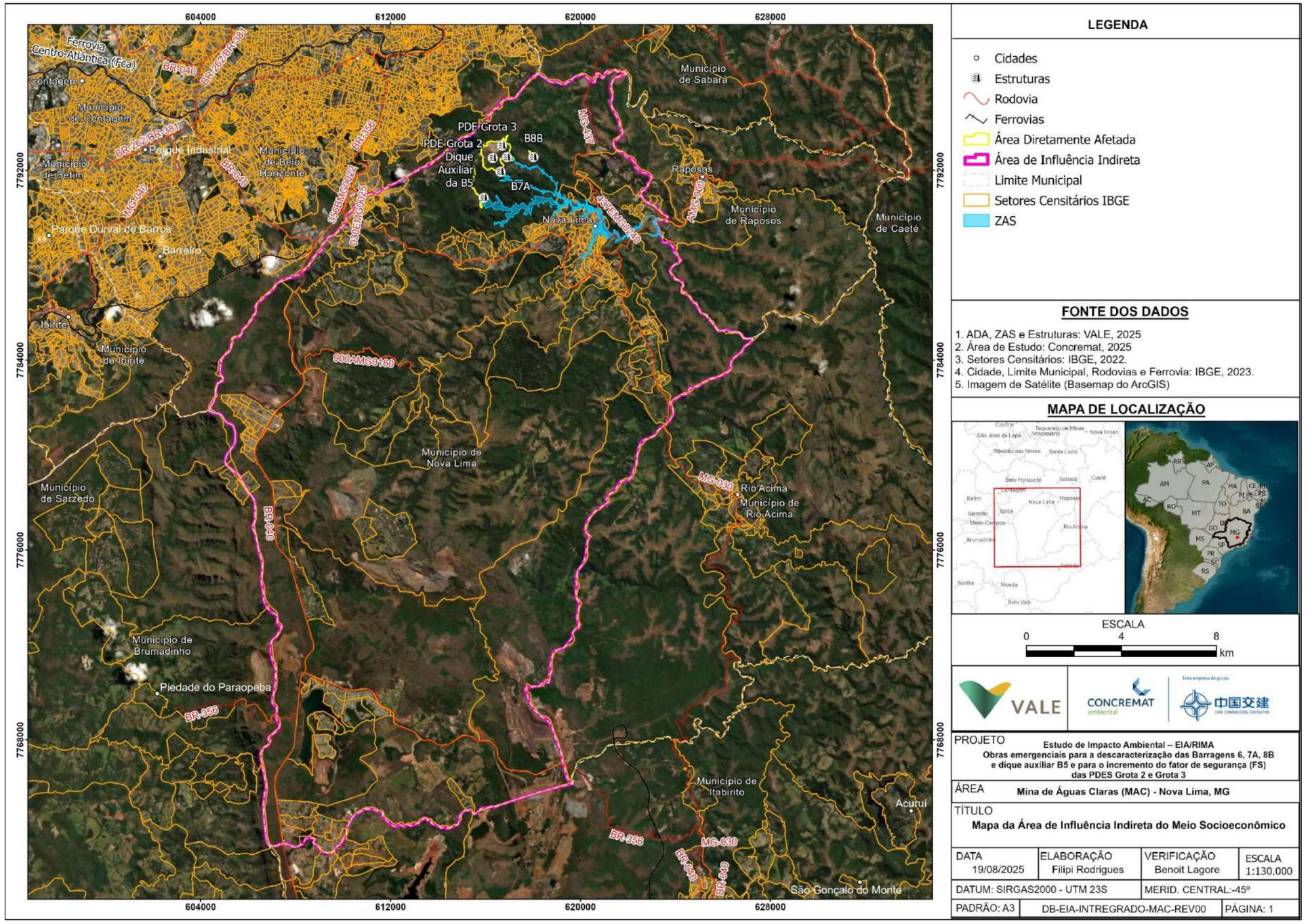


Mapa 7-6 - Área de Influência Indireta do Meio Biótico.

7.3.3. Meio Socioeconômico

A definição da Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico considerou os impactos de escala regional identificados na Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), por se tratar de efeitos percebidos de forma mais ampla, indireta ou difusa no território. Essa delimitação abrange as áreas potencialmente afetadas por alterações decorrentes das obras de descaracterização das barragens, do dique auxiliar e das intervenções para incremento do fator de segurança das Grotas. Entre os impactos analisados para essa definição, destacam-se aqueles relacionados à arrecadação tributária, à alteração da sensação de segurança da população local e a outras transformações socioeconômicas de caráter regional.

Com base na análise dos impactos, confirmou-se que a Área de Estudo Regional corresponde, de forma adequada, à Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico, abrangendo os limites político-administrativos do município de Nova Lima, diretamente interceptado pela ADA e pela Zona de Autossalvamento (ZAS). A população residente na ZAS, inserida no perímetro urbano do município, mostra-se particularmente sensível a impactos regionais, como o aumento da geração de expectativas e a alteração da sensação de segurança, diante das incertezas quanto aos usos futuros da Mina e às possíveis implicações para a segurança do território e de seus habitantes. Esses efeitos afetam o cotidiano e as dinâmicas socioterritoriais no município, especialmente na área urbana da AII. (**Mapa 7-7**).



Mapa 7-7 - Área de Influência Indireta do Meio Socioeconômico.

8 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS ASSOCIADOS À VEGETAÇÃO NATIVA

Neste capítulo são abordados os serviços ecossistêmicos prestados pela cobertura vegetal presente na área de intervenção e no seu entorno. Tais serviços são definidos como benefícios relevantes para a sociedade, gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais.

8.1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas proporcionam uma grande variedade de produtos e serviços às pessoas, comunidades e empresas. Por exemplo, as florestas fornecem madeira e fibra de madeira, regulam o clima através da absorção do dióxido de carbono e produzem insumos para medicamentos; as zonas úmidas absorvem resíduos, ajudam a reduzir as cheias e purificam a água (WRI, 2008). Esses benefícios são denominados serviços ecossistêmicos e se referem à manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais essenciais à sociedade.

A noção de que os ecossistemas provêm benefícios à sociedade foi então conceituada como Serviços Ecossistêmicos (SE) (Hassan *et al*., 2005), e passou a englobar termos como serviços da natureza, capital natural e serviços ambientais. Esse conceito foi consolidado em 2005 (Hassan *et al*., 2005) com a *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA). A MEA destacou a importância do conceito de serviços ecossistêmicos no processo de tomada de decisão, fornecendo uma ferramenta essencial para compreender as interações entre meio ambiente, qualidade de vida e desenvolvimento humano.

Os serviços ecossistêmicos, segundo a Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, podem ser definidos como benefícios relevantes para a sociedade, gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, classificados da seguinte forma:

a) serviços de provisão: os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros;

b) serviços de suporte: os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de

potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;

c) **serviços de regulação:** os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas;

d) **serviços culturais:** os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros.

Para a triagem e identificação dos Serviços Ecossistêmicos (SE) na área de estudo, foram considerados os SE associados à cobertura vegetal e às espécies da flora. Além disso, foram incluídas espécies da fauna com ocorrência provável ou comprovada na região, cujas interações com a vegetação nativa contribuem, principalmente, para serviços de suporte e regulação.

8.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS OFERECIDOS PELA FLORA E FAUNA

As florestas são importantes ecologicamente por sua biodiversidade e pelos serviços ambientais que prestam. As florestas naturais são as maiores fontes de diversidade biológica ou biodiversidade, que é uma das maiores riquezas do país, e ainda pouco conhecida. Essa variedade de organismos vivos pode tornar-se um bem econômico, como princípios ativos de plantas, como fonte de alimentos e, ainda, fonte de tecnologia através de bio-mimetismo (tecnologia que imita a natureza) (SNIF, 2019).

As florestas naturais e as florestas plantadas, as últimas ainda que menos diversas, oferecem inúmeros outros serviços ambientais, entre eles: regulação do clima; sequestro de carbono; conservação do solo; conservação dos recursos hídricos; manutenção dos ciclos de chuva; madeira, outras fibras lenhosas e produtos florestais não-madeireiros.

Nesse sentido, a área de estudo está inserida integralmente nos domínios do bioma Mata Atlântica e conta com fisionomias florestais associadas a floresta estacional semidecidual (FES), sendo identificados fragmentos em estágio inicial, médio e avançado. Portanto, as obras emergenciais relacionadas ao reforço da barragem 6, à descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e do dique auxiliar B5 e às obras para incremento do Fator de Segurança

(FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 acarretarão na remoção desta vegetação nativa, que, ainda que seja uma floresta secundária, ou seja, regenerada, promove a prestação de serviços ecossistêmicos.

A seguir são delineados os serviços associados à cobertura vegetal para a Área de Estudo Local (AEL), considerando a classificação indicada pela Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

Cabe ressaltar que, apesar dos dados aqui tratados serem resultantes dos dados levantados nos diagnósticos de flora e fauna, parte considerável da referida AEL possui trechos antropizados, sobretudo se considerada sua ADA, e que não foram identificados serviços culturais associados à fauna e flora da área de estudo.

Serviços de Provisão: A vegetação nativa desempenha um papel fundamental na regulação do ciclo hidrológico, contribuindo para a recarga de aquíferos e a manutenção da qualidade da água dos corpos hídricos locais. A remoção da cobertura vegetal pode interferir na infiltração de água no solo, aumentando o escoamento superficial e o risco de assoreamento (Pinto *et al*., 2014), o que pode afetar a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos para as comunidades localizadas a jusante da área de intervenção.

Em relação aos produtos florestais, destaca-se que a vegetação nativa inclui espécies de valor econômico, como madeiras de lei, espécies frutíferas e plantas medicinais (Rodrigues *et al*., 2011). A perda desses recursos pode impactar negativamente no estoque genético destas populações, portanto, ações voltadas ao conhecimento dessa vegetação como estudos fitossociológicos e inventário florestal contribuem para uma melhor compreensão da ocorrência dessas espécies e dos possíveis impactos relacionados a sua supressão, gerando assim as medidas compensatórias e mitigatórias decorrentes da intervenção na vegetação.

Serviços de Regulação: A vegetação contribui para a regulação climática principalmente se tratando do microclima local, reduzindo temperaturas e aumentando a umidade relativa do ar. A supressão pode intensificar o aquecimento local e reduzir a umidade (Tabarelli *et al*., 2010), sendo que outro serviço regulatório é o sequestro de carbono. A vegetação do Bioma Mata Atlântica tem alto potencial para o sequestro de carbono, ajudando a mitigar as mudanças climáticas. Nesse sentido, a supressão resulta na liberação do carbono armazenado na biomassa vegetal (Pinto *et al*., 2014) e, portanto, ainda que a vegetação local se trate de uma formação secundária, esta atua no sequestro de carbono.

A vegetação também promove o controle de erosão através da redução do escoamento superficial, aumento da infiltração da água no solo e consequentemente prevenindo o

desencadeamento de processos erosivos. Portanto, a remoção da cobertura vegetal pode aumentar a suscetibilidade do solo a processos erosivos (Rodrigues *et al*., 2011).

As formações florestais nativas também desempenham um papel fundamental no controle de pragas e vetores. A fauna desempenha um papel ecológico fundamental nos ecossistemas, muitos dos quais estão intrinsecamente ligados à presença e à qualidade da vegetação nativa. Essas espécies dependem da cobertura vegetal para abrigo, reprodução e alimentação, e, por sua vez, contribuem para a manutenção dos serviços ecossistêmicos associados à flora.

Os anfíbios são predadores de vários grupos da fauna em habitats aquático e terrestres, sendo conhecidos pela sua relevância para o funcionamento das cadeias tróficas dos ecossistemas naturais onde ocorrem. Conforme apresentado no diagnóstico de fauna (**Capítulo 6.2.2 – Diagnóstico de Fauna**), foram registradas espécies dos gêneros *Rhinella e Dendropsophus*, as quais, devido à sua preferência alimentar pelo consumo de insetos, são eficazes no controle de pestes e vetores de doenças e pragas agrícolas (Feio *et al.*, 1998; Pimenta *et al*., 2014).

Ainda, a espécie insetívora de morcego (ex. *Micronycteris microtis*) atua no controle biológico de populações de artrópodes, muitos desses considerados pragas agrícolas e vetores de doenças humanas (Bordignon *et al*., 2017; Kunz *et al*., 2011).

Diversas aves insetívoras registradas para a área de estudo também realizam serviços no controle de pragas e vetores, tais como *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Turdus leucomelas* (sabiá-barranco), *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira), *Turdus amaurochalinus* (sabiá-poca), *Turdus subalaris* (sabiá-ferreiro), *Turdus albicollis* (sabiá-coleira), *Mimus saturninus* (sabiá-do-campo), *Embernagra platensis longicauda* (sabiá-do-banhadorabo-mole-da-serra) e *Saltator similis* (trinca-ferro).

Também cabe mencionar algumas espécies predadoras de topo de cadeia registradas nas áreas de estudo regional e local, as quais desempenham importante papel no controle populacional dentro dos ecossistemas, como as aves *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira), *Rostrhamus sociabilis* (gavião-cabloco), *Caracara plancus* (carcará), *Falco femoralis* (falcão-de-coleira), *Falco rufigularis* (cauré), *Falco sparverius* (quiriquiri), *Geranoaetus albicaudatus* (gavião-de-rabo-branco), *Geranoaetus melanoleucus* (águia-serrana), *Herpetotheres cachinnans* (acauã), *Heterospizias meridionalis* (gavião-caboclo), *Milvago chimachima* (carrapateiro), *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó), *Urubitinga urubitinga* (gavião-preto), além do mamífero *Puma concolor* (onça-parda).

Serviços de Suporte: A vegetação abriga diversas espécies de flora e fauna, muitas delas endêmicas e ameaçadas, assim a supressão pode fragmentar habitats e reduzir a conectividade entre fragmentos florestais (Tabarelli *et al*., 2010), levando à perda de biodiversidade. A remoção de espécies vegetais pode, por sua vez, afetar diretamente as espécies da fauna que dependem delas para alimentação, abrigo e reprodução.

Dessa forma, a vegetação nativa sustenta processos ecológicos fundamentais, como a ciclagem de nutrientes, a dispersão de sementes e a polinização, que garantem a perpetuação e a resiliência dos ecossistemas.

A cobertura vegetal contribui para a ciclagem de nutrientes no solo, mantendo sua fertilidade e estrutura (Rodrigues *et al*., 2011). A remoção da cobertura vegetal pode interromper esses processos, levando à degradação do solo e à perda de produtividade. Além disso, a ciclagem de nutrientes é essencial para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, que dependem do aporte de matéria orgânica e nutrientes provenientes da vegetação ripária. Nesse contexto, a ciclagem de nutrientes é uma função essencial para a manutenção dos processos que ocorrem no meio, pelos quais um elemento químico se move através de compartimentos bióticos e abióticos do ecossistema (Dominati *et al*., 2010).

As aves necrófagas também desempenham um papel fundamental na ciclagem de nutrientes no ecossistema, uma vez que consomem cadáveres de animais mortos, assegurando um papel relevante na sustentabilidade do ciclo energético da matéria orgânica nos espaços naturais. Essa eliminação de resíduos e carcaças de animais mortos auxilia na ciclagem de nutrientes, como é o caso das espécies *Coragyps atratus* (urubu-preto), *Sarcoramphus papa* (urubu-rei) e *Caracara plancus* (carcará) registradas no diagnóstico.

A dispersão de sementes é o processo de transporte de sementes para longe da planta-mãe, permitindo o surgimento de novas plantas em diferentes locais. É uma fase fundamental na reprodução das plantas e na manutenção da espécie. A dispersão sementes também reduz os níveis de predação nas proximidades dos adultos da mesma espécie, aumenta as chances de germinação das sementes e estabelece novos habitats favoráveis à colonização (Deminicis *et al*., 2009).

No contexto das áreas das obras emergenciais relacionadas ao reforço da barragem 6, à descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e do dique auxiliar B5 e às obras para incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 tratadas neste estudo, o lagarto teiú *Salvator merianae* possui dieta generalista, incluindo a frugívora, e pode atuar como dispersor de sementes (Castro & Galeti, 2004). Já os mamíferos desempenham diversas funções

ecológicas na prestação de serviços ecossistêmicos importantes para a manutenção do meio ambiente, incluindo a dispersão de sementes, como os mamíferos *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) e *Guerlinguetus brasiliensis* (esquilo, caxinguelê) (Lapenta *et al*., 2003; Pough *et al*., 2008), além de quirópteros frugívoros, que auxiliam no processo de restauração de áreas degradadas (Bianconi *et al.*, 2007).

Algumas espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas neste estudo, principalmente aquelas herbívoras-frugívoras, consomem uma grande variedade de matéria vegetal e frutos. Os ruminantes, como os veados (*Mazama gouazoubira*), por exemplo, se alimentam de sementes pequenas como das espécies dafamília Rubiaceae, que medem cerca de 0,5 X 0,4 cm (Bodmer, 1991), e *Bagassa guianensis*, *Cecropia* sp. e *Ficus* sp., medindo de 0,5 a 1 cm, sendo capazes de escapar do complexo processo digestivo desses animais e serem dispersadas através de suas fezes (Gayot *et al.*, 2004).

As espécies de canídeos como o quati, cachorro-do-mato, irara e lobo-guará, e os primatas *Allouata* sp. e *Callithrix penicilata*, em que parte da sua dieta é composta por frutos e outras partes vegetais, apresentam um sistema digestório mais simples, que permite que sementes maiores passem intactas ou levemente escarificadas pelo seu sistema digestório, o que possibilita também serem dispersadas para outras áreas e posteriormente germinarem (Galetti *et al*., 2001; Squinzani *et al.*, 2022).

Da mesma forma, as aves frugívoras da Mata Atlântica, após consumirem os frutos, carregam as sementes durante o voo, passando pelo trato digestivo, ou são regurgitadas, disseminando-se por uma ampla variedade de habitats (Gondim, 2001). Tais espécies são ótimos exemplos de dispersores de sementes, pois possuem uma dieta composta por frutos que são normalmente consumidos inteiros e com sementes (Marcondes-Machado, 2002). Essas sementes são excretadas posteriormente, por vezes em áreas distantes da planta onde foram consumidas, reforçando assim a relevância da presença de espécies dispersoras para a manutenção dos ecossistemas, promovendo maior fluxo gênico entre áreas florestais, e um maior sucesso reprodutivo (Gondim, 2001).

Os principais grupos de aves frugívoras registradas na região de estudo são *Penelope superciliaris* (jacupemba), *Penelope obscura* (jacuguaçu), *Ramphastos toco* (tucanuçu), *Ilicura militaris* (tangarazinho), *Chiroxiphia caudata* (tangará), *Thraupis sayaca* (sanhaço-cinzento), *Thraupis palmarum* (sanhaço-do-coqueiro), *Amazona brasiliensis* (papagaio-de-cara-roxa), *Brotogeris chiriri* (periquito-de-encontro-amarelo), *Euphonia chlorotica* (fim-fim), *Eupsittula aurea* (periquito-rei), *Forpus xanthopterygius* (tuim), *Pionus maximiliani* (maitaca-verde), *Psittacara leucophthalmus* (periquitão) e *Spinus magellanicus* (pintassilgo).

Dentre as espécies de plantas registradas na área de estudo, e cujos frutos são dispersos por aves, destacam-se as figueiras (gênero *Ficus*, família Moraceae), jaracatirão (gânero *Miconia*, família Melastomataceae) e canelas (gêneros *Ocotea* e *Nectandra*, família Lauraceae). As plantas mais consumidas e dispersas pelos morcegos são as figueiras (Moraceae), juás (gênero *Solanum*, família Solanaceae) e pimenteiras (gênero *Piper,* família Piperaceae). Das plantas que os primatas mais consomem destacam-se também as figueiras (Moraceae), além das plantas já citadas para os outros animais. Já para os demais mamíferos, destaca-se também o consumo das palmeiras (Arecaceae) e dos araticuns (gênero *Annona*, família Annonaceae) (BIOTA-FAPESP, 1998).

A interação entre plantas e polinizadores não apenas garante a reprodução das espécies vegetais, mas também sustenta a biodiversidade e a produtividade dos ecossistemas. Polinizadores são aqueles animais que transportam o pólen de uma planta para outra, contribuindo para a reprodução e frutificação das plantas. Todavia, para não ser apenas um visitante floral e ser um polinizador efetivo, é necessário cumprir alguns requisitos, como: contato com a antera e o estigma, frequência de visita suficiente, fidelidade floral e a realização de uma rota adequada de visitação (ALVES-DOS-SANTOS *et al*., 2016).

Diversos morcegos nectarívoros, de espécies da família Phyllostomidae, são responsáveis por polinizar espécies de plantas angiospermas (REIS *et al*., 2007). Além dos quirópteros, também é importante citar como polinizadores relevantes as aves da família Trochilidae: *Calliphlox amethystina* (estrelinha-ametista), *Chionomesa fimbriata* (beija-flor-de-garganta-verde), *Chionomesa lactea* (beija-flor-de-peito-azul), *Chlorostilbon lucidus* (besourinho-de-bico-vermelho), *Chrysuronia versicolor* (beija-flor-de-banda-branca), *Colibri serrirostris* (beija-flor-de-orelha-violeta), *Eupetomena macroura* (beija-flor-tesoura), *Florisuga fusca* (beija-flor-preto), *Phaethornis pretrei* (rabo-branco-acanelado), *Thalurania furcata* (beija-flor-tesoura-verde) e *Thalurania glaucopis* (beija-flor-de-fronte-violeta).

Ainda, destaca-se a dependência das abelhas pelos produtos florais (néctar, pólen, óleos, resinas e compostos aromáticos), o que faz delas as principais polinizadoras, tanto de plantas nativas quanto cultivadas (FREE, 1993; FREITAS, 1995). Estima-se que as abelhas sejam responsáveis por 75% dos requerimentos de polinização das culturas agrícolas (NABHAN & BUCHMANN, 1997), sendo que cerca de 1.300 espécies cultivadas são dependentes das abelhas para a polinização (ROUBIK, 1995). No contexto do empreendimento, é possível citar a ocorrência de sete (7) espécies da família Apidae, sendo seis (6) nativas *Euglossa (Euglossa) mixta, Euglossa (Euglossa) truncata, Euglossa (Glossura) stellfeldi, Eulaema (Apeulaema) cingulata, Eulaema (Apeulaema) nigrita, Paratrigona lineata* e *Trigona spinipes,*

e uma exótica (*Apis mellifera*). A polinização realizada por morcegos, aves e abelhas, é um exemplo claro de como a fauna e a flora estão interconectadas. Essa relação reforça a importância da conservação da vegetação nativa, que fornece habitat e recursos para os polinizadores, garantindo a continuidade dos processos ecológicos.

8.3 MEDIDAS MITIGADORAS E DE GESTÃO

Na sequência são apresentadas as medidas de mitigação planejadas para as áreas das obras emergenciais relacionadas ao reforço da barragem 6, à descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e do dique auxiliar B5 e às obras para incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 tratadas neste estudo, que podem minimizar ou beneficiar positivamente os impactos sobre os Serviços Ecossistêmicos - SE. Tais medidas de mitigação são incluídas nos Planos e/ou Programas vinculados aos impactos específicos conforme detalhado no **Capítulo 9 - Avaliação de Impacto Ambiental**. O estabelecimento de indicadores para acompanhar a recuperação dos serviços ecossistêmicos ao longo do tempo estão presentes nestes programas.

As medidas para mitigar, evitar ou compensar os impactos sobre os SE serão apresentadas por meio dos programas ambientais: Programa de Supressão da Vegetação; Programa de Resgate de Flora; Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e Eventual Salvamento e Resgate de Fauna.

Esses programas, cada um com seu objetivo e metodologia específica, serão responsáveis por reduzir os dados potenciais aos organismos provedores dos serviços, como controle e praga de vetores; equilíbrio da cadeia alimentar, através das espécies de topo de cadeia; dispersão de sementes; polinização; ciclagem de nutrientes; regulação do clima; sequestro de carbono; conservação do solo; conservação dos recursos hídricos; manutenção dos ciclos de chuva; entre outros.

Junto a estes programas, a aplicação de medidas compensatórias de acordo com e legislação vigente (em função da supressão de vegetação nativa) promoverá a conservação e a recuperação de áreas naturais. A compensação deve ser realizada preferencialmente em áreas prioritárias para a conservação, visando maximizar os benefícios ecológicos, promovendo assim o aporte de áreas preservadas com vegetação nativa, garantindo a manutenção de serviços ecossistêmicos nas áreas de compensação e no seu entorno.

Outra ação necessária é a Implementação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), com plantio de espécies vegetais que contribuirá para a restauração de serviços ecossistêmicos principalmente relacionados à regulação.

A divulgação das medidas socioambientais realizadas no âmbito dos programas ambientais, ocorrerá no contexto do Programa de Comunicação Social (PCS), o qual também se relaciona à mitigação dos impactos sobre os Serviços Ecosssistêmicos. Nesse sentido, a execução de ações voltadas para a conscientização de trabalhadores sobre a importância da conservação da vegetação nativa e dos serviços ecossistêmicos também são de grande relevância. Esses programas incluirão atividades de divulgação sobre a importância das ações de restauração ecológica, visando engajar o público na conservação e no uso sustentável dos recursos naturais.

Por fim, existe uma grande oportunidade para a divulgação do tema Serviços Ecossistêmicos/Ambientais juntos as populações locais, por meio de ações de comunicação, considerando os seus temas transversais aos SE, regulação da temperatura; filtração do ar, retenção de água no solo e ciclo de nutrientes (agrofloresta/produção integrativa); reconstituição da flora nativa (árvores frutíferas e PANC's); facilitação para o retorno de Entomofauna polinizadora, sobretudo a nativa; e melhoria do bem-estar-social.

8.4 CONCLUSÃO

A supressão da vegetação nativa na área diretamente afetada pelo empreendimento, associada às obras emergenciais relacionadas ao reforço da barragem 6, à descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e do dique auxiliar B5 e às obras para incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3, representa uma intervenção com impactos significativos sobre os serviços ecossistêmicos (SE) prestados pelos ecossistemas locais. Esses impactos afetam a biodiversidade, a regulação climática, a qualidade dos recursos hídricos, a fertilidade do solo e o bem-estar das comunidades locais. A perda de cobertura vegetal e a fragmentação de habitats comprometem serviços essenciais, como o controle de pragas e vetores, a dispersão de sementes, a polinização, a ciclagem de nutrientes e a regulação do ciclo hidrológico.

No entanto, é importante destacar que a área em questão já se encontra alterada, em função das atividades de mineração executadas na Mina de Águas Claras antes do encerramento de sua operação e ao seu entorno antropizado, o que limita a provisão de alguns serviços ecossistêmicos, como o uso recreativo e a coleta de recursos vegetais pelas comunidades locais. Apesar disso, a vegetação remanescente promove a manutenção de serviços de

regulação, suporte e provisão, como o sequestro de carbono, a proteção do solo contra erosão e a manutenção da biodiversidade.

As medidas de mitigação, compensação e recuperação propostas no âmbito do licenciamento ambiental, como a restauração florestal, o resgate de flora, e a implementação do programa de comunicação social, oferecem uma base sólida para mitigar os impactos negativos. A restauração de áreas degradadas, em particular, é fundamental para restabelecer a conectividade entre fragmentos florestais, garantir a manutenção da biodiversidade e restabelecer serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do clima e a ciclagem de nutrientes.

Por fim, a implementação eficaz das medidas propostas permitirá não apenas mitigar os impactos negativos, mas também promover a resiliência dos ecossistemas locais frente a futuras pressões antrópicas e mudanças climáticas, tais como as medidas apresentadas no **Quadro 8-1**. Dessa forma, o empreendimento poderá contribuir para a restauração dos serviços ecossistêmicos essenciais, alinhando-se aos princípios do desenvolvimento sustentável, da responsabilidade socioambiental e da legislação vigente.

Quadro 8-1 - Medidas de Mitigação, Compensação, Recuperação e Monitoramento indicadas após avaliação dos impactos em Serviços Ecossistêmicos.

Provedor	SE associado	Efeitos da supressão da vegetação	Medida proposta	Programa Ambiental ou Medida Mitigadora Associada	Tipo de Medida			
					Mitig.	Comp.	Recup.	Monit.
Vegetação nativa	Controle de praga e vetores	Redução da população de espécies controladoras de pragas e vetores	Afugentamento, Resgate e relocação de fauna	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e Eventual Salvamento e Resgate de Fauna	X			
	Dispersão de sementes	Redução da dispersão de sementes e regeneração natural da vegetação	Restauração de áreas degradadas com espécies nativas	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e Eventual Salvamento e Resgate de Fauna; Programa de Recuperação de Áreas Degradas	X	X	X	X
	Polinização	Redução da polinização e impactos na reprodução de espécies vegetais	Resgate de polinizadores; Plantio de espécies atrativas para polinizadores	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e Eventual Salvamento e Resgate de Fauna; Programa de Recuperação de Áreas Degradas	X		X	X
	Ciclagem de nutrientes	Redução da ciclagem de nutrientes, diminuição da fertilidade e degradação do solo	Recuperção do solo e da cobertura vegetal	Programa de Compensação Ambiental; Programa de Recuperação de Áreas Degradas		X	X	
	Conservação e manutenção da biodiversidade	Perda de biodiversidade e redução da conectividade entre fragmentos	Restauração de áreas prioritárias para conservação	Programa de Supressão da Vegetação; Programa de Resgate de Flora; Programa de Compensação Ambiental;	X	X	X	X
	Regulação do ciclo hidrológico	Redução da infiltração de água e aumento do escoamento superficial	Restauração de matas ciliares e áreas de recarga hídrica	Programa de Compensação Ambiental;		X	X	

Provedor	SE associado	Efeitos da supressão da vegetação	Medida proposta	Programa Ambiental ou Medida Mitigadora Associada	Tipo de Medida			
					Mitig.	Comp.	Recup.	Monit.
	Controle de processos erosivos	Aumento da erosão e assoreamento de corpos hídricos	Plantio de espécies vegetais para controle de erosão	Programa de Recuperação de Áreas Degradas			X	
	Controle climático local	Aumento da temperatura local e redução da umidade relativa do ar	Restauração da cobertura vegetal para regulação microclimática	Programa de Compensação Ambiental; Programa de Recuperação de Áreas Degradas		X	X	

Legenda: Mitig.: Mitigadora; Comp.: Compensatória; Recup.: Recuperadora; Monit.: Monitoramento. Fonte: Concremat, 2025.

9. PASSIVOS AMBIENTAIS

Em consulta à base de dados da FEAM (2024), não foram observados registros de áreas contaminadas e/ou reabilitadas na Área de Estudo Regional do Meio Físico.

Destaca-se que, as atividades previstas para as obras emergenciais para o reforço da barragem 6, descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o incremento do fator de segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 serão realizadas, em sua maioria, em áreas antropizadas por atividades minerárias. Trata-se de uma área que possui suas características naturais alteradas, entretanto, sem registros catalogados de passivos ambientais da mineração.

Quanto ao diagnóstico dos passivos geotécnicos associados ao estado atual das barragens e das pilhas de estéril, contemplando a identificação de áreas impactadas, as obras serão descritas, na sequência, como um programa de recuperação frente aos riscos geotécnicos.

9.1. PASSIVOS GEOTÉCNICOS

A seguir serão apresentados os passivos geotécnicos, subdivididos de acordo com os tipos de estruturas presentes na região, a saber, barragens e pilhas de estéril.

9.1.1. Barragens

Do ponto de vista geotécnico, as próprias estruturas a serem descaracterizadas e fechadas podem vir a se enquadrar como passivos. Nesse aspecto, é importante realizar uma breve análise da situação geotécnica de cada uma delas. Inicialmente, foram avaliadas as classificações de DPA (Dano Potencial Associado), CRI (Categoria de Risco) e nível de emergência de cada barragem em estudo, disponibilizadas pela ANM, de forma pública e online, a partir do Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM) - disponível no website “https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/ClassificacaoNacionalDaBarragem”. Os dados em questão foram advindos de consulta realizada no dia 20/05/2025.

De acordo com o Reporte Trimestral de Descaracterização de Barragens (ANM, 2023), referente a maio de 2023, a Barragem 5 teve seu método construtivo reclassificado de montante para jusante pela equipe técnica da ANM, em razão da conclusão das obras de descaracterização do Dique Auxiliar, alteado por montante. Assim, a ação de fiscalização da ANM verificou a finalização da descaracterização do Dique Auxiliar (ANM, 2023).

No que diz respeito à Barragem 8B, destaca-se que, segundo o Reporte Trimestral de Descaracterização de Barragens (ANM, 2021), referente a novembro de 2021, à época da emissão do documento, a descaracterização da estrutura já havia sido concluída, e aprovada pela ANM. Ressalta-se que a Barragem 8B foi descadastrada do SIGBM em fevereiro/2020, segundo o documento citado.

Nesse contexto, o **Quadro 9-1** apresenta a situação ou classificação de cada uma das barragens em estudo, conforme a documentação técnica descrita.

Quadro 9-1 - Classificação das barragens avaliadas

Barragem	Nível de Emergênica	Categoria de risco (CRI)	Dano potencial (DPA)
Dique Auxiliar da Barragem 5	Descaracterizado		
Barragem 6	Nível de Emergência I	Alto	Alto
Barragem 7A	Nível de Emergência I	Alto	Alto
Barragem 8B	Descaracterizada		

Fonte: ANM (2025).

Diante desse cenário, destaca-se que não há motivos técnicos, com base nas informações expostas, para classificar o Dique Auxiliar da Barragem 5 e a Barragem 8B como um passivo geotécnico.

Em contrapartida, diferentemente das estruturas anteriormente citadas, as Barragens 6 e 7A, que ainda estão em fase de descaracterização, apresentam Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA) altos, além de serem classificadas como Nível de Emergência 1.

Diante desse cenário, torna-se relevante avaliar a atual situação de segurança das barragens 6 e 7A, através dos fatores de segurança para cada uma das estruturas. O **Quadro 9-2** resume os fatores de segurança apresentados Inspeções de Segurança emitidos em 2024 (Barragem 6: RL-1850AC-X-80941, referente ao 1º Ciclo de 2024 – TPF Engenharia, 2024; e Barragem 7A: RL-1850AC-X-80964, referente ao 2º Ciclo de 2024 – TPF Engenharia, 2024).

Adicionalmente, são destacados, em vermelho, os fatores de segurança abaixo dos mínimos preconizados pela NBR 13.028 (ABNT, 2024), os quais são exibidos no **Quadro 9-2,** e que estão relacionados às fases de operação com rede de fluxo em condição de nível d'água do reservatório correspondente ao máximo normal, e solicitação sísmica em condição de N.A do reservatório correspondente ao máximo normal - fases destacadas em vermelho no **Quadro 9-3**.

Quadro 9-2 – Fatores de segurança das barragens 6 e 7A.

Barragem	Cenário	Seção	Fator de segurança		Período
			Condição drenada	Condição não drenada	
Barragem 6	Condição I: "Operação normal"	B-B	1,31	Não aplicável*	1º Ciclo de 2024
		C-C	1,44		
		D-D	1,56		
	Condição II: Condição extrema	B-B	1,30	Não aplicável*	
		C-C	1,26		
		D-D	1,51		
	Condição III: Solicitação sísmica	B-B	1,10	Não aplicável*	
		C-C	1,07		
		D-D	1,23		
Barragem 7A	Condição I: "Operação normal"	AA'	1,39	Não aplicável*	2º Ciclo de 2024
		BB'	1,43		
		CC'	1,46		
	Condição II: Condição extrema	AA'	1,35	Não aplicável*	
		BB'	1,34		
		CC'	1,41		
	Condição III: Solicitação sísmica	AA'	1,09	Não aplicável*	
		BB'	1,09		
		CC'	1,13		

*Segundo os documentos RL-1850AC-X-80941 (TPF Engenharia, 2024) e RL-1850AC-X-80964 (TPF Engenharia, 2024): "Considerando as informações existentes, os materiais apresentaram um comportamento predominantemente dilatante, para o qual não se aplica o cálculo de estabilidade não drenada. Dessa maneira, os resultados apresentados serão os mesmos valores obtidos para o $FS_{drenado}$."

Fonte: RL-1850AC-X-80941 (TPF Engenharia, 2024) e RL-1850AC-X-80964 (TPF Engenharia, 2024).

Quadro 9-3 - Fatores de segurança mínimos preconizados pela NBR 13028 (ABNT, 2024) com destaque, em vermelho, para fatores de segurança mínimo não atingido pelos valores marcados em vermelho no Quadro 8 2.

Fase	Tipo de ruptura	Fator de segurança mínimo
Final de construção	Maciço e fundações	1,3
Operação com rebaixamento rápido de nível do reservatório	Maciço	1,1
Operação com rede de fluxo em condição de N.A do reservatório correspondente ao máximo normal	Maciço	1,5
Operação com rede de fluxo em condição de N.A do reservatório com resistência não drenada de pico	Maciço e fundações	1,3
Solicitação sísmica, em condição de N.A do reservatório correspondente ao máximo normal (soleira do extravasor)	Maciço e fundações	1,1

Ambas as avaliações, tanto do nível de emergência, quanto dos fatores de segurança, apontam as Barragens 6 e 7A, como passivos, do ponto de vista geotécnico. Dessa forma, em função dos riscos identificados em suas condições atuais e dos impactos potenciais decorrentes de eventuais falhas, faz-se necessária a adoção de medidas remediadoras. Essas medidas consistirão na própria descaracterização das barragens.

Embora, tal qual descrito, as barragens em si constituam o principal passivo geotécnico a ser considerado no presente estudo, também é importante se atentar às feições previamente descritas no **Capítulo 6**, item **6.1.5 Geologia e geotecnia**, referente ao diagnóstico dos aspectos geotécnicos do meio físico.

9.1.1.1. Áreas potencialmente afetadas

Embora existam diversos processos geotécnicos que possam oferecer riscos às estruturas avaliadas, entende-se que o maior dano potencial possível associado à evolução de todos os processos críveis seria a ruptura das barragens com o extravasamento do conteúdo de seus reservatórios. Nesse aspecto, entende-se que as áreas potencialmente afetadas pelos passivos descritos são aquelas indicadas como impactadas pelos estudos de ruptura hipotética das Barragem 6 e Barragem 7A.

O **Quadro 9-4** resume os dados das dimensões das estruturas citadas, assim como o volume armazendado nos respectivos reservatórios, extraídos de Relatórios de Inspeção de Segurança de 2024 (Barragem 6: RL-1850AC-X-80941, referente ao 1º Ciclo de 2024 – TPF Engenharia, 2024; e Barragem 7A: RL-1850AC-X-80964, referente ao 2º Ciclo de 2024 – TPF Engenharia, 2024).

Quadro 9-4 - Características das barragens classificadas como passivos ambientais: volume do reservatório e dimensões.

Barragem	Volume do reservatório (m³)	Altura máxima (m)	Comprimento da crista (m)
Barragem 6	67.552,68	21,60	76,0
Barragem 7A	187.482,39	37,67	57,0

Fonte: RL-1850AC-X-80941 (TPF Engenharia, 2024) e RL-1850AC-X-80964 (TPF Engenharia, 2024).

Os estudos de ruptura hipotética das barragens 6 e 7A são apresentados nos documentos RL-1850AC-X-80616 (Walm, 2022) e RL-1850AC-X-80594 (Walm, 2022), respectivamente. Esses estudos subsidiaram a elaboração dos respectivos PAEBM's (Barragem 6: C06-BR61254-SI-PL-V3 – Tetra Tech, 2023; e Barragem 7A: C06-B7A1265-SI-PL-V3 – Tetra Tech, 2023). Vale destacar que, no estudo de ruptura hipotética da Barragem 7A, foi admitida a ruptura em cascata por galgamento da Barragem 7B, que se encontra a jusante da Barragem 7A.

Nesse contexto, o **Quadro 9-5** sintetiza a extensão das manchas de inundação, os munícipios potencialmente impactados, os principais cursos hídricos e as respectivas bacias hidrográficas afetados, além da delimitação da ZAS e ZSS.

Além disso, as **Figura 9-1** e **Figura 9-2** ilustram as manchas de inundação das Barragens 6 e 7A, conforme disponibilizado no SIGBM. Nesse aspecto, vale ressaltar que, de acordo com os estudos de ruptura hipotética (RL-1850AC-X-80616 - Walm, 2022; e RL-1850AC-X-80594 - Walm, 2022), em caso de ruptura das estruturas há notório impacto na cidade de Nova Lima, onde foram observados extravasamento no trecho da galeria coberta, que, no modelo, foi considerada como um canal aberto.

Além do mais, salienta-se que, a jusante do município de Nova Lima, existe a Barragem Cambimbe (Barragem Canta Galo), barramento de concreto de propriedade da AngloGold, sendo esta atingida pela possível ruptura proveniente da Barragem 7A. Segundo o estudo de ruptura (RL-1850AC-X-80594 - Walm, 2022 apud RL-1850AC-X-80964 - TPF Engenharia, 2024), verificou-se, no entanto, que o nível máximo atingido no cenário mais

crítico é aproximadamente 10,00 m inferior à cota da crista indicada nas modelagens, o que leva a uma baixa possibilidade de danos à estrutura subsequente e ao descarte de ruptura em cascata.

Quadro 9-5 - Municípios e principais cursos d'água impactados pela mancha de inundação de cada barragem.

Potenciais impactos	Barragem 6	Barragem 7A
Municípios na ZAS	Nova Lima (MG)	Nova Lima e Raposos (MG)
Municípios na ZSS	Nova Lima e Raposos (MG)	Nova Lima e Raposos (MG)
Principais cursos d'água	Córrego Jambeiro, Córrego do Cardoso, Córrego Carrapato, Ribeirão dos Cristais, Ribeirão Água Suja, Ribeirão Cambimba, Rio das Velhas, Ribeirão da Prata	Córrego Jambeiro, Córrego Carrapato, Córrego Carioca, Córrego do Cardoso, Ribeirão dos Cristais, Ribeirão Água Suja, Ribeirão Cambimba e Rio das Velhas, Ribeirão da Prata
Bacias hidrográficas	Rio das Velhas e São Francisco, estadual e federal, respectivamente	Rio das Velhas e São Francisco, estadual e federal, respectivamente
Extensão da mancha de inundação	18,2 km ao longo do talvegue de jusante	17,1 km ao longo do talvegue de jusante
Extensão da ZAS	10 km	10 km

Fonte: RL-1850AC-X-80616 (Walm, 2022), RL-1850AC-X-80594 (Walm, 2022), C06-BR61254-SI-PL-V3 (Tetra Tech, 2023), C06-B7A1265-SI-PL-V3 (Tetra Tech, 2023) apud RL-1850AC-X-80941 (TPF Engenharia, 2024) e RL-1850AC-X-80964 (TPF Engenharia, 2024).

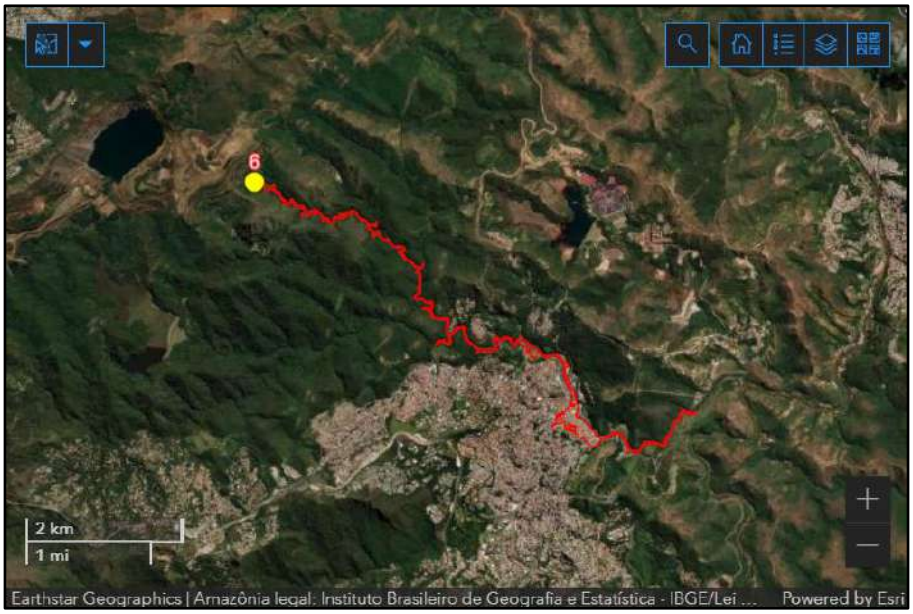


Figura 9-1 - Mancha de inundação (em vermelho) da Barragem 6 (em amarelo: Nível de Emergência 1).

Fonte: SIGBM, 2025



Figura 9-2: Mancha de inundação (em vermelho) da Barragem 7A (em amarelo: Nível de Emergência 1.

Fonte: SIGBM, 2025

9.1.1.2. Medidas remediadoras

Tal qual descrito anteriormente, as próprias descaracterizações das barragens, funcionarão como um programa de recuperação, uma vez que o risco geotécnico é eliminado.

O **Quadro 9-6** sintetiza os fatores de segurança calculados para a situação pós-obras de descaracterização/reforço de cada barragem. Tais valores advém dos seguintes documentos:

- Dique Auxiliar da Barragem 5: RL-1850AC-X-80369_rev1 (DF+, 2022);
- Barragem 6 - Reforço: MD-1850AC-X-00001_Rev.2 (TPF Engenharia, 2024);
- Barragem 6 - Descaracterização: RL-1850AC-X-81171_Rev_1 (Geoestável, 2024);
- Barragem 7A: RL-1850AC-X-81186_Rev_1 (Geoestável, 2025);
- Barragem 8B: RL-1850AC-X-80067 (DF+ 2019).

Quadro 9-6 - Fatores de segurança pós-obra de descaracterização/reforço das barragens avaliadas.

Barragem	Seção	Cenário	FS obtido	FS mínimo
Dique Auxiliar da Barragem 5	B-B’	Resistência de pico do rejeito	2,89	1,50
Barragem 6 (Reforço)	B-B’	Condição drenada	1,54	1,50
		Condição drenada	1,53	1,50
		Final de construção	1,48	1,30
		Sismo	1,18	1,10
Barragem 6 (Descaracterização)	-	Condição não drenada	1,75	1,50
		Condição não drenada com sismo	1,13	1,10
Barragem 7A	-	Condição drenada	2,58	1,50
		Condição não drenada com sismo	1,61	1,10
Barragem 8B	-	Condição drenada	1,83	1,50
		Condição não drenada	1,24	1,50
		Condição não drenada com sismo	1,41	1,10

Além das ações definidas nos projetos de descaracterização, também é importante, para a remediação da situação descrita, que sejam realizadas as medidas apresentadas nos programas de mitigação, monitoramento, compensação e recuperação a serem detalhados no **Capítulo 11** do presente EIA.

9.1.2. Pilhas de Estéril (PDE)

Assim como descrito para as barragens, do ponto de vista geotécnico, as próprias PDE’s podem vir a se enquadrar como passivos, sendo importante realizar uma breve análise da situação geotécnica de cada uma das estruturas.

Nesse contexto, cabe pontuar que, diferentemente das barragens de mineração, as pilhas de disposição de estéril (PDEs) não são abrangidas por uma política nacional ou estadual específica. Atualmente, não existem instrumentos regulatórios equivalentes aos aplicáveis às barragens, como os sistemas de classificação por Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA), tampouco por Nível de Emergência. Da mesma forma, documentos fundamentais para a gestão da segurança de barragens, como o Plano de Segurança de Barragem (PSB) e o Plano de Ação de Emergência (PAE), não são automaticamente exigidos, atualmente, para pilhas de estéril.

Diante desse cenário, cabe avaliar a situação atual das PDE's Grota 2 e 3, através dos fatores de segurança das estruturas. O **Quadro 9-7** resume os fatores de segurança atuais, apresentados nos projetos de estabilização das pilhas de estéril.

Adicionalmente, são destacados, em vermelho, os fatores de segurança abaixo do mínimo preconizado pela 004EBR 13.029 (ABNT, 2024), o qual é exibido no **Quadro 9-8** e que está relacionado à ruptura do talude global.

Quadro 9-7 - Fatores de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3. RL-1190AC-X-44762 (DF+ 2022).

Pilha	Cenário	Seção	Fator de segurança
PDE Grota 2	Freática Normal	Seção AA	1,30
		Seção BB	1,39
	Freática Crítica	Seção AA	1,18
		Seção BB	1,29
PDE Grota 3	Cenário 1 (Ruptura Global)	Seção 1-1'	1,16
		Seção 2-2'	1,25
		Seção 3-3'	1,46
		Seção 4-4'	1,20
	Cenário 2 (Ruptura Local)	Seção 1-1'	1,23
		Seção 2-2'	1,39
		Seção 3-3'	1,27
		Seção 4-4'	1,19

Quadro 9-8 - Fatores de segurança mínimos preconizados pela NBR 13029 (ABNT, 2024) com destaque, em vermelho, para fator de segurança mínimo não atingido pelos valores marcados em vermelho no Quadro 9-7.

Avaliação de estabilidade	Talude	
	Operacional	Definitivo
Ruptura talude global	1,5	
Ruptura talude entre bermas	1,3	1,5

A avaliação dos fatores de segurança, em comparação com o normativo técnico, indica que as PDE's Grota 2 e Grota 3 podem ser enquadradas como passivos, do ponto de vista geotécnico. Dessa forma, em função dos riscos identificados em suas condições atuais e dos impactos potenciais decorrentes de eventuais falhas, faz-se necessária a adoção de medidas remediadoras. Para ambas as estruturas, são necessárias medidas para incremento do fator de segurança e fechamento das pilhas.

9.1.2.1. Áreas potencialmente afetadas

Conforme destacado neste Capítulo, no item **9.1.1**, atualmente não há exigência legal ou normativa específica que determine a elaboração de documentos voltados à segurança das pilhas de disposição de estéril (PDEs), nos moldes do que é previsto para barragens de mineração. Ou seja, não existem instrumentos técnicos equivalentes ao Plano de Segurança de Barragem (PSB) ou ao Plano de Ação de Emergência (PAE) para essas estruturas. Além disso, destaca-se que não há um sistema de classificação das pilhas quanto à categoria de risco ou ao dano potencial associado. Tais aspectos limitam a avaliação dos impactos decorrentes de possíveis falhas das PDE's Grota 2 e Grota 3, destacando-se também a ausência de estudos de ruptura hipotética das estruturas.

Considerando o escopo do presente estudo, destaca-se, do ponto de vista técnico, a relevância das características dimensionais das pilhas de estéril. Nesse cenário, o **Quadro 9-9** resume os dados das dimensões das estruturas citadas, extraídos do Projeto Conceitual de Estabilização e Controle Hidrológico da PDE Grota 2 (RL-1190AC-X-44762 - DF+ 2022) e do Relatório de Diagnóstico da PDE Grota 3 (GSTVAF0005-01-1-GT-RET-0006 - Geoestável, 2018). Comparativamente, salienta-se que as dimensões das pilhas de estéril são superiores às dimensões das barragens, apresentadas no item **9.1.1.1**.

Quadro 9-9 - Características dimensionais das PDE's. Fonte: RL-1190AC-X-44762 (DF+ 2022) e GSTVAF0005-01-1-GT-RET-0006 (Geoestável, 2018).

Pilha	Altura máxima (m)	Área da pilha (m²)	Volume total (m³)
PDE Grota 2	190,00	277.733,24	50.239.272,00
PDE Grota 3	172,00	317.739,77	19.100.000,00

No entanto, ressalta-se que, em termos gerais, pilhas de estéril são constituídas por materiais predominantemente secos ou com baixo grau de saturação, o que as diferencia das barragens de mineração, usualmente compostas por materiais saturados, que por vezes, apresentam potencial de liquefação.

Nesse contexto, estudos de caso disponíveis na literatura técnica indicam que as rupturas de pilhas de estéril tendem a apresentar mobilidade e alcance mais restritos quando comparadas às manchas de inundação associadas a falhas de barragens, que podem atingir dezenas de quilômetros, conforme apresentado no **Quadro 9-5**. Em particular, o estudo conduzido por Machado & Leão (2024) avaliou uma pilha de estéril com aproximadamente 403 m de altura, área da ordem de 2,07 Mm² e volume estimado em 186 Mm³ - estrutura com maiores dimensões que as PDE's em estudo. A simulação de ruptura hipotética dessa estrutura indicou um alcance máximo de 1.390 m.

Contudo, é importante destacar que a extensão e o comportamento do material mobilizado em cenários de instabilidade de pilhas de estéril podem variar significativamente em função de fatores como as propriedades geotécnicas dos materiais dispostos, a geometria e configuração do empilhamento, além do estado de saturação do maciço.

9.1.2.2. Medidas remediadoras

Tal qual descrito anteriormente, as estabilizaçãos das pilhas, funcionarão como um programa de recuperação, uma vez que sua implantação eleva os fatores de seguranças das estruturas.

O **Quadro 9-10** sintetiza os fatores de segurança calculados para a situação final de projeto de estabilização de cada estrutura. Tais valores advém dos seguintes documentos:

- PDE Grota 2: RL-1190AC-X-44762 (DF+ 2022);
- PDE Grota 3: RL-1850AC-X-81155 (TPF, 2025).

É importante destacar que o Projeto Conceitual de Estabilização da PDE Grota 2 (RL-1190AC-X-44762 – DF+ 2022) foi elaborado com base na norma ABNT NBR 13.029/2017, vigente à época, atendendo aos critérios então estabelecidos. No entanto, os fatores de segurança obtidos para a situação final de projeto, especialmente sob condição crítica de nível freático, não satisfazem os requisitos da versão atualizada da norma (ABNT NBR 13.029/2024), conforme destacado, em laranja, no **Quadro 9-10.** Dessa forma, é fundamental que o projeto básico e/ou executivo de estabilização da PDE Grota 2 seja desenvolvido em conformidade com a versão mais recente da norma (ABNT 13.029/2024).

No que se refere à PDE Grota 3, conforme destacado no Projeto *As Is* (RL-1850AC-X-81155 - TPF, 2025), está sendo implantado Projeto de Adequação do Platô da pilha e entende-se que as intervenções propostas devem favorecer a drenagem da área, contribuindo para a redução ou eliminação do acúmulo de água anteriormente identificado. Contudo, no atual cenário, ainda não é possível afirmar se tais obras representarão medidas remediadoras suficientes para que a PDE Grota 3 deixe de ser classificada como um passivo geotécnico. Diante disso, destaca-se a importância do monitoramento e avaliação constante da pilha, a fim de verificar sua eficácia e, se necessário, propor medidas estabilizadoras adicionais.

Quadro 9-10 - Fatores de segurança pós-obra de estabilização das PDE's avaliadas.

Pilha	Seção	Cenário	FS obtido	FS mínimo
PDE Grota 2	Seção AA	Freática normal	1,50	1,50
	Seção AA	Freática crítica	1,40	1,50
PDE Grota 3	-	-	-	-

Além das ações definidas nos projetos de estabilização/adequação, também é importante, para a remediação da situação descrita, que sejam realizadas as medidas apresentadas nos programas de mitigação, monitoramento, compensação e recuperação a serem detalhados no **Capítulo 11** do presente EIA.

10 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Este capítulo apresenta a identificação e avaliação dos impactos ambientais do projeto de obras emergenciais para o Reforço da Barragem 6, Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o Incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3, localizado na Mina de Águas Claras – Nova Lima/MG, no estado de Minas Gerais. Esta atividade abarca informações e considerações sobre as etapas de planejamento, implantação e pós-obras. Destaca-se que, considerando a tipologia do projeto, não se aplica a fase de operação, a qual por essa razão não foi considerada na presente avaliação de impactos.

É pertinente mencionar que, ainda que se refira a um projeto integrado, o qual inclui estruturas com características distintas, foi possível avaliar os impactos das atividades sobre o território conjunto, uma vez que as informações disponíveis permitiram uma avaliação que abordou os pontos específicos de cada barragem. A indicação de eventuais medidas direcionadas a estruturas específicas na Mina de Águas Claras foram apresentadas ao longo da descrição de cada impacto. A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é um instrumento de planejamento que visa conciliar atividades humanas e a manutenção da qualidade ambiental. Ela é majoritariamente requisitada por governos, mas também é amplamente utilizada por empresas e instituições de financiamento para a tomada de decisão quanto a sua carteira de projetos.

O entendimento neste documento sobre impacto ambiental é orientado pela definição da Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986:

> *"..., considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais".*

No entanto, mesmo que a motivação deste tipo de estudo seja decorrente da necessidade de intervenção ambiental, a realização de projetos também pode apresentar diversos impactos positivos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, decorrentes de seus objetivos diretos ou externalidades benéficas.

Nesse sentido, foi adotado o conceito elaborado por Sánchez (2020) como mais abrangente, o qual descreve impacto ambiental como "a *alteração da qualidade ambiental resultante da modificação de processos naturais ou ambientais provocada por ação humana."*

Isto posto, a identificação e a avaliação dos impactos ambientais inerentes a projetos devem ter como base as características técnicas das atividades previstas, incluindo as suas diferentes fases de implementação e suas áreas de influência, assim como os diagnósticos ambientais apresentados nos **Capítulo 6. Diagnóstico Ambiental com os subitens 6.1 – Diagnóstico do Meio Físico, 6.2 – Diagnóstico do Meio Biótico e 6.3 – Diagnóstico do Meio Socioeconômico**.

A partir dos resultados desta avaliação foram sugeridas medidas mitigadoras, corretivas ou compensatórias para os impactos de natureza negativa e medidas potencializadoras direcionadas aos impactos de natureza positiva. Em todos os casos, as medidas aplicáveis foram agrupadas em programas ambientais, os quais sugere-se a implementação, principalmente, durante a fase de obras (quando a maioria dos impactos se manifestará), e cujas diretrizes são propostas no **Capítulo 11 – Programas Ambientais.**

10.1 METODOLOGIA

A construção da AIA seguida neste documento tem como base algumas abordagens metodológicas e diversos documentos de referência, considerando a evolução do entendimento do tema no país e no mundo. Oriunda da *National Environmental Policy Act (*1969), o NEPA dos Estados Unidos, foi incorporada no âmbito nacional a partir da Política Nacional do Meio Ambiente (1981) e das instruções preconizadas na Resolução CONAMA nº 001/1986. Esta resolução, internalizada neste documento, estabelece definições, responsabilidades e dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impactos ambientais.

Um desdobramento das considerações sobre impactos ambientais pela ótica do mercado financeiro gerou ferramentas próprias. Este setor identificou um panorama de descolamento entre a gestão dos projetos e as considerações ambientais. Assim, como destaca Sánchez (2020), foram criados Padrões de Desempenho de Sustentabilidade Ambiental e Social para atrelar o comprometimento de seus clientes com a adequada implementação das medidas de mitigação de danos ambientais e com a população afetada durante todo o ciclo de vida do projeto.

Este controle financeiro se demonstrou eficaz para valorizar os sistemas de gestão ambiental dos empreendimentos, principalmente com o real acompanhamento dos programas

ambientais durante a implantação e operação do projeto, fortalecendo os vínculos entre o levantamento prévio da AIA e a gestão ambiental do empreendimento. Esta abordagem, exemplificada pelos padrões do Corporação Financeira Internacional (IFC, 2012), os compromissos dos Princípios do Equador (2020) e os Dez Padrões Ambientais e Sociais do Banco Mundial (WBG, 2016), permite a customização das ações mitigadoras para cada situação específica.

Além disso, a crescente preocupação com os efeitos das Mudanças Climáticas em escala global ressalta a necessidade de atenção dos projetos a diversas questões que podem afetar a capacidade natural e antrópica de lidar com ameaças atuais e ainda maiores no futuro. Estas questões podem não somente aumentar a vulnerabilidade de receptores a estes impactos, mas também se apresentar como riscos à execução das atividades previstas.

A implantação de um empreendimento envolve uma série de etapas sequenciais (ainda que com algumas iterações), concatenadas de maneira lógica e realizada por equipe multidisciplinar, e seu resultado não deve somente atender ao arcabouço legal vigente, mas deve efetivamente servir como apoio à decisão, direcionando os projetos executivos dos empreendimentos e sua gestão ambiental em direção à sustentabilidade e responsabilidade social. Nesse sentido, à luz das referências anteriormente apresentadas, foi considerada na construção desta AIA a metodologia da Matriz de Impactos (LEOPOLD, *et al.,* 1971), conforme orientações da Resolução CONAMA nº 01/86, a qual visa identificar, qualificar, quantificar e valorar, quando passíveis de mensuração, os impactos potencialmente gerados nas diferentes fases do empreendimento.

Além dela, foi considerada a adaptação do Modelo de Avaliação e Gestão de Impactos Ambientais (MAGIA), desenvolvido por Macedo (1989), o qual norteou, originalmente, os estudos de impacto ambiental de grandes hidrelétricas nas Regiões Norte e Centro-Oeste do país e que, posteriormente, passou a ser adotado em estudos ambientais de diversas naturezas. Foram incorporadas também as orientações do TR EIA - Rima Mata Atlântica, v1.1 atualização setembro de 2022, o qual apresenta as orientações referentes ao escopo do presente EIA.

Por fim, destaca-se a realização da ampla consulta aos conceitos abordados em SÁNCHEZ (2006, 2020, 2023), considerando as diversas nuances, pontos positivos e negativos de cada metodologia descrita.

A sequência de etapas da AIA para o projeto integrado de descaracterização da Mina de Águas Claras segue a seguinte ordem de atividades:

- Definição dos conceitos norteadores;
- Identificação das atividades potencialmente geradoras;
- Identificação dos receptores potencialmente afetados;
- Identificação dos impactos esperados;
- Construção dos critérios de classificação dos impactos e dos receptores;
- Classificação e hierarquização dos impactos;
- Caracterização dos impactos;
- Conclusão e considerações finais da AIA.

Estas etapas serão descritas nos itens subsequentes.

10.1.1 Definição dos Conceitos Norteadores

A primeira etapa da AIA consiste no nivelamento do entendimento quanto aos termos e conceitos necessários à avaliação, apresentados a seguir:

- Atividades Geradoras: Ações ou atividades do projeto, vinculadas ao seu Memorial Descritivo, que apresentam capacidade ou potencial de causarem impactos ambientais. As atividades são vinculadas ao momento do projeto em que ocorrem.
- Aspectos Ambientais: São os mecanismos ou formas que as atividades podem interagir com os receptores. Apresenta o elemento ligante da cadeia de relações entre as ações do projeto e os impactos no ambiente. Uma atividade pode ter diversos aspectos ambientais vinculados, relevante para um ou mais meios ou receptores.
- Receptores: Definição dos componentes do ambiente, processos ou funções ecológicas e socioeconômicas dos meios afetados pelas atividades e aspectos ambientais do empreendimento. São aqueles que apresentam a perda ou ganho de qualidade, ou são percebidas as alterações decorrentes da implementação do projeto.
- Impactos: alteração da qualidade ambiental resultante da modificação de processos naturais ou ambientais provocada por ação humana. Para cada impacto identificado, deve ser possível compreender como ele ocorre, em qual momento, em que áreas e quais receptores são afetados de forma benéfica ou negativa.
- Fase de ocorrência – Planejamento (antes das obras): O impacto ocorre antes da execução das obras, podendo estar ligado às investigações geotécnicas que precedem à execução;

- Fase de ocorrência – Implantação (durante as obras): Compreende as atividades realizadas durante as obras, sejam estas as de incremento do fator de segurança das PDEs, obras de reforço ou a descaracterização das barragens em si, dentre outras.
- Fase de ocorrência – Pós-obras (após a execução das intervenções): Compreende impactos que ocorrem após a fase de implantação.
- Critérios de Classificação: Critérios utilizados para identificar a magnitude e importância dos impactos, assim como da sensibilidade dos receptores.
- Medidas: Conjunto de procedimentos voltados à gestão dos impactos decorrentes de alguma ação do empreendimento. Estas medidas podem ter como objetivo prevenir ou mitigar efeitos adversos, compensar os impactos que não podem ser evitados e potencializar os efeitos benéficos para os receptores dos impactos positivos do projeto.
- Sensibilidade Ambiental: o grau de vulnerabilidade ou suscetibilidade de um receptor, processo ou sistema, aos efeitos adversos de ações antrópicas, ou ainda, a incapacidade de administrar esses efeitos. Característica que descreve a intensidade esperada de como cada receptor avaliado é afetado por um ou conjunto de impactos específicos, utilizando como base outros receptores similares.

10.1.2 Atividades Potencialmente Geradoras de Impactos

A segunda etapa da AIA envolveu a identificação das atividades potencialmente geradoras de impactos, a partir do **Capítulo 4 - Caracterização do Empreendimento** em tela ou de empreendimentos similares.

Para o projeto da descaracterização/estabilização da Mina de Águas Claras, foram identificadas as seguintes atividades potencialmente geradoras de impactos:

1. Ações de divulgação;
2. Execução de canais de drenagem;
3. Contratação de serviços e aquisição de materiais;
4. Corte/aterro;
5. Desmobilização de mão de obra e do canteiro;
6. Destinação de resíduos;
7. Escavação / limpeza de sedimentos;
8. Execução de Fundações/Área de Disposição de Material Excedente (ADME);

9. Instalação de canteiro de obras e áreas de apoio;
10. Mobilização de equipamentos, máquinas e veículos;
11. Mobilização de mão de obra;
12. Monitoramentos Ambientais;
13. Movimentação do solo;
14. Realização de Estudos Ambientais e de Engenharia;
15. Realização de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica;
16. Revegetação / Hidrossemeadura;
17. Terraplanagem;
18. Transporte de materiais, equipamentos e insumos.

10.1.3 Receptores Potencialmente Afetados

O desenvolvimento da AIA envolveu a análise das informações relacionadas aos diagnósticos socioambientais apresentados nos **Capítulos de 9 a 11**, identificando quais receptores ambientais presentes nas Áreas Diretamente Afetada, Área de Influência Direta e Área de Influência Indireta podem ser afetados de forma relevante pelas atividades potencialmente geradoras identificadas no projeto.

Os receptores relevantes presentes na ADA foram listados abaixo:

- Atividades agropecuárias;
- Ar;
- Água;
- Áreas de Preservação Permanente;
- Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade;
- Arrecadação Tributária;
- Atividades Econômicas;
- Atividades Minerárias;
- Avifauna;
- Comércio;
- Fauna Aquática;

- Fauna Terrestre;
- Mercado de Trabalho;
- Gestão Pública;
- Moradores e Proprietários;
- Ocupações;
- Organizações da Sociedade Civil;
- Paisagem;
- Pressão Sonora;
- Propriedades;
- Recursos Hídricos Superficiais;
- Reservatórios de Carbono;
- Serviços;
- Solo;
- Tráfego e Infraestrutura Viária;
- Turismo e Lazer;
- Vegetação.

10.1.4 Definição dos Critérios de Classificação dos Impactos e dos Receptores

Esta etapa envolve a organização e descrição dos diversos atributos para a classificação dos impactos. Os atributos podem ser de dois tipos, os descritivos e os classificatórios. Os atributos descritivos têm como objetivo apresentar informações que não estão atreladas à sua magnitude, ou seja, são qualificadores. Os atributos classificatórios, por outro lado, aferem alguma dimensão de tamanho dos impactos. Cada atributo de classificação avalia os impactos perante uma ótica, voltada a determinar a magnitude esperada dos efeitos no ambiente. Neste intuito, para se avaliar de forma padronizada a importância das alterações ambientais do projeto é necessária a construção de uma métrica comum. A métrica pode estar organizada de forma qualitativa e/ou quantitativa, avaliando os impactos desencadeados em cada etapa da descaracterização das barragens, desde o planejamento, implantação e desativação.

Existem diversos atributos utilizados para caracterizar impactos ambientais na literatura. Dentre a literatura pesquisada pode-se citar Macedo (1994), Erickson (1994), Block (1999), Sánchez (2006, 2020) e *Aecom Environment* (2009). Entretanto, para se efetivamente internalizar questões cada vez mais relevantes na sociedade e transversais aos meios tradicionais, relacionadas a questões estruturais e inerentes a todos os lugares, foram desenvolvidos alguns critérios classificatórios inéditos, a saber: resiliência climática, intensidade de carbono e interseccionalidade.

A metodologia adotada no presente EIA, aderente ao Termo de Referência do SISEMA, considera os seguintes critérios de classificação de impacto ambiental: Natureza dos Impactos (positivo/benéfico, negativo/adverso, indeterminado/com ambas características); Localização e espacialização; Fase de ocorrência (planejamento, implantação, desativação); Incidência (direto, indireto); Duração (temporário, permanente ou cíclico); Temporalidade (imediato, curta, média, alta, ou indefinida); Reversibilidade (reversível, irreversível); Grau de Incerteza (baixo, médio, alto, certo); Importância (Mínima, Pequena, Intermediária, Grande e Muito Grande); Magnitude (Desprezível, Baixa, Média, Alta e Muito Alta); e Cumulatividade e Sinergia.

Outros critérios, tais como Abrangência Espacial; Distribuição Espacial; Resiliência Climática; Intensidade de Carbono, Interseccionalidade, Prazo de manifestação e Intensidade da Alteração também foram considerados. O **Quadro 10-1** apresenta todos os atributos da magnitude dos impactos considerados na AIA da descaracterização/estabilização das obras que ocorrem na Mina de Águas Claras, incluindo sua categoria (descritivo ou classificatório) e suas descrições. Devemos destacar que a Magnitude, a Sensibilidade e a Importância são definidas a partir de critérios específicos apresentados na sequência.

Quadro 10-1 - Atributos dos impactos ambientais.

Atributos	Tipo	Descrição
Natureza	Descritivo	Descreve o caráter **Positivo** ou **Negativo** (benéfico ou adverso, respectivamente) do impacto. Entende-se como benéfico o aumento da qualidade ambiental em decorrência do impacto, e adverso o que causa a diminuição da qualidade ambiental. Quando houver aspectos positivos e negativos, o caráter é **Indeterminado**.
Forma de Incidência	Descritivo	Se a causa ou fonte do impacto é decorrente das atividades do projeto ou das ações realizadas pelo empreendedor, ou suas empresas contratadas, este é considerado como **Direto**. É considerado **Indireto** se o impacto decorre de um impacto direto (segunda ou terceira ordem) ou decorre de ações facilitadas pela presença do empreendimento.

Atributos	Tipo	Descrição
Prazo de Manifestação	Descritivo	Apresenta o tempo entre a ação causadora do impacto e a manifestação de seus efeitos (**Imediato, Curto, Médio** e **Longo Prazo**). Impacto **Imediato** é aquele cujos efeitos surgem imediatamente após a ação; Impacto de **Curto Prazo** é o que ocorre após, mas próximo, ao início da ação geradora e na mesma fase do empreendimento; **Médio Prazo** é referente ao impacto cujos efeitos se manifestam num período de tempo após o fim da ação, porém dentro do período de desenvolvimento do empreendimento, e; Impacto de **Longo Prazo** é aquele cujos efeitos somente poderão ser detectados muito tempo após a ação geradora, inclusive podendo ocorrer além da vida útil do empreendimento.
Abrangência Espacial	Descritivo	**Local** é aquele cuja abrangência se restringe aos limites das áreas do empreendimento; **Lindeiro** é aquele que se manifesta adjacente ao perímetro do empreendimento ou o longo das vias de transporte de insumos ou de produtos; **Abrangência Municipal** é usada para os impactos relacionados aos limites administrativos municipais; **Escala Regional** é empregada para os impactos cuja influência ultrapasse as categorias anteriores; **Escala Global** para os impactos que potencialmente afetem todo o planeta.
Intensidade da Alteração	Classificatório	Descreve o nível médio de alteração esperada nos receptores em decorrência deste impacto. Considera relações entre o volume ou concentração da alteração nos componentes ambientais afetados, associado também a quantidade de indivíduos afetados quando aplicável. Impacto pode ter intensidade **Fraca**, **Média**, **Variada** (quando apresentam volumes ou concentrações distribuídas de forma heterogênea na área afetada ou recortes populacionais) e **Alta**.
Distribuição Espacial	Classificatório	Relacionado a como o impacto se desdobra sobre sua abrangência espacial. Um Impacto **Localizado** está concentrado ou confinado a uma área ou lugar específico, facilitando seu gerenciamento. Impacto **Homogêneo** se apresenta de forma uniforme ou consistente em intensidade ou características ao longo de toda a área de abrangência. Impacto **Difuso** é aquele que apresenta variações de intensidade e características sobre sua área de abrangência, dificultando seu gerenciamento.
Duração	Classificatório	Impacto **Temporário** é aquele que cessa quando a ação geradora cessa; Impacto **Cíclico** é aquele que reaparece periodicamente, em intervalos com alguma regularidade e previsibilidade; **Impacto Permanente** refere-se à alteração definitiva ou de duração indefinida sobre um receptor ou componente ambiental, isto é sua manifestação permanece mesmo após a ação geradora ser cessada.
Grau de incerteza	Classificatório	Refere-se ao grau de incerteza acerca da ocorrência de um impacto. **Certo**, o impacto irá ocorrer; **Alto,** ocorrência provável com base em casos e projetos similares; **Médio**, quando a probabilidade de ocorrer ou não é similar; **Baixo**, quando é pouco provável a ocorrência, mas não desprezível.

Atributos	Tipo	Descrição
Reversibilidade	Classificatório	Avalia a capacidade do ambiente retornar à sua condição similar a original após a manifestação do impacto, sendo este considerado **Reversível** em caso afirmativo ou **Irreversível** caso contrário. Este retorno pode ser através da resiliência ambiental natural ou por meio de ações corretivas específicas.
Temporalidade	Classificatório	Indica a estimativa de tempo em que o ambiente é capaz de retornar a sua condição original ou similar após a cessão da fonte do impacto. **Imediata** refere-se aos impactos cujos efeitos cessam imediatamente após a ação geradora; **Curta** refere-se aos impactos que cessa seus efeitos após o fim da ação geradora e na mesma fase do empreendimento; **Média** é referente aos impactos cujos efeitos permanecem se manifestando por algum período de tempo após o fim da ação, porém em mais de uma fase do empreendimento; **Alta** é referente aos impactos cujos efeitos permanecem se manifestando por algum período de tempo após o fim da ação, porém dentro da vida útil do empreendimento, e; **Indefinida** refere-se aos impactos cujos efeitos perdurarão após muito tempo da ação geradora, inclusive podendo ocorrer além da vida útil do empreendimento ou sem uma estimativa confiável de sua cessão.
Sinergia	Classificatório	Refere-se à capacidade de novos impactos serem gerados a partir da interação entre impactos distintos, com características distintas de seus predecessores. É **Sinérgico** quando tal fenômeno ocorre, e **Não Sinérgico** quando o impacto não apresenta esta capacidade.
Cumulatividade	Classificatório	Considera-se **Cumulativo** quando a alteração do ambiente causada por um determinado impacto é potencializada pelos efeitos de outros impactos similares e na mesma temporalidade; **Não Cumulativo**, quando o impacto não apresenta esta capacidade.
Resiliência Climática	Classificatório	Indica o nível de interferência do impacto com os riscos climáticos, incluindo a capacidade de alterar a vulnerabilidade dos receptores afetados às ameaças climáticas da região, como diminuição da segurança hídrica, da diversidade ambiental ou de alguma capacidade adaptativa específica. Esta interferência pode ser classificada como **Baixa, Média** ou **Alta**.
Intensidade de Carbono	Classificatório	Representa a intensidade de emissões de gases de efeito estufa (GEEs) vinculada ao impacto analisado, seja de forma direta ou indireta. **Neutro** são os impactos que não apresentam emissões ou sequestro de carbono de forma relevante. **Baixo, Médio** e **Alto** estão relacionados à intensidade da pegada de carbono do impacto avaliado segundo especialistas, considerando o contexto da atividade geradora e quantidade estimada de carbono envolvida.

Atributos	Tipo	Descrição
Interseccionalidade	Classificatório	Impacto que apresenta evidências de sinergia com recortes populacionais. A consequência dos efeitos é desigual sobre indivíduos e grupos na sociedade que se identifiquem de uma raça, etnia, gênero, classe socioeconômica, orientação sexual, idade, religião, capacidade física e mental, entre outros marcadores sociais da diferença, sendo relevante para a justiça social, ambiental e climática. **Baixa,** quando o impacto não apresenta efeitos diferenciados sobre recortes populacionais; **Média**, quando o impacto apresenta algum efeito diferenciado sobre recortes populacionais; **Alta,** quando o impacto pode gerar efeitos com intensidades diferentes sobre recortes populacionais específicos.

Somente os atributos classificatórios apresentam valores quantitativos. A qualificação de cada atributo perante a métrica proposta tem como resultado a Magnitude de cada impacto. Nesse sentido, a avaliação de cada impacto perante os critérios resume o tamanho multidimensional que a alteração dos receptores deve apresentar em decorrência do empreendimento. A **Magnitude** dos impactos foi classificada em cinco classes, quais sejam: **Desprezível, Baixa, Média, Alta** e **Muito Alta,** definida a partir dos atributos selecionados pela equipe técnica.

Os valores adotados dos atributos classificatórios variam entre 1 e 5, excetuando-se o atributo Natureza. A Magnitude é expressa pela soma das classificações dos atributos Intensidade da Alteração, Distribuição Espacial, Duração, Grau de incerteza, Reversibilidade, Temporalidade, Sinergia e Cumulatividade (**Quadro 10-2**). A Magnitude dos impactos foi classificada em cinco classes, entre Desprezível, Baixa, Média, Alta e Muito Alta, e seus valores podem variar entre 10 e 55 (

Quadro 10-3).

Quadro 10-2 - Atributos classificatórios da Magnitude e pontuação associada.

Atributo de Classificação	Pontuação				
	1	2	3	4	5
Intensidade da Alteração	Fraca		Média	Variada	Alta
Distribuição Espacial	Localizado		Homogêneo		Difuso
Duração	Temporário		Cíclico		Permanente
Grau de incerteza	Baixo	Médio	Alto		Certo
Reversibilidade	Reversível				Irreversível
Temporalidade	Imediata	Curta	Média	Alta	Indefinida
Sinergia	Não Sinérgico				Sinérgico
Cumulatividade	Não Cumulativo				Cumulativo
Resiliência Climática	Baixa		Média		Alta
Intensidade de Carbono	Neutro (0)	Baixa	Média		Alta
Interseccionalidade	Baixa		Média		Alta

Quadro 10-3 - Valoração para composição da Magnitude.

Classes	Valor
Desprezível	Entre 10 e 16
Baixa	Entre 17 e 23
Média	Entre 24e 30
Alta	Entre 31 e 37
Muito Alta	Entre 38 e 55

Ainda assim, entender as características e dimensão do impacto ambiental não é suficiente para determinar a sua importância. A capacidade de um impacto afetar o meio onde se insere depende tanto da ação geradora quanto das características intrínsecas dos receptores/componentes socioambientais, isto é, o quão são suscetíveis ou resistentes a sofrerem alterações perante os aspectos ambientais do empreendimento.

A **Sensibilidade** dos receptores é um fator de ponderação, utilizado para destacar a sua capacidade de afetação perante um ou mais impactos. Deste modo, um mesmo receptor pode ser afetado por diferentes impactos e ter vulnerabilidades distintas, isto é, sendo pouco sensível a um impacto e muito sensível a outro, independentemente de sua magnitude. Nesse sentido, a equipe técnica atribuiu um nível de sensibilidade aos receptores associados para cada impacto identificado. Ao todo foram considerados cinco níveis, a saber: **Muito Pouco Sensível**, **Pouco Sensível, Sensível, Consideravelmente Sensível** e **Muito Sensível**.

Atribuiu-se valores quantitativos para a sensibilidade do ambiente. Deste modo, estabeleceu-se o nível de sensibilidade dos receptores ou processos ambientais considerados, de acordo com suas propriedades e condições gerais, associando também à sua relevância perante os contextos sociais, físicos e biológicos que se encontram inseridos (**Quadro 10-4)**. Assim, quanto mais imprescindível o receptor for para a manutenção das características ambientais locais, maior será a importância geral dos impactos que podem lhe afetar.

Quadro 10-4 - Classes de Sensibilidade do Receptor Ambiental.

Classes	Valor
Muito Pouco Sensível	1
Pouco Sensível	1,25
Sensível	1,6
Consideravelmente Sensível	1,75
Muito Sensível	2

A avaliação conjunta da Magnitude de cada impacto e da Sensibilidade de cada receptor resultou na Importância de cada impacto. A **Importância** representa a síntese de todos os atributos utilizados, tanto para os impactos quanto para os receptores, correspondendo a um juízo da relevância do impacto, segundo as considerações dos especialistas de cada tema.

Matematicamente, a Importância se apresenta como resultado da multiplicação da Magnitude, Natureza e Sensibilidade do Componente Ambiental, de acordo com seguinte fórmula:

$I = |M \times s|$

Onde:
I = Importância do impacto ambiental
M = Magnitude
s = Sensibilidade do Receptor Ambiental

Na presente metodologia de AIA, o valor da Importância pode variar entre 10 e 110, entre cinco classes, quais sejam: **Mínima, Pequena, Intermediária, Grande** e **Muito Grande**, conforme o **Quadro 10-5.** A combinação entre níveis de magnitude e sensibilidade do receptor ambiental se apresentam conforme o **Quadro 10-6.**

Quadro 10-5 - Classes de Importância dos Impactos.

Classe	Valor
Mínima	De 10 a 23
Pequena	De 24 a 37
Média	De 38 a 51
Grande	De 52 a 65
Muito Grande	De 66 a 110

Quadro 10-6 - Importância dos impactos de acordo com as magnitudes mínimas e máximas versus a sensibilidade dos receptores.

Magnitude	Sensibilidade do Receptor Ambiental				
	Muito Pouco Sensível	Pouco Sensível	Sensível	Consideravelmente Sensível	Muito Sensível
Desprezível Min	Mínima	Mínima	Mínima	Mínima	Mínima
Desprezível Max	Mínima	Mínima	Pequena	Pequena	Pequena
Baixa Min	Mínima	Mínima	Pequena	Pequena	Pequena
Baixa Max	Mínima	Pequena	Pequena	Intermediária	Intermediária
Média Min	Pequena	Pequena	Intermediária	Intermediária	Intermediária
Média Max	Pequena	Intermediária	Intermediária	Grande	Grande
Alta Min	Pequena	Intermediária	Intermediária	Grande	Grande
Alta Max	Pequena	Intermediária	Grande	Grande	Muito Grande
Muito Alta Min	Intermediária	Intermediária	Grande	Muito Grande	Muito Grande
Muito Alta Max	Grande	Muito Grande	Muito Grande	Muito Grande	Muito Grande

Fonte: Concremat Ambiental, 2025

10.2 CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Nesta etapa os impactos ambientais identificados são descritos e quantificados segundo a metodologia previamente descrita, considerando as informações apresentadas nos diagnósticos dos meios físico, biótico e socioeconômico apresentados neste documento. São também apresentadas as medidas aplicáveis para minimização das adversidades e potencialização dos benefícios promovidos por cada impacto.

10.2.1 Aumento da Geração de Expectativas

Na **Fase de Planejamento**, correspondente à emissão do Comunicado de Obras Emergenciais (COE) junto aos órgãos ambientais em relação às obras emergenciais para o reforço da Barragem 6, a descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o incremento do Fator de Segurança (FS) das PDES Grota 2 e Grota 3, observa-se a ausência de um Programa de Comunicação Social (PCS) estruturado e em execução na Área de Estudo, uma vez que a Mina de Águas Claras (MAC) se encontra desativada. As ações informativas realizadas na área de influência da MAC pelo empreendedor apresentam caráter pontual e sob demanda das partes interessadas, o que pode comprometer o acesso da população a informações claras, sistematizadas e atualizadas sobre o cronograma e o escopo das obras. Considerando que as intervenções ocorrem em caráter emergencial, respaldadas por dispositivos legais que orientam o licenciamento ambiental posterior, conforme previsto na legislação do Estado de Minas Gerais, moradores e gestores permanecem sem o pleno conhecimento sobre o contexto das atividades a serem realizadas. Nesse cenário, ações pontuais de comunicação, ainda que bem-intencionadas, podem gerar expectativas junto à população, e a falta de consolidação dessas iniciativas informativas regulares pode, portanto, agravar percepções de desinformação, insegurança e frustração.

Já na **Fase de Implantação**, as expectativas tornam-se mais evidentes, sejam em relação aos potenciais benefícios, como também no que se refere aos incômodos e riscos percebidos. Entre os aspectos positivos, destaca-se a expectativa por geração de empregos locais, ainda que temporários, e a movimentação econômica associada à presença de trabalhadores e prestadores de serviço. Contudo, essas percepções coexistem com preocupações relativas à circulação de veículos pesados nas vias que cruzam as localidades da AEL, onde algumas delas compartilham o acesso à MAC, por conta de congestionamentos, aumento de ruídos e possíveis interrupções temporárias nas rotinas diárias. Nesse cenário, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) surge como uma importante fonte formal de informação e, também, como momento de intensificação das expectativas e incertezas.

Na **Fase de pós-obra** surgem expectativas relacionadas à desativação definitiva das estruturas, principalmente, ao uso futuro do território. Nesse sentido, a proposta da Vale para a MAC tem se destacado como um vetor importante na construção de expectativas comunitárias. A empresa lançou o 1º Edital Uso Futuro MAC, que prevê a destinação de uma área para iniciativas de caráter cultural, esportivo, de lazer e entretenimento (VALE, 2024). A proposta de transformação do local em um legado sustentável para Nova Lima e região tem gerado interesse e especulação por parte da população, que aguarda definições quanto aos critérios de acesso, formas de participação social e efetividade da implementação. Assim, mesmo após o fim das obras, a geração de expectativas se mantém como um impacto relevante, agora relacionado ao futuro das estruturas.

O impacto é considerado de natureza **Indeterminada** por envolver simultaneamente aspectos positivos e negativos. Sua forma de incidência é **Direta**, pois decorre das primeiras atividades associadas ao projeto. O prazo de manifestação é **Curto**, já que a expectativa surge rapidamente com a divulgação de informações e ações iniciais. A intensidade da alteração é **Alta**, pois pode gerar entusiasmo, preocupação ou mobilização social significativa. A abrangência espacial é **Regional**, mas sua distribuição espacial é **Localizada**, concentrando-se em grupos diretamente envolvidos. A duração é **Temporária** e o Grau de incerteza é **Certo**, pois as intervenções inevitavelmente despertam expectativas. O impacto é **Reversível**, e a temporalidade é **Alta,** devido ao tempo das obras, sendo **Sinérgico**, pois pode interagir com outros fatores sociais e econômicos, e também **Cumulativo**, pois se soma a percepções anteriores sobre iniciativas similares.

A resiliência climática é **Baixa**, pois esse impacto não afeta diretamente a vulnerabilidade da região às mudanças climáticas. A intensidade de carbono é **Neutra**, pois a geração de expectativa não resulta em emissões de gases de efeito estufa. A interseccionalidade é **Alta**, pois diferentes grupos podem ser impactados de formas distintas, dependendo de fatores como nível de informação e posição socioeconômica.

Considerando os atributos, a magnitude do impacto é **Alta**, e sensibilidade do fator ambiental é **Sensível**, considerando que o contexto da descaracterização de barragens e estabilização de pilhas em estruturas que não apresentam alto risco técnico. Com isso, a importância do impacto é classificada como **Intermediária.**

Quadro 10-7 - Classificação do impacto Aumento da Geração de Expectativas

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Todas
Meio de Referência	Socioeconômico
Receptores	Moradores e Proprietários; Gestão Pública; Organizações da Sociedade Civil
Ações Geradoras	Realização de Estudos Ambientais e de Engenharia Realização de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica Ações de divulgação Instalação de canteiro de obras e áreas de apoio Contratação de serviços e aquisição de materiais Mobilização de equipamentos, máquinas e veículos Mobilização de mão de obra Transporte de materiais, equipamentos e insumos
Natureza	Indeterminada
Forma de Incidência	Direto
Prazo de Manifestação	Curto
Intensidade da Alteração	Alta
Abrangência Espacial	Regional
Distribuição Espacial	Localizado
Duração	Temporário
Grau de Incerteza	Certo
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Baixa
Intensidade de Carbono	Neutro
Interseccionalidade	Alta
Magnitude	Alta
Sensibilidade do Fator Ambiental	Sensível
Importância do Impacto	Intermediária

Medidas Recomendadas:

Para alinhar as expectativas da população e gestores locais à realidade das obras e evitar frustrações, recomenda-se a execução de **Programa de Comunicação Social (PCS),** para que seja adotada uma comunicação efetiva sobre as obras na MAC junto ao público-alvo. Essa comunicação deve abordar tanto os benefícios das obras, com o reforço de segurança, quanto os possíveis desafios e imprevistos inerentes.

Programas Recomendados:

Programa de Comunicação Social (PCS).

10.2.2 Alteração da Condição de Estabilidade Geotécnica

O presente item apresenta a avaliação do impacto da alteração da condição de estabilidade geotécnica das estruturas Dique Auxiliar da Barragem 5, Barragens 6, 7A e 8B e PDE's Grota 2 e Grota 3. Como os efeitos desse impacto são similares para barragens e pilhas de estéril, e para o seu entorno, a descrição do impacto será abordada de forma unificada para todas essas estruturas. Contudo, para uma análise mais precisa e detalhada, a avaliação desse impacto será segmentada e abordada separadamente em cada fase do projeto, incluindo planejamento, implantação e pós-obras, permitindo considerar as particularidades e desafios inerentes a cada etapa.

Durante a Fase de planejamento não são previstas novas atividades que influenciem de forma significativa a condição de estabilidade geotécnica do Dique Auxiliar da Barragem 5, das Barragens 6, 7A e 8B, e das PDE's Grota 2 e Grota 3, exceto quando da necessidade de realização de investigações adicionais sob demanda.

Perfurações para realização de investigações de campo e instalação de instrumentação geotécnica têm potencial de gerar impacto negativo sobre a estabilidade geotécnica ao perturbar o material perfurado das estruturas. No caso específico das barragens, destaca-se que a execução de perfurações nos sedimentos dos reservatórios pode, eventualmente, consistir em gatilho para mobilização de resistência não drenada, a depender das características e condições de saturação do material.

Dessa forma, nesta fase do empreendimento o impacto é Negativo. Uma vez que o presente impacto decorre diretamente das atividades dos projetos, ele classifica-se, quanto à Forma de Incidência, como Direto. Em relação ao Prazo de Manifestação, a possibilidade de alteração na condição de estabilidade geotécnica ocorreria na execução de investigações de campo. Considerando a execução de perfurações como a ação causadora, as perturbações nos materiais poderiam causar alterações na estabilidade que, no pior dos casos, deflagrariam

uma ruptura com consequências que persistiriam por longo período após a desativação dos empreendimentos. Portanto, tal atributo é caracterizado como de Longo Prazo, Permanente, Irreversível e Indefinido.

Embora a alteração na condição de estabilidade esteja limitada às áreas dos empreendimentos, é fundamental considerar que, em um cenário de eventual ruptura, o impacto se estenderia além da área circundante. Ressalta-se, ainda, que, uma possível falha das PDE's poderia afetar estruturas localizadas a jusante, incluindo as Barragens 6 e 7A. Tal cenário poderia resultar em impactos significativos, com potencial de se propagar por áreas extensas. Dessa forma, a Abrangência Espacial é classificada como Regional. O mesmo raciocínio se aplica à Distribuição Espacial: embora a alteração da condição de estabilidade geotécnica esteja restrita à região das obras, a possibilidade de falhas das estruturas amplia sua área de influência, caracterizando o impacto como Difuso. Trata-se de um impacto de Possibilidade de Ocorrência Baixa, em função dos cuidados estabelecidos nos projetos, da natureza e a escala da atividade causadora, uma vez que na fase de planejamento são realizadas somente investigações e/ou instalação de instrumentação, sem maiores intervenções nas estruturas.

Em relação à Sinergia, o impacto é considerado Sinérgico, pois desencadeia novos impactos, como por exemplo, o assoreamento de corpos hídricos, degradação ambiental, entre outros. Além disso, o impacto é classificado como Cumulativo, pois a Cumulatividade decorre da possibilidade de ser potencializado por outros impactos. A alteração da estabilidade geotécnica, por exemplo, pode ser influenciada negativamente por processos como erosão ou supressão vegetal, e positivamente pela revegetação.

Quanto à Resiliência Climática, a alteração na condição de estabilidade geotécnica pode influenciar a vulnerabilidade dos receptores às ameaças climáticas da região, justificando a classificação desse atributo como Alto. Nesse contexto, destaca-se que, com a perda da estabilidade geotécnica, o meio ambiente a jusante das estruturas tende a se tornar mais vulnerável a riscos climáticos.

De forma direta, entende-se que a alteração na condição de estabilidade geotécnica na fase de planejamento não influencia diretamente em processo de emissões ou sequestro de gases de efeito estufa. Indiretamente, vale ressaltar que a maior contribuição de emissões de gases de efeito estufa, associada às investigações preliminares ou adicionais está relacionada à utilização de veículos a combustão para execução das atividades. Nesse sentido, classifica-se a Intensidade de Carbono como Médio, considerando o contexto da atividade geradora e quantidade estimada de carbono envolvida (IBRAM, 2024).

Como a alteração na condição de estabilidade geotécnica poderá afetar toda a população a jusante das estruturas de forma equivalente, não há distinção significativa entre indivíduos ou grupos específicos. Assim, o impacto não apresenta recortes populacionais relevantes, resultando em uma classificação Baixa quanto à Interseccionalidade.

A partir da categorização de cada atributo, conforme a metodologia estabelecida, propõe-se a definição da Magnitude do presente impacto. Para isso, são considerados, dentre os critérios supracitados, todos aqueles indicados como classificatórios na Construção dos Critérios de Classificação dos Impactos e dos Receptores. A cada um destes critérios foi atribuído um igual peso, além de valores que variaram de acordo com a classificação do impacto. Tal quantificação resultou em uma classificação de Magnitude Muito Alta para a alteração da condição de estabilidade geotécnica.

Além disso, salienta-se que a Sensibilidade dos receptores é um importante aspecto no entendimento das características intrínsecas dos receptores/componentes socioambientais, isto é, o quão são suscetíveis ou resistentes a sofrerem alterações perante a alteração da condição de estabilidade das estruturas geotécnicas. Nesse cenário, classifica-se como **Muito Sensível,** considerando que em eventuais rupturas haveria impactos relevantes sobre o meio físico, o meio biótico e o meio socioeconômico.

Por fim, considerando a Magnitude do impacto e a Sensibilidade dos receptores, é possível classificar a Importância do impacto. Nesse cenário, a Importância do impacto de alteração da condição de estabilidade geotécnica é **Muito Grande.**

O **Quadro 10-8** apresenta um resumo das classificações descritas. Destaca-se que as classificações atribuídas a esse impacto são aplicáveis a todas as estruturas geotécnicas abordadas neste estudo de impacto ambiental, a saber: Dique Auxiliar da Barragem 5, Barragens 6, 7A e 8B, e PDE's Grota 2 e Grota 3.

Quadro 10-8 - Resumo da avaliação do impacto "Alteração da condição de estabilidade geotécnica", considerando a fase de planejamento (antes de reforço/descaracterização/estabilização).

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Planejamento
Meio de Referência	Físico
Receptores	Ar, solo, água, fauna, flora, moradores e proprietários
Ações Geradoras	Perfurações para realização de investigações de campo, instalação de instrumentação geotécnica
Natureza dos impactos	Negativo
Forma de Incidência	Direto

Critério	Classificação
Prazo de manifestação	Longo Prazo
Intensidade da Alteração	Variada
Abrangência Espacial	Regional
Distribuição Espacial	Difuso
Duração	Permanente
Probabilidade de ocorrência	Baixa
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Indefinida
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Alta
Intensidade de Carbono	Médio
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Muito Alta
Sensibilidade	Muito Sensível
Importância	Muito Grande

Durante a **Fase de Implantação** e de acordo com a metodologia adotada para a Avaliação de Impacto Ambiental, as Atividades Potencialmente Geradoras de Impactos incluem diversas ações que podem influenciar a alteração da condição de estabilidade geotécnica. Entre elas, destacam-se: mobilização de equipamentos, máquinas e veículos; transporte de materiais, equipamentos e insumos; corte/aterro; execução de fundações/ADME; e terraplanagem.

Quanto aos Receptores, observa-se que a maioria dos descritos pode ser significativamente impactada pela alteração na estabilidade geotécnica, pois eventuais rupturas das barragens e pilhas de estéril poderiam gerar efeitos relevantes no meio físico, no meio biótico e no meio socioeconômico.

Em relação à alteração da condição de estabilidade, cada estrutura possui características específicas de estabilidade geotécnica, considerando a distinção entre sua condição atual e o seu respectivo projeto de reforço, descaracterização, estabilização, ou adequação, conforme já abordado na caracterização do empreendimento.

Dada a complexidade dos projetos de reforço, descaracterização, estabilização ou adequação das estruturas, envolvendo atividades de diferentes naturezas, torna-se desafiadora a classificação do impacto “alteração da condição de estabilidade geotécnica” em positivo ou negativo, de maneira direta. Dessa forma, para viabilizar tal classificação, foi elaborada uma

avaliação da influência de cada atividade potencialmente geradora de impacto na condição de estabilidade geotécnica, a qual é apresentada no **Quadro 10-9**.

Quadro 10-9 - Relação das atividades potencialmente geradoras de impactos com a alteração da condição de estabilidade geotécnica durante a fase de implantação.

<table>
<tr><th colspan="2">Atividade potencialmente geradora de impacto</th><th>Dique Auxiliar da Barragem 5</th><th colspan="3">Barragem 6</th><th>Barragem 7A</th><th>Barragem 8B</th><th>PDE Grota 2</th><th>PDE Grota 3</th><th>Ação recomendada</th></tr>
<tr><td colspan="2">Terraplanagem</td><td>No Dique Auxiliar da Barragem 5, a terraplenagem foi realizada por execução de valas de drenagem, além escavações do rejeito para integração com o reservatório da Barragem 5. Neste processo há potencial de impacto negativo com possíveis instabilizações. Todavia, ao final da terraplanagem o impacto foi positivo.</td><td colspan="3">Para as Barragens 6, 7A, 8B, a descaracterização prevê a execução de aterros a jusante de seus maciços. Tal atividade gera impacto positivo, uma vez que eleva os fatores de segurança das estruturas. No entanto, também é prevista escavação do maciço da barragem e dos sedimentos do reservatório. Neste processo há potencial de impacto negativo com possíveis instabilizações. Ao final da terraplanagem o impacto será positivo. Destaca, no caso específico da Barragem 6, é prevista execução de projeto de reforço, antes da descaracterização. Tal atividade gera impacto positivo, uma vez que eleva os fatores de segurança da estrutura.</td><td>Para a PDE Grota 2 está prevista a execução de reforço a jusante da estrutura. Tal atividade gera impacto positivo, uma vez que eleva os fatores de segurança da estrutura. O impacto positivo é gradual e ocorre ao longo da execução do aterro ainda durante a fase de implantação.</td><td>Para a PDE Grota 3, está prevista a execução de cortes e aterros no topo da pilha, direcionando a água, a fim de evitar o acúmulo de água na região. Tal atividade tende a gerar impacto positivo ao final da terraplanagem, uma vez que direciona o fluxo de água superficial na região do platô da pilha de estéril.</td><td>As atividades de terraplanagem devem seguir a metodologia e os controles de estabilidade estabelecidos em projeto.</td></tr>
<tr><td>Escavação / limpeza de sedimentos ou rejeitos (sedimentos ou rejeitos do reservatório)</td><td>As atividades de escavação dos rejeitos do reservatório, previstas para o dique auxiliar da Barragem 5, certamente tem um impacto positivo sobre as condições de estabilidade geotécnica da barragem ao reduzirem as forças mobilizantes atuantes sobre as estruturas. Tal impacto ocorre de maneira gradativa conforme a remoção vai ocorrendo ainda durante a fase de implantação. Todavia, também há um potencial de impacto negativo, caso as escavações sejam realizadas sem as devidas precauções, ou seja, ocorram em velocidade tal que impeça a dissipação de poropressões. Neste cenário o excesso de poropressão gerado pode contribuir de forma negativa para a estabilidade geotécnica da barragem, podendo ser, eventualmente, um gatilho para mobilização de resistência não drenada, a depender das condições de saturação dos rejeitos. Ademais, em um cenário mais crítico, um processo de liquefação pode ser desencadeado pela vibração do maquinário transitando sobre o rejeito e/ou devido ao descarregamento vertical resultante da escavação.</td><td colspan="5">As atividades de escavação dos sedimentos do reservatório, previstas em todos os projetos de descaracterização das barragens, certamente tem um impacto positivo sobre as condições de estabilidade geotécnica das barragens ao reduzirem as forças mobilizantes atuantes sobre as estruturas. Tal impacto ocorre de maneira gradativa conforme a remoção vai ocorrendo ainda durante a fase de implantação. Todavia, também há um potencial de impacto negativo, caso as escavações sejam realizadas sem as devidas precauções, ou seja, ocorram em velocidade tal que impeça a dissipação de poropressões. Neste cenário o excesso de poropressão gerado pode contribuir de forma negativa para a estabilidade geotécnica das barragens, podendo ser, eventualmente, um gatilho para mobilização de resistência não drenada, a depender das condições de saturação dos sedimentos.</td><td>Não estão previstas escavações de sedimentos que compõem a PDE Grota 2, dessa forma, não há impacto à estabilidade relacionado a esta atividade.</td><td>Não estão previstas escavações de sedimentos que compõem a PDE Grota 3, dessa forma, não há impacto à estabilidade relacionado a esta atividade.</td><td>A remoção dos sedimentos deve respeitar a metodologia estabelecida em projeto. Para ser realizada de maneira segura, recomenda-se prever o rebaixamento do nível de água do reservatório anteriormente ao início das operações.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Escavação / limpeza de sedimentos (limpeza da fundação)</td><td>Não está prevista remoção de sedimentos da fundação, já que a fundação do Dique Auxiliar consiste nos sedimentos e rejeitos do reservatório da Barragem 5.</td><td colspan="3">Além de escavação dos sedimentos dos reservatórios, está prevista a realização de limpeza e supressão vegetal nos projetos de descaracterização e reforço (caso específico da Barragem 6). Tal atividade tem um potencial impacto negativo sobre a estabilidade ao remover material próximo a base dos barramentos. Todavia, tal impacto deixa de existir com o avanço das atividades de terraplanagem.</td><td>Não está prevista remoção de solos de baixa competência a jusante da PDE Grota 2.</td><td>Não está prevista remoção de solos de baixa competência a jusante da PDE Grota 3.</td><td>Deve-se garantir que o tempo entre a escavação e a execução dos aterros seja o menor possível.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Movimentação do solo e/ou rejeito e/ou transporte de materiais, equipamentos</td><td colspan="7">A movimentação de máquinas e veículos gera impacto negativo sobre a estabilidade geotécnica não só em função das sobrecargas geradas pelo peso destes equipamentos, mas também pelas vibrações causadas por seus deslocamentos. Na situação específica das barragens, em caso de transportes sobre os sedimentos do reservatório, é importante se atentar às vibrações causadas, uma vez que, em um cenário extremo, envolvendo material saturado, um processo de liquefação pode ser desencadeado pela vibração do maquinário.</td><td>O deslocamento de equipamentos é inevitável. Dessa forma, deve se atentar às demais medidas de mitigação, como peso do maquinário, velocidade de tráfego e medidores sísmicos de controle.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Remoção de estruturas</td><td colspan="6" rowspan="2">Dentre as atividades de remoção ou demolição de estruturas, entende-se que aquelas com potencial de afetar a condição de estabilidade geotécnica estão relacionadas aos dispositivos de drenagem. A remoção ou demolição de tais dispositivos pode gerar impactos negativos à estabilidade, uma vez que a ausência destes dispositivos cria um cenário de fluxo descontrolado podendo favorecer a saturação do solo. Todavia, tal impacto é somente potencial e temporário, uma vez que os projetos preveem a construção de novos dispositivos.</td><td rowspan="2">Não estão previstas a remoção e/ou demolição de estruturas para a PDE Grota 3.</td><td rowspan="2">A remoção e/ou demolição dos dispositivos de drenagem deve garantir que não se configure em nenhum momento da fase de implantação um cenário de fluxo superficial sem o devido direcionamento.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Demolição de estruturas</td></tr>
</table>

Atividade potencialmente geradora de impacto	Dique Auxiliar da Barragem 5	Barragem 6	Barragem 7A	Barragem 8B	PDE Grota 2	PDE Grota 3	Ação recomendada
Perfuração de poços superficiais	A perfuração de poços, caso seja necessária, tem potencial de gerar impacto **negativo** sobre a estabilidade geotécnica ao perturbar o material perfurado, especialmente se efetuada sobre os sedimentos dos reservatórios das barragens, podendo ser, eventualmente, um gatilho para mobilização de resistência não drenada, a depender das condições de saturação do material.						Quaisquer atividades de perfuração devem ser realizadas cuidadosamente, com velocidade adequada e respeitando as metodologias e precauções estabelecidas em projeto.
Canais de drenagem	A execução dos canais de drenagem previsto em projeto promove uma disciplinação do fluxo hídrico sobre as estruturas e entornos, uma vez que mitigam a existência de trechos saturados, acúmulos de água e formação de feições erosivas. Dessa forma, essa atividade apresenta impacto **positivo**.						Nenhuma
Estocagem de resíduos	Não estão previstas áreas de estocagem de resíduos diretamente sobre as barragens e PDEs Grota 2 e Grota 3, dessa forma, não há impacto à estabilidade relacionado a esta atividade.						Nenhuma
Revegetação / Hidrossemeadura	As atividades de revegetação / hidrossemeadura tem impacto **positivo** nas condições de estabilidade ao mitigarem a ação de processos erosivos. Além disso as raízes promovem agregação das camadas superficiais do solo auxiliando na prevenção de rupturas superficiais.						Nenhuma
Monitoramentos Ambientais	Dentre as atividades de monitoramento ambiental, entende-se que somente a perfuração de poços e atividades envolvendo bombeamento de água, se necessário, teriam potencial de afetar a estabilidade geotécnica, as quais teriam impacto **negativo**, se realizadas sem o devido controle geotécnico.						Eventuais atividades de monitoramento ambiental que venham a ser realizadas devem ser aprovadas por um profissional geotécnico ligado às obras de descaracterização/estabilização, tal qual o ATO.

A partir da avaliação de todas as ações, evidencia-se uma conjuntura favorável para a redução dos riscos associados e, consequentemente, para o meio ambiente. Tal redução ocorre de forma gradual com o avanço das etapas de reforço e descaracterização para as barragens, e estabilização para as pilhas, ainda na fase de implantação.

É imprescindível destacar que certas atividades durante a fase de implantação têm potencial de gerar impactos temporários de Natureza Negativa. Sob tais condições o risco de ruptura pode aumentar, o que destaca a importância da execução das obras seguindo a sequência executiva e as medidas mitigadoras de risco previstas nos projetos. Adicionalmente, é de suma importância que os controles estabelecidos no subprograma de monitoramento geotécnico sejam respeitados.

Conforme apresentado, existem tanto atividades que geram impactos negativos quanto positivos na estabilidade. Assim, o impacto decorrente da alteração na condição de estabilidade geotécnica é classificado como de Natureza Indeterminada.

Uma vez que o presente impacto decorre diretamente das atividades dos projetos de reforço, descaracterização ou estabilização, este classifica-se, quanto à Forma de Incidência, como Direto.

Em relação ao Prazo de Manifestação, a alteração na condição de estabilidade geotécnica tem início logo após o início das obras de reforço, descaracterização ou estabilização. Contudo, considerando a execução das obras como a ação causadora, que possui execução prolongada e seus efeitos devem persistir por longo período após a desativação dos empreendimentos, tal atributo é caracterizado como de Longo Prazo. Cabe ressaltar que, durante a execução das obras, podem ocorrer problemas de estabilidade geotécnica, especialmente se as especificações de projeto não forem seguidas ou devido a fatores externos imprevistos.

Embora a alteração na condição de estabilidade esteja limitada às áreas dos empreendimentos, é fundamental considerar que, em um cenário de eventual ruptura, o impacto de falhas das estruturas poderia se estender além da área circundante. Dessa forma, sua Abrangência Espacial é classificada como Regional. O mesmo raciocínio se aplica à Distribuição Espacial: embora alteração da condição de estabilidade geotécnica esteja restrita à região das obras, a possibilidade de uma ruptura amplia sua área de influência, caracterizando o impacto como Difuso.

Considerando que o objetivo das obras é garantir a estabilidade das estruturas a longo prazo, o impacto é caracterizado em relação à Duração, Reversibilidade e Temporalidade, respectivamente como Permanente, Irreversível e Indefinido. Trata-se de um impacto de Possibilidade de Ocorrência Certa, pois está diretamente relacionado aos projetos de reforço, descaracterização ou estabilização.

Em relação à Sinergia, o impacto é considerado Sinérgico, pois desencadeia novos impactos, como por exemplo o aumento da percepção de segurança nas comunidades adjacentes. Além disso, o impacto é classificado como Cumulativo, pois a Cumulatividade decorre da possibilidade de ser potencializado por outros impactos. A alteração da estabilidade geotécnica, por exemplo, pode ser influenciada negativamente por processos como erosão ou supressão vegetal, e positivamente pela revegetação.

Quanto à Resiliência Climática, a alteração na condição de estabilidade geotécnica pode influenciar a vulnerabilidade dos receptores às ameaças climáticas da região, justificando a classificação desse atributo como Alto. Nesse contexto, destaca-se que, com a execução das obras de descaracterização ou estabilização, o meio ambiente a jusante das estruturas tende a se tornar menos vulnerável a riscos climáticos, uma vez que tal aspecto reduzirá significativamente a possibilidade de ruptura.

De forma direta, entende-se que a alteração na condição de estabilidade geotécnica não influencia diretamente em processo de emissões ou sequestro de gases de efeito estufa. Indiretamente, vale ressaltar que a maior contribuição de emissões de gases de efeito estufa, associada às obras está relacionada à utilização de veículos a combustão para execução das obras. Nesse sentido, classifica-se a Intensidade de Carbono como Médio, considerando o contexto da atividade geradora e quantidade estimada de carbono envolvida (IBRAM, 2024).

Como a alteração na condição de estabilidade geotécnica das estruturas beneficiará toda a população a jusante das estruturas de forma equivalente, não há distinção significativa entre indivíduos ou grupos específicos. Assim, o impacto não apresenta recortes populacionais relevantes, resultando em uma classificação Baixa quanto à Interseccionalidade.

A partir da categorização de cada atributo, conforme a metodologia estabelecida, propõe-se a definição da Magnitude do presente impacto. Para isso, são considerados, dentre os critérios supracitados, todos aqueles indicados como classificatórios na Construção dos Critérios de Classificação dos Impactos e dos Receptores. A cada um destes critérios foi atribuído um igual peso, além de valores que variaram com de acordo com a classificação do

impacto. Tal quantificação resultou em uma classificação de Magnitude Muito Alta para a alteração da condição de estabilidade geotécnica.

Além disso, salienta-se que a Sensibilidade dos receptores é um importante aspecto no entendimento das características intrínsecas dos receptores/componentes socioambientais, isto é, o quão são suscetíveis ou resistentes a sofrerem alterações perante a alteração da condição de estabilidade das barragens. Nesse cenário, classifica-se como Muito Sensível, considerando que em eventuais rupturas haveria impactos relevantes sobre o meio físico, o meio biótico e o meio socioeconômico.

Por fim, considerando a Magnitude do impacto e a Sensibilidade dos receptores, é possível classificar a Importância do impacto. Nesse cenário, a Importância do impacto de alteração da condição de estabilidade geotécnica é Muito Grande.

O **Quadro 10-10** apresenta um resumo das classificações descritas. Destaca-se que as classificações atribuídas a esse impacto são aplicáveis às estruturas abordadas neste estudo de impacto ambiental.

Quadro 10-10 - Resumo da avaliação do impacto "Alteração da condição de estabilidade geotécnica", na fase de implantação (durante as obras de reforço, descaracterização, estabilização ou adequação).

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Físico
Receptores	Ar, solo, água, fauna, flora, moradores e proprietários
Ações Geradoras	Mobilização de equipamentos, máquinas e veículos; transporte de materiais, equipamentos e insumos; corte/aterro; execução de fundações/ADME; e terraplanagem.
Natureza dos impactos	Indeterminado
Forma de Incidência	Direto
Prazo de manifestação	Longo Prazo
Intensidade da Alteração	Variada
Abrangência Espacial	Regional
Distribuição Espacial	Difuso
Duração	Permanente
Probabilidade de ocorrência	Certa

Critério	Classificação
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Indefinida
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Alta
Intensidade de Carbono	Médio
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Muito Alta
Sensibilidade	Muito Sensível
Importância	Muito Grande

Na **Fase de Pós-Obra**, espera-se que o impacto da alteração da condição de estabilidade geotécnica seja **Positivo** e que ele se dê por meio da alteração permanente das barragens e pilhas de estéril, conforme definido nos projetos.

Dessa forma, destaca-se que, salvo pela natureza do impacto, as condições e classificações previamente detalhadas referente a fase de implantação, são aplicáveis à fase de desativação. O **Quadro 10-11** sintetiza as condições e classificações do impacto, considerando a fase de desativação. Ademais, é recomendada a continuidade do monitoramento geotécnico nesta fase, descrito no Programa de Monitoramento Geotécnico.

Quadro 10-11 - Resumo da avaliação do impacto "Alteração da condição de estabilidade geotécnica", considerando a fase de desativação (após as obras de reforço, descaracterização, estabilização e adequação).

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Desativação (após a descaracterização/reforço)
Meio de Referência	Físico
Receptores	Ar, solo, água, fauna, flora, moradores e proprietários
Ações Geradoras	Descaracterização e obras de reforço
Natureza dos impactos	Positivo
Forma de Incidência	Direto

Critério	Classificação
Prazo de manifestação	Longo Prazo
Intensidade da Alteração	Variada
Abrangência Espacial	Regional
Distribuição Espacial	Difuso
Duração	Permanente
Probabilidade de ocorrência	Certa
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Indefinida
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Alta
Intensidade de Carbono	Médio
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Muito Alta
Sensibilidade	Muito Sensível
Importância	Muito Grande

Medidas Recomendadas:

- Execução de Técnicas de auscultação, incluindo:
  - Inspeções de segurança a serem realizadas periodicamente para avaliar as condições visíveis da estrutura, identificando sinais de instabilidade, como trincas, recalques ou áreas úmidas;
  - Monitoramento com equipamentos topográficos e satélites em órbita para detectar movimentações da estrutura, garantindo maior precisão no controle de estabilidade;
  - Monitoramento por câmeras com sistemas de vídeo para observação contínua da barragem, permitindo a identificação remota de alterações visíveis e auxiliando na tomada de decisão em tempo real.

- Instrumentação geotécnica
    - Utilização de instrumentos de monitoramento existentes no mercado, como por exemplo piezômetros, medidores de nível d'água, medidores de vazão, marco superficial, geofísica e inclinômetros. Cabe destacar que a definição da instrumentação geotécnica deve considerar o disposto nos projetos de descaracterização, bem como os métodos de monitoramento adotados no projeto de cada uma das estruturas.

Programa recomendado:

- Programa de Monitoramento Geotécnico e Controle de Dinâmica Erosiva.

10.2.3 Alteração da Cobertura Vegetal

As obras emergenciais para o Reforço da Barragem 6, Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o Incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 incluem a remoção da cobertura vegetal. Conforme o uso do solo da ADA, haverá a supressão de vegetação nativa em floresta estacional semidecidual (FES) estágios inicial, médio e avançado e reflorestamento de eucalipto com sub-bosque de vegetação nativa. Esse impacto se inicia durante a **Fase de Implantação** e permanece, de forma parcial, nas áreas em que não haverá recomposição de vegetação. Ressalta-se que a área em questão está em um contexto de mineração, portanto a vegetação sofre intensa pressão antrópica. No entanto, ainda que localizada, haverá uma redução da cobertura vegetal, principalmente as áreas com vegetação nativa, resultando em alterações na estrutura dos fragmentos de vegetação localizados dentro da ADA, podendo afetar a promoção de serviços ecossistêmicos além de impactar de forma negativa esses ecossistemas principalmente com o aumento do efeito de borda.

A supressão de vegetação impactará na estrutura, composição, e dinâmica da comunidade vegetal. Ainda, a retirada da vegetação apresenta implicações para a fauna e flora, reduzindo tanto a disponibilidade de habitat para as espécies, quanto a variabilidade genética das espécies suprimidas. Nesse contexto, o impacto da perda da cobertura vegetal foi classificado como de natureza **Negativa**, incidência **Direta** em decorrência das atividades de supressão. Sua abrangência espacial foi classificada como **Local** e distribuição **Localizada**, visto que se restringe aos limites da ADA. É de duração **Permanente** considerando que a área permanecerá no contexto de descaracterização das barragens com restrição em relação ao desenvolvimento de formações florestais, de manifestação **Imediata**, intensidade **Média**, pois afeta diferentemente as áreas e as tipologias fitofisionômicas presentes, apesar de sua

distribuição espacial estar restrita na ADA. Em relação a probabilidade é **Certa** de ocorrer, com um **Alto** prazo de temporalidade, e **Irreversível** mesmo com ações de reflorestamento. Apresenta **Sinergia** com outros impactos sobre a flora e fauna, tais como a perda e fragmentação de habitats e interferências sobre a fauna, e é **Cumulativa** com outras ações de supressão vegetal na área afetada. Resiliência climática **Média**, intensidade de carbono **Alta** e interseccionalidade **Baixa**. Considerando as avaliações supramencionadas, classifica-se o impacto final da fragmentação e perda de habitat como **Consideravelmente Sensível**, de **Grande** importância e de magnitude **Muito Alta**. Por fim, o **Quadro 10-12** apresenta um resumo das classificações descritas.

Quadro 10-12 - Resumo da avaliação para o impacto de alteração da cobertura vegetal.

Atributos/Critério	Avaliação
Fase	Implantação
Meio	Biótico
Receptores	Vegetação, APP, RL, UCs, Recursos Hídricos Fauna Terrestre, Solo, Paisagem, População das áreas de influência
Ações Geradoras	Supressão de vegetação
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Prazo de Manifestação	Imediata
Intensidade de Alteração	Média
Abrangência Espacial	Local
Distribuição Espacial	Localizada
Duração	Permanente
Probabilidade	Certa
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Alta
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Muito Alta
Sensibilidade	Consideravelmente Sensível
Importância	Muito Grande

Medidas Recomendadas:

A supressão de vegetação deverá ser limitada ao mínimo necessário à execução do projeto e garantia da segurança operacional do empreendimento, sendo restrita apenas as áreas previstas para supressão no Projeto de Intervenção Ambiental – PIA do empreendimento, elaborado para fins de emissão de Autorização de Intervenção Ambiental. Também se faz necessária a adoção de medidas compensatórias nos termos da legislação aplicável e condicionante ambiental específica. Além disso, durante a atividade de supressão da vegetação, deve-se realizar o resgate e o afugentamento de fauna, e o resgate de espécies da flora ameaçada.

Programas Recomendados:

- Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e Eventual Salvamento/Resgate de Fauna (fase de implantação);
- Programa de Supressão Vegetal (fase de implantação);
- Programa de Resgate de Flora (fase de implantação).

10.2.4 Fragmentação e Perda de Habitats

A remoção de áreas vegetadas outrora íntegras promove alterações significativas em termos bióticos e abióticos. Esta alteração na vegetação, por sua vez, modifica a paisagem e altera a disponibilidade de abrigo e recursos, refletindo na alteração da composição faunística, além de favorecer o aumento do efeito de borda em áreas florestadas.

Dessa forma, a fragmentação de habitats ocorre quando áreas contínuas de vegetação são divididas em fragmentos menores, isolados entre si. Esse processo altera a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas, afetando diretamente a biodiversidade e sua capacidade de resiliência. Além disso, a perda de habitats reduz a disponibilidade de recursos alimentares e abrigos para a fauna, comprometendo a sobrevivência de populações locais.

Destaca-se que as áreas florestadas sujeitas a intervenção, fazem parte da borda de um fragmento florestal expressivo, que está localizado no entorno da área da Mina de Águas Claras, assim, não haverá a formação de fragmentos isolados dentro da área de intervenção, portanto a parte mais significativa deste impacto se relaciona a perda de habitats. Ainda assim, destaca-se que mesmo áreas antrópicas fazem parte do habitat de espécies da fauna, então torna-se inevitável a fragmentação de habitat ainda que estes estejam em um contexto de antropização.

Os efeitos são correlacionados e a magnitude destes está diretamente associada a dimensão do impacto. Ambientes estruturados, ainda que sob influência antrópica, precisam ser monitorados no sentido de se evitar ou mitigar quaisquer impactos que possam afetar a sobrevivência de espécies de interesse conservacionista em um curto espaço de tempo. Cabe destacar, todavia, que a área do empreendimento se encontra inserida em uma área operacional de mineração desativada desde os anos 2000, portanto os fragmentos florestais são compostos por vegetação secundária em diferentes estágios de sucessão e as áreas antropizadas equivalem a 57% da ADA com a presença predominante de espécies herbáceas, gramíneas exóticas e indivíduos arbóreos isolados referentes a espécies nativas pioneiras oportunistas e espécies exóticas.

Durante as obras de descaracterização/estabilização, os impactos estão relacionados com a perturbação e afugentamento de espécies, sobretudo as mais sensíveis e intolerantes a modificações em seu habitat. O corte raso da vegetação previsto para todas as estruturas do projeto integrado e a movimentação de maquinário e de transeuntes nas proximidades dos remanescentes florestais gerarão um nível de ruído incomum nestas paisagens, o que possivelmente acarretará o desaparecimento local, ainda que temporário, de espécies mais frágeis a perturbações de origem antrópica.

Considerando que maior parte da área é formada por fragmentos florestais no estágio inicial de regeneração, o afugentamento de indivíduos, mesmo que por um curto período, pode ocasionar a perda de diversidade de espécies, gerando um impacto direto sobre as comunidades locais da fauna silvestre.

Nesse contexto, a supressão e a remoção da vegetação prevista para as obras de descaracterização/estabilização implicam em perda de habitats para espécies de interesse conservacionista da flora (ex: *Machaerium villosum*, *Ocotea puberula*, *Trichilia emarginata* e *Sorocea guilleminiana*) e fauna (*Leopardus guttulus*, *Lycalopex* vetulus, Chrysocyon *brachyurus* e *Pecari tajacu*), principalmente nos trechos com formação florestal. As espécies que serão mais afetadas são aquelas associadas ao interior de ambientes florestados, as menos generalistas e que possuem habitats vinculados a altas taxas de umidade ambiental. Essa característica provém do histórico de uso do solo na área diretamente afetada assim como nas áreas de estudo local e regional, considerando o uso do solo para a mineração que vem sendo realizado na região ao longo de décadas.

A natureza do impacto é **Negativa** e a incidência **Direta**, originada nas atividades acima citadas. Sua manifestação é identificada de forma **Imediata**, uma vez que, ao passo que é retirada a vegetação ocorre a fragmentação e a perda de habitat, e com uma Intensidade da

Alteração **Média**. A Abrangência do impacto é **Local** por restringir-se às adjacências das áreas onde há supressão vegetal e, da mesma maneira, a Distribuição é **Localizada** nessas áreas. Sua duração é **Permanente**, visto que, apesar da supressão de vegetação ter duração determinada na fase de implantação, não haverá regeneração da vegetação nativa, já que a revegetação na área será realizada para a revegetação de taludes através de hidrossemeadura com a utilização de espécies herbáceas. Sua ocorrência é **Certa**, sobretudo nas áreas florestadas, pode ser **Irreversível**, pois não é possível realizar a recomposição da vegetação no local em virtude das estruturas de drenagem, resultando em uma temporalidade **Alta**, já que os efeitos do impacto permanecem se manifestando após o fim da ação. Com a possibilidade de afetar os receptores de forma **Sinérgica** com outros impactos, como interferências sobre a fauna, pode causar outros impactos diferentes indiretamente, e ainda, se somam à novas induções de fragmentação, se comportando de forma **Cumulativa**. O nível de interferência associado aos riscos climáticos é **Médio** devido à redução de cobertura florestal afetar a resiliência climática local. A intensidade de emissão de gases de efeito estufa durante a supressão vegetal é **Média** uma vez que acarreta na diminuição da densidade de carbono da vegetação remanescente. A interseccionalidade é **Baixa** pois não se considera que o impacto deve apresentar algum efeito diferenciado sobre os recortes populacionais. Considerando essas avaliações supramencionadas, classifica-se o impacto final da fragmentação e perda de habitat como **Sensível**, de **Grande** importância e de **Muito alta** magnitude. Por fim, o **Quadro 10-13** apresenta um resumo das classificações descritas.

Quadro 10-13 - Resumo da avaliação para o impacto de fragmentação e perda de habitats.

Atributos/Critério	Avaliação
Fase	Implantação
Meio	Biótico
Receptores	Vegetação, fauna terrestre e paisagem
Ações Geradoras	Supressão de vegetação
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Prazo de Manifestação	Imediata
Intensidade de Alteração	Média
Abrangência	Local
Distribuição	Localizado
Duração	Permanente
Probabilidade	Certa
Reversibilidade	Irreversível

Atributos/Critério	Avaliação
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Média
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Muito Alta
Sensibilidade dos receptores	Sensível
Importância	Grande

Medidas Mitigadoras e Compensatórias

Dentre as medidas recomendadas indica-se o planejamento e controle de todo o processo de supressão a fim de não realizar desmatamento além dos limites autorizados. É necessário também compensar as perdas causadas pela supressão de vegetação nos termos da legislação vigente, contribuindo com a preservação e conservação de novas áreas, de valor ambiental equivalente às afetadas, localizadas nas proximidades do empreendimento.

Programas Recomendados:

- Programa de Supressão Vegetal (fase de implantação);
- Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e Eventual Salvamento/Resgate de Fauna (fase de implantação).

10.2.5 Interferência em Áreas Legalmente Protegidas

O impacto de Interferência em Áreas Legalmente Protegidas está associado à realização de atividades em áreas cuja função desempenha papel de proteção e conservação de recursos e processos ecológicos. Devido à natureza do empreendimento, com barragens inseridas em áreas de drenagens e extensas áreas de intervenção, a interceptação em áreas legalmente protegidas, como Áreas de Preservação Permanente (APPs) se torna praticamente inevitável. Assim, nos trechos afetados da ADA, o retorno ao estágio natural será inviável em razão da característica de condução da drenagem necessária para a descaracterização das barragens. Conforme apresentado no Capítulo 6 - Diagnóstico Ambiental, as APP mapeadas na ADA totalizam 5,03 ha. Verificou-se ainda que a ADA do empreendimento se encontra praticamente toda inserida no território da APA Estadual Sul RMBH, além de estar integralmente inserida na Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Serra do Rola Moça.

Diante do exposto acima, o impacto de Interferências em Áreas Legalmente Protegidas foi classificado como de natureza **Negativa,** com forma de incidência **Direta** e manifestação **Imediata** à intervenção realizada. A intensidade de alteração é **Média** com abrangência **Local,** pois se dá em áreas específicas, e distribuição espacial **Localizada,** visto que o alcance do impacto se restringe aos limites da ADA, com duração **Permanente** enquanto existir o empreendimento. É **Certa** de ocorrer em decorrência da tipologia das obras que ocorrem nas drenagens. É **Irreversível,** pois não é possível realizar a recomposição da vegetação no local em virtude das estruturas de drenagem. De temporalidade **Alta,** uma vez que os efeitos se iniciam imediatamente com a intervenção e se mantêm ao longo do tempo, acompanhando a permanência das estruturas relativas à descaracterização das barragens e estabilização das pilhas, como taludes, canais de drenagem, acessos e áreas operacionais. Tem propriedades **Sinérgicas** com outros impactos e é **Cumulativa** com outras interferências. Resiliência climática **Média** devido à redução de vegetação nativa. A intensidade de carbono **Média** e Interseccionalidade **Baixa** uma vez que não há comunidades residentes nessas áreas protegidas. Considerando essas avaliações supramencionadas, classifica-se o impacto final da interferência em áreas legalmente protegidas como **Sensível**, de **Grande** importância e de magnitude **Muito Alta**. O **Quadro 10-14** apresenta um resumo das classificações descritas.

Quadro 10-14 - Resumo da avaliação para o impacto de interferência em áreas legalmente protegidas.

Atributos/Critério	Avaliação
Fase	Implantação
Meio	Biótico
Receptores	Vegetação, APP, RL, UCs, Corpos Hídricos Fauna Terrestre, Solo, Paisagem, População das áreas de influência
Ações Geradoras	Supressão de vegetação
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Prazo de Manifestação	Imediata
Intensidade de Alteração	Média
Abrangência Espacial	Local
Distribuição Espacial	Localizada
Duração	Permanente
Probabilidade	Certa
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Média
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Muito Alta
Sensibilidade	Sensível
Importância	Grande

Medidas Recomendadas:

Dentre as medidas recomendadas considera-se o planejamento e controle de todo o processo de supressão a fim de evitar o desmatamento da vegetação além dos limites autorizados, além de realizar as medidas compensatórias nos termos da legislação aplicável.

Programas Recomendados:

- Programa de Supressão da Vegetação – PSV (fase de implantação);
- Programa de Compensação Ambiental.

10.2.6 Interferências sobre a Fauna

Os impactos que provocam interferências sobre a fauna das obras dos projeto integrado de descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar da B5 e de aumento do Fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3, implicam em grande movimentação dos trabalhadores nos canteiros de obras, com trânsito de veículos pesados, gerando ruídos, vibrações e poeiras, os quais têm grande potencial de perturbação e afugentamento da fauna, provocando a mudança de áreas de uso, de forrageio, repouso e reprodução, e no comportamento das espécies que ali ocorrem. A maioria das espécies que ocorrem na área de estudo local (AEL) são generalistas e menos exigentes em relação ao uso do habitat (ex: espécies das famílias Hylidae – herpetofauna, Tyrannidae – avifauna e Rodentia – mamíferos terrestres), por isso, as espécies mais sensíveis às interferências antrópicas (endêmicas e ameaçadas) serão as mais afetadas, pois suas áreas de vida estão associadas ao interior de ambientes florestados e em melhor estado de conservação.

Para a execução do projeto, todo o entorno das áreas de intervenção será afetado, onde há vegetação a ser removida. A supressão de vegetação poderá provocar, além da perda e fragmentação de habitats, a fuga da fauna local para ambientes adjacentes à obra. Durante a fase de implantação, a fauna com maior mobilidade busca abrigo em áreas em que as populações estão, provavelmente, em equilíbrio populacional e territorial. A chegada desse contingente provocará o acirramento da competição intraespecífica e a expulsão dos indivíduos mais fracos para áreas adjacentes, em que a competição deverá ocorrer da mesma forma e intensidade. Durante este processo poderá haver acidentes com os indivíduos em deslocamento, principalmente com aqueles com mobilidade restrita.

Na etapa de supressão da vegetação podem ocorrer impactos na fauna arborícola e terrestre com menor mobilidade, incluindo a ocorrência de ninhos com filhotes, colônias, colmeias, animais assustados ou desorientados pela atividade de remoção da vegetação. Durante a etapa de terraplanagem e aterro o impacto deve atingir, sobretudo, a fauna de solo e espécies que constroem abrigos subterrâneos, suscetíveis a soterramento e lesões. Visando minimizar os impactos durante as operações, serão programadas ações entre as frentes de supressão vegetal e as equipes de resgate de fauna. Para tanto, o biólogo responsável pelo resgate de fauna ministrará frequentemente palestras e diálogos de integração com os operários das frentes de supressão vegetal, visto que serão dedicados esforços de detecção e retirada de

ninhos de abelhas, vespas, serpentes peçonhentas, etc.) durante as atividades de resgate nas áreas destinadas à supressão, ressaltando a necessidade do alinhamento entre as equipes. Após findada a atividade, será realizada varredura final na área suprimida, visando o manejo de animais que, porventura, não tenham sido visualizados para captura ou afugentados anteriormente.

A fauna aquática também poderá ser afetada, uma vez que durante as obras de descaracterização haverá remoção do solo vegetal, bem como construção de estruturas de reforço, o que pode carrear sólidos para a rede hidrográfica. Ainda, o esgotamento da água superficial das barragens que será conduzida para jusante pode alterar a qualidade da rede hidrográfica.

A natureza do impacto é **Negativa** e a incidência **Direta**, originada nas atividades acima citadas. Sua manifestação é identificada de forma **Imediata**, uma vez que as interferências ocorrem ao mesmo tempo que as atividades, tais como, a supressão e os acidentes com a fauna, de mesma forma com aumento do fluxo de veículos e os consequentes atropelamentos da fauna silvestre, e com uma Intensidade da Alteração **Média**. A Abrangência do impacto é **Local** por restringir-se aos locais onde há atividades e, da mesma maneira, a Distribuição é **Localizada** nessas áreas. Sua duração é **Temporária**, visto que, tem fim associado ao término das atividades de descaracterização e, quanto ao grau de incerteza é **Certo**, baseada em projetos similares. É **Irreversível**, uma vez que indivíduos são perdidos, e sua temporalidade é **Alta**, já que os efeitos do impacto permanecem se manifestando durante toda a ação. Como existe a possibilidade de causar outros impactos diferentes indiretamente, identifica-se este impacto como **Sinérgico**, e sua intensidade é aumentada por impactos similares, ou seja, **Cumulativo**. Apesar da manutenção da biodiversidade ser um componente importante para a Resiliência Climática, o volume da interferência frente à abundância da fauna local, mesmo perante os cenários climáticos mais extremos, se apresenta com **Baixa** relevância. Similarmente, identifica-se este impacto com uma Intensidade de Carbono **Baixa**, devido à não apresentarem emissões ou sequestro de carbono relevante. Por fim, uma vez que este impacto não apresenta efeitos diferenciados aos diferentes recortes populacionais, considera-se Interseccionalidade como **Baixa**. Considerando essas avaliações supramencionadas, classifica-se o impacto final da fragmentação e perda de habitat como **Consideravelmente Sensível**, uma vez que há diversas espécies ameaçadas e endêmicas no local, de **Grande** importância e de magnitude **Alta**. Por fim, o **Quadro 10-15** apresenta um resumo das classificações descritas.

Quadro 10-15 - Resumo da avaliação para o impacto de interferências sobre a fauna.

Atributos/Critério	Avaliação
Fase	Implantação
Meio	Biótico
Receptores	Fauna Aquática e Terrestre
Ações Geradoras	Supressão de vegetação
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Prazo de Manifestação	Imediata
Intensidade de Alteração	Média
Abrangência Espacial	Local
Distribuição Espacial	Localizada
Duração	Temporário
Probabilidade	Certo
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Baixa
Intensidade de Carbono	Baixa
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Alta
Sensibilidade	Consideravelmente Sensível
Importância	Grande

Medidas Recomendadas:

O biólogo responsável pelo resgate de fauna ministrará frequentemente palestras e diálogos de integração com os operários das frentes de supressão vegetal, no sentido de esclarecimento da legislação e de medidas de proteção e conservação das espécies da fauna, bem como prevenção de atropelamentos da fauna. Recomenda-se a realização da manutenção preventiva de máquinas e veículos, para a redução de emissões gasosas e de ruídos. Medidas construtivas de prevenção, proteção e contenção de processos erosivos e assoreamento de cursos d'água deverão ser adotadas. Deverão ser executadas ações de afugentamento e resgate da fauna durante a supressão da vegetação, e monitoramento dos efeitos de perda e fragmentação de habitats sobre a fauna, para guiar as alterações e medidas de resposta necessárias.

Programas Recomendados:

- Programa de Comunicação Social (fase de implantação)
- Programa de Supressão Vegetal (fase de implantação);
- Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e Eventual Salvamento/Resgate de Fauna (fase de implantação).

10.2.7 Perda de Indivíduos da Flora de Espécies Ameaçadas

A supressão da cobertura vegetal dentro da ADA irá ocasionar, inevitavelmente, a perda de espécimes da flora. Nesse sentido, na ADA foram identificados indivíduos de espécies ameaçadas, de acordo com a lista oficial (Portaria MMA n° 148/2022). A perda de indivíduos arbóreos de espécies ameaçadas de extinção não implica, necessariamente, na extinção regional de espécies, mas na perda de diversidade local e de material genético. Portanto, tal impacto está associado às atividades de supressão, sendo valorado apenas para a **Fase de Implantação**.

Diante do exposto acima, a perda de espécies ameaçadas de extinção foi classificada como de natureza **Negativa**, com forma de incidência **Direta** e manifestação **Imediata** à intervenção realizada. A intensidade de alteração é **Média** com abrangência **Local**, pois se dá em áreas específicas, e distribuição espacial **Localizada** visto que o alcance do impacto se restringe aos limites da ADA, com duração **Permanente** enquanto existir o empreendimento. É **Certa** de ocorrer em decorrência da tipologia das obras que demandam supressão da vegetação. É **Irreversível**, pois não é possível realizar a recomposição da vegetação no local já que não haverá reflorestamento com espécies nativas na área de intervenção. De temporalidade **Alta,** uma vez que os efeitos permanecem por algum tempo. Tem propriedades **Sinérgicas** com outros impactos, podendo interferir e potencializar a interferência sobre a fauna e na qualidade presente e futura da vegetação, além de **Cumulativa** com outras interferências nos remanescentes da região. Resiliência climática **Média** devido à redução de vegetação nativa. A intensidade de carbono **Média,** dada a diferença de carbono presente nas espécies, e Interseccionalidade **Baixa** uma vez que não se identificou recortes populacionais na região que utilizem estas espécies de forma diferenciada nas suas atividades culturais e/ou de subsistência. Considerando essas avaliações supramencionadas, classifica-se o impacto final da interferência em áreas legalmente protegidas como **Sensível**, de **Grande** importância e de magnitude **Muito Alta**. Por fim, o **Quadro 10-16** apresenta um resumo das classificações descritas.

Quadro 10-16 - Resumo da avaliação para a perda de indivíduos da flora de espécies ameaçadas.

Atributos/Critério	Avaliação
Fase	Implantação
Meio	Biótico
Receptores	Vegetação e paisagem
Ações Geradoras	Supressão de vegetação
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Prazo de Manifestação	Imediata
Intensidade de Alteração	Média
Abrangência	Local
Distribuição	Localizado
Duração	Permanente
Probabilidade	Certa
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Média
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Muito Alta
Sensibilidade dos receptores	Sensível
Importância	Grande

Medidas Mitigadoras e Compensatórias

Para mitigar os efeitos relacionados à perda de espécies ameaçadas de extinção, recomenda-se o planejamento prévio e o acompanhamento das áreas a serem suprimidas, com foco na identificação dos indivíduos listados como ameaçados. Devem ser adotadas medidas específicas para o resgate, relocação ou manejo *in situ* dessas espécies, quando tecnicamente viável, visando à sua preservação. É fundamental que o processo de supressão seja limitado às áreas estritamente necessárias à execução do projeto, conforme previsto no Projeto de Intervenção Ambiental (PIA). Ainda, deve-se implementar medidas compensatórias de acordo com a legislação vigente.

Programas Recomendados

- Programa de Supressão de Vegetação – PSV (fase de implantação);
- Programa de Resgate de Flora (fase de implantação);
- Programa de Compensação Ambiental.

10.2.8 Alteração da Disponibilidade e Dinâmica Hídrica Superficial

As obras par a Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e para o Incremento do Fator de Segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 têm potencial para alterar a dinâmica e a disponibilidade das águas superficiais, uma vez que interferem diretamente em estruturas localizadas nos talvegues de drenagem. Essas intervenções podem provocar a interrupção ou o acréscimo do fluxo hídrico, afetando trechos a jusante das obras.

Levando em consideração as Atividades Potencialmente Geradoras de Impactos, entende-se que as seguintes atividades apresentam potencial de causar alteração na dinâmica e disponibilidade hídrica superficial: a execução de canais de drenagem pode redirecionar ou acelerar o fluxo da água, impactando o regime natural dos corpos hídricos. Outras atividades como corte/aterro, terraplanagem, movimentação do solo e/ou rejeito, e execução de fundações/ADME podem gerar erosão e assoreamento, alterando a profundidade, a largura e a capacidade de armazenamento dos corpos d'água, o que, por sua vez, modifica sua dinâmica e reduz a disponibilidade.

Durante a **Fase de Planejamento**, não foram identificadas atividades potencialmente impactantes sobre este meio, uma vez que se trata de ações não interventivas. Na **Fase pós-obras**, também não se esperam impactos significativos.

Na **Fase de Implantação**, a natureza do impacto é **negativa**, com incidência **direta** e manifestação **imediata**, decorrente das atividades do projeto. A abrangência espacial é **lindeira**, com reflexos além do ponto de intervenção. A intensidade da alteração é **fraca**, considerando que as variações acompanham os ciclos hidrológicos naturais (seca e chuva), podendo resultar em redução ou aumento das vazões.

A distribuição espacial do impacto é **localizada**, facilitando o gerenciamento, e sua duração é **temporária**, cessando com o fim das atividades causadoras. O grau de incerteza é **médio**, com possibilidade de ocorrência, e o impacto é **reversível**, com temporalidade **curta**, pois o meio pode retornar ao equilíbrio uma vez cessada a fonte causadora.

É classificado como **sinérgico**, pois resulta da interação com outros impactos, como a Alteração na Dinâmica Superficial e intensificação de processos erosivos e alteração na

qualidade das águas superficiais, mas é **cumulativo**, tendo em vista que a **Área Diretamente Afetada (ADA)** já foi alterada por atividades minerárias que modificaram a morfologia das drenagens superficiais.

A resiliência climática é **média**, dado que eventos climáticos extremos podem alterar significativamente o equilíbrio hidrodinâmico, afetando a infiltração e as vazões de nascentes. A intensidade de carbono é **neutra**, uma vez que não há emissões ou sequestro significativo de gases de efeito estufa.

Uma vez que as alterações da dinâmica e disponibilidade hídrica superficial estão relacionadas a alterações de aspectos físicos, e que são controladas principalmente por elementos, físicos, tais quais clima, topografia, cobertura vegetal do terreno, e disponibilidade de sedimentos, suas consequências afetam igualmente todos os grupos da sociedade. Desta forma a Interseccionalidade do impacto é classificada como **Baixa**.

Para a definição da Magnitude do presente impacto foram considerados, dentre os critérios supracitados, todos aqueles indicados como classificatórios na Construção dos Critérios de Classificação dos Impactos e dos Receptores. A cada um destes critérios foi atribuído um igual peso, além de valores que variaram com de acordo com a classificação do impacto. Tal quantificação resultou em uma classificação de Magnitude **Baixa** para a alteração da disponibilidade e dinâmica hídrica superficial.

Para a avaliação da Sensibilidade é essencial, primeiramente avaliar quais dos Receptores Potencialmente Afetados não sofrem influência do presente impacto. Nesse aspecto, entende-se que as alterações da dinâmica e disponibilidade hídrica superficial, afetariam principalmente da bacia hidrográfica onde estão inseridas as estruturas, com grande potencial de afetar as comunidades próximas ao empreendimento. Dessa forma, a Sensibilidade dos receptores foi classificada como **Sensível.**

Por fim, levando em consideração a quantificação da Magnitude, e Sensibilidade dos receptores foi possível classificar a Importância como **Pequena.**

Quadro 10-17 - Alteração da dinâmica e disponibilidade hídrica superficial

Critério	Avaliação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Físico
Receptores	Recursos hídricos superficiais
Ações Geradoras	execução de canais de drenagem, corte/aterro, terraplanagem, movimentação do solo e/ou rejeito, execução de fundações/ADME, instalação de canteiro de obras e áreas de apoio, e remoção de estruturas.

Critério	Avaliação
Natureza	Negativo
Forma de Incidência	Direto
Prazo de Manifestação	Imediato
Intensidade da Alteração	Fraca
Abrangência Espacial	Lindeiro
Distribuição Espacial	Localizado
Duração	Temporário
Grau de Incerteza	Médio
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Curta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Neutro
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Baixa
Sensibilidade do Fator Ambiental	Sensível
Importância do Impacto	Pequena

Medidas Recomendadas:

- Execução das atividades de descaracterização das estruturas geotécnicas de forma planejada;

Programas Recomendados:

- Programa de Monitoramento Geotécnico e Controle da Dinâmica Erosiva;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

10.2.9 Alteração da Dinâmica de Escoamento Superficial e Intensificação de Processos Erosivos

A alteração da dinâmica geomorfológica decorre da modificação do relevo original e da ruptura no equilíbrio entre os processos de transporte e deposição das coberturas superficiais, em função das intervenções previstas no empreendimento. Essas atividades promovem a reconfiguração morfológica por meio da implantação de estruturas antrópicas, como cortes e aterros, exigindo medidas de controle ambiental para mitigar os impactos e garantir a estabilidade das novas formas do terreno.

O presente item apresenta a avaliação do impacto das alterações na dinâmica superficial e intensificação de processos erosivos. Uma vez que este impacto afeta as barragens 6, 7A e 8B, o Dique Auxiliar da B5 e as pilhas de estéril Grota 2 e Grota 3 e todo entorno de maneira semelhante, a descrição do impacto será apresentada de forma única para todas as estruturas.

Durante a **Fase de Planejamento** não são previstas atividades que influenciem de forma relevante a dinâmica erosiva nas barragens ou seu entorno. Dessa forma, nesta fase do empreendimento o impacto não é considerável.

Entretanto, as pilhas de estéril (PDE) Grota 2 e Grota 3 se localizam em uma área de suscetibilidade à erosão variando, predominantemente, de moderada a alta, enquanto o Dique Auxiliar da Barragem 5 e as Barragens 6, 7A e 8B estão enquadradas em área de fragilidade de moderada a baixa. Desta forma, conclui-se que a ausência de influência do impacto “alterações na dinâmica erosiva” nestas estruturas, principalmente nas PDE’s, e suas imediações durante a fase de planejamento não atesta que novas feições erosivas não se desenvolverão ou feições existentes não evoluirão durante esta fase do empreendimento.

Na **Fase de Implantação**, considerando as Atividades Potencialmente Geradoras de Impactos e os projetos de descaracterização, estabilização ou adequação, previamente descritos na caracterização do empreendimento, referente à caracterização geotécnica, entende-se que as seguintes atividades apresentam potencial de influenciar as dinâmicas erosivas:

- Instalação de canteiro de obras e áreas de apoio;
- Mobilização de equipamentos, máquinas e veículos;
- Mobilização de mão de obra;
- Transporte de materiais, equipamentos e insumos;
- Corte/aterro;
- Terraplanagem;
- Desmobilização de mão de obra e do canteiro.

As atividades mencionadas anteriormente impactarão diretamente a dinâmica de fluxo superficial, favorecendo a formação de caminhos preferenciais para o fluxo de água, expondo camadas mais profundas e suscetíveis a erosão dos solos aos agentes intempéricos, aspecto

que pode levar à desagregação das camadas superficiais do solo e, consequentemente, ao aumento na geração de sedimentos.

Diante disso, conclui-se que durante as atividades previstas para a implantação dos projetos haverá intensificação dos processos erosivos, classificando o presente impacto como de Natureza **Negativa.**

Considerando que tais impactos são inerentes às atividades relacionadas às obras, sua Forma de Incidência é definida como **Direta**, com probabilidade de Ocorrência **Certa**. A Abrangência Espacial é considerada **Local**, pois se limita às áreas diretamente alteradas pelas intervenções e suas imediações.

Levando em conta que os processos erosivos tendem a se concentrar em caminhos preferenciais de água, trechos de maior declividade, deságues, e/ou áreas sem cobertura vegetal, mas sem se restringirem a uma área ou lugar específico, classifica-se a Distribuição Espacial como **Difusa**.

No que tange a Temporalidade, esta classifica-se como **Alta,** visto que os efeitos sobre a dinâmica erosiva permanecem mesmo após o término das atividades que os originaram. Contudo, esses efeitos cessarão dentro do período de desenvolvimento do empreendimento. A exemplo disso temos a execução de cortes em taludes, onde erosões continuarão a ocorrer após a finalização do corte, mas cessarão mediante a realização das atividades previstas nos projetos ou nos Programas de Mitigação, Monitoramento, Compensação e Recuperação.

Devido à própria natureza dos processos erosivos, que tendem a se intensificar em áreas que sofreram outros impactos mediante à influência antrópica pretérita tal qual a remoção da cobertura vegetal nativa ou a desagregação da camada superficial do solo a partir do tráfego de veículos, tal impacto classifica-se como **Cumulativo**. Além disso, por poder comprometer a estabilidade de taludes e aumentar o aporte de sedimentos aos corpos hídricos, resultando em assoreamento e degradação da qualidade da água, o impacto também possui caráter **Sinérgico**, e sua Resiliência Climática como **Média,** pois tais processos aumentam a vulnerabilidade do solo frente aos riscos associados às mudanças climáticas.

No entanto, dado que os projetos descritos incluem a implementação de novos dispositivos de drenagem, ações de revegetação e medidas para integrar as obras ao meio ambiente, entende-se que os impactos tendem a se limitar ao período das intervenções. Por isso, são considerados **Reversíveis** e de Duração **Temporária,** pois há uma expectativa de recuperação natural do terreno após a estabilização do fluxo hídrico e da cobertura vegetal.

Apesar da natureza cumulativa e sinérgica dos processos erosivos, estes tendem a ocorrer de maneira gradual após o início das atividades, permitindo a realização de medidas mitigadoras antes de sua intensificação. Dessa forma, considera-se o Prazo de Manifestação como de **Curto Prazo.**

Uma vez que as alterações na dinâmica erosiva são controladas principalmente por elementos, físicos, tais quais clima, topografia e cobertura vegetal do terreno, suas consequências afetam igualmente todos os grupos da sociedade. Desta forma a Interseccionalidade do impacto é classificada como **Baixa**.

De forma direta as alterações na dinâmica erosiva não afetam as emissões ou o sequestro de gases de efeito estufa (GEEs), e mesmo de forma indireta somente a partir de uma evolução significativa das feições erosivas, a ponto destas influenciarem a vegetação e os corpos hídricos, seria causada uma influência relevante. Desta forma, a Intensidade de Carbono é classificada como **Baixa.**

Para a definição da Magnitude do presente impacto foram considerados, dentre os critérios supracitados, todos aqueles indicados como classificatórios na Construção dos Critérios de Classificação dos Impactos e dos Receptores. A cada um destes critérios foi atribuído um igual peso, além de valores que variaram de acordo com a classificação do impacto. Tal quantificação resultou em uma classificação de Magnitude **Alta** para as Alterações na dinâmica erosiva.

Para a avaliação da Sensibilidade é essencial, primeiramente avaliar quais dos Receptores Potencialmente Afetados não sofrem influência do presente impacto. Nesse aspecto, entende-se que as alterações na dinâmica erosiva, afetariam principalmente o solo, com potencial de afetar o tráfego e infraestrutura viária, caso os processos erosivos se desenvolvessem nas proximidades dos acessos. Dessa forma, a Sensibilidade dos receptores foi classificada como **Sensível.**

Por fim, levando em consideração a quantificação da Magnitude, e Sensibilidade dos receptores foi possível classificar a Importância como **Grande.**

O **Quadro 10-18** apresenta um resumo das classificações descritas. É válido destacar que a classificações apresentadas para este impacto se aplicam a todas às estruturas envolvidas no presente documento, a saber, Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar da Barragem 5 e Pilhas de Estéril (PDE) Grota 2 e Grota 3.

Quadro 10-18 - Resumo da avaliação do impacto "alterações na dinâmica superficial e intensificação de processos erosivos"

Critério	Avaliação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Físico
Receptores	Ar, solo, água, moradores e proprietários
Ações Geradoras	Terraplanagem; escavação/limpeza de sedimentos; movimentação do solo e/ou rejeito e/ou transporte de materiais e equipamentos; movimentação de máquinas; remoção/demolição de estruturas; estocagem de resíduos
Natureza	Negativo
Forma de Incidência	Direto
Prazo de Manifestação	Curto Prazo
Intensidade da Alteração	Média
Abrangência Espacial	Local
Distribuição Espacial	Difusa
Duração	Temporário
Probabilidade de Ocorrência	Certo
Reversibilidade	Reversíveis
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Baixa
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Alta
Sensibilidade do Fator Ambiental	Sensível
Importância do Impacto	Grande

É importante destacar que o **Quadro 10-18** se refere à intensificação dos processos erosivos e não a existência de processos erosivos em si, os quais são fenômenos naturais que vem ocorrendo antes da implantação dos projetos e continuarão a ocorrer após esta. Tal observação é importante ao definir critérios como a Temporalidade (**Alta**), a Duração (**Temporária**), a Reversibilidade (**Reversível**) e a Ocorrência (**Certa**).

Tal definição implica que os processos erosivos certamente se intensificarão durante a fase de implantação e que, caso tomadas as medidas pertinentes, tal dinâmica tende a retomar sua intensidade natural. Todavia, possíveis consequências da intensificação em questão, tais quais a formação de ravinas ou o assoreamento de corpos hídricos, podem ser permanentes caso as recomendações apresentadas nos Programas de Mitigação, Monitoramento, Compensação e Recuperação não sejam seguidas.

Também é válido ressaltar que processos erosivos, mesmo em sua intensidade natural, podem oferecer riscos aos empreendimentos no período pós-obras e devem ser devidamente monitorados.

Conforme previamente descrito, os processos erosivos se intensificarão durante a fase de implantação e, caso tomadas as medidas pertinentes, referente ao Subprograma de Monitoramento e Controle da Dinâmica Erosiva, tal dinâmica tende a retomar sua intensidade natural na **Fase pós-obras**.

Dessa forma, nas condições descritas, o impacto não apresenta relevância nesta fase do empreendimento. Ainda assim, destaca-se a importância das atividades de prevenção e monitoramento descritas.

Medidas Recomendadas:

Para a mitigação dos impactos sobre a Alteração da dinâmica superficial e intensificação de processos erosivos, recomenda-se:

- Monitoramento dos processos erosivos durante a execução da descaracterização, com pontuais atividades de reconformação do terreno ou regularização do fluxo superficial, quando necessárias.
- Reconformação de taludes e áreas de empréstimo;
- Instalação de dispositivos de drenagem;
- Implementação do PRAD nas áreas inicialmente degradadas;
- Manutenção contínua dos sistemas de drenagem e sumps, com limpezas periódicas para garantir a eficiência das estruturas;
- Proteção vegetal das superfícies abertas ou parcialmente estabilizadas;
- Supervisão ambiental rotineira para controle de processos erosivos.

Programas Recomendados:

- Programa de Monitoramento Geotécnico e Controle da Dinâmica Erosiva;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

10.2.10 Alteração da Qualidade das Águas Superficiais

As Obras para Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e para Incremento do Fator de Segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 podem ocasionar alterações na qualidade dos recursos hídricos superficiais, uma vez que envolvem intervenções diretamente localizadas em talvegues de redes de drenagem.

Levando em consideração as Atividades Potencialmente Geradoras de Impactos, entende-se que diversas destas atividades possuem o potencial de alterar a qualidade das águas superficiais, principalmente por meio do carreamento de sedimentos ou derramamento de substâncias. Dentre elas, destacam-se a execução de canais de drenagem, que pode modificar o fluxo e carrear material, o corte/aterro e a terraplanagem, grandes geradores de erosão e turbidez, e a destinação de resíduos, caso seja inadequada. A escavação/limpeza de sedimentos e a execução de fundações/ADME também movimentam terra com risco de contaminação, enquanto a instalação de canteiro de obras e áreas de apoio, a mobilização de equipamentos, máquinas e veículos e o transporte de materiais, equipamentos e insumos representam perigo de vazamentos e derramamentos. A movimentação do solo e/ou rejeito tem alto risco de carreamento de partículas, e a remoção de estruturas pode liberar poluentes.

Durante a **Fase de Planejamento**, não foram identificadas atividades que gerem impactos sobre este meio, uma vez que se trata de uma etapa não interventiva. Da mesma forma, na **Fase pós-obras**, não se esperam impactos relevantes, considerando o encerramento das obras, a efetiva implementação das medidas de controle ambiental e a continuidade do acompanhamento.

Na **Fase de Implantação**, a natureza do impacto é **negativa**, por promover a redução da qualidade ambiental do meio, com incidência **direta**, por decorrer das atividades do empreendimento. O prazo de manifestação é **médio**, visto que os efeitos podem persistir mesmo após o encerramento de certas ações com potencial poluidor.

A abrangência espacial do impacto é **local**, sem potencial de manifestação em escala de bacia hidrográfica, uma vez que serão aplicadas medidas de controle e gestão nas estruturas geotécnicas. A intensidade da alteração é **média**; a distribuição espacial é **difusa**, por envolver diferentes padrões físicos, químicos e biológicos; e a duração é **temporária**, cessando com o fim das atividades causadoras.

O grau de incerteza é **médio**, uma vez que o impacto pode ou não se concretizar. Classifica-se como **reversível**, com **temporalidade curta**, pois o meio pode retomar seu equilíbrio após a cessação da fonte impactante.

O impacto é **sinérgico**, por resultar da interação com o impacto de Alteração da Dinâmica superficial e intensificação de processos erosivos, e **cumulativo**, pois a ADA está inserida em área previamente ocupada por atividades minerárias, que já alteraram a dinâmica ambiental da região.

A resiliência climática é **média**, considerando que alterações na qualidade da água podem ser intensificadas por eventos climáticos extremos, como chuvas acima da média histórica, que comprometem estruturas de contenção e ampliam o carreamento de sedimentos, afetando a segurança hídrica. A intensidade de carbono é **Neutra**, por não envolver emissões ou sequestro relevante de gases de efeito estufa.

Uma vez que as alterações da qualidade da água superficial estão relacionadas a alterações de aspectos físicos, e que são controladas principalmente por elementos, físicos, tais quais clima, topografia, cobertura vegetal do terreno, e disponibilidade de sedimentos, suas consequências afetam igualmente todos os grupos da sociedade. Desta forma a Interseccionalidade do impacto é classificada como **Baixa**.

Para a definição da Magnitude do presente impacto foram considerados, dentre os critérios supracitados, todos aqueles indicados como classificatórios na Construção dos Critérios de Classificação dos Impactos e dos Receptores. A cada um destes critérios foi atribuído um igual peso, além de valores que variaram com de acordo com a classificação do impacto. Tal quantificação resultou em uma classificação de Magnitude **Média** para as Alterações da Qualidade das águas superficiais.

Para a avaliação da Sensibilidade é essencial, primeiramente, avaliar quais dos Receptores Potencialmente Afetados não sofrem influência do presente impacto. Nesse aspecto, entende-se que as alterações na Qualidade das águas superficiais, afetariam principalmente da bacia hidrográfica onde estão inseridas as estruturas, com grande potencial de afetar as comunidades próximas ao empreendimento. Dessa forma, a Sensibilidade dos receptores foi classificada como **Muito Sensível.**

Por fim, levando em consideração a quantificação da Magnitude, e Sensibilidade dos receptores foi possível classificar a Importância como **Grande.**

Quadro 10-19 - Classificação do impacto Alteração da qualidade das águas superficiais

Critério	Avaliação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Físico
Receptores	Recursos hídricos superficiais
Ações Geradoras	execução de canais de drenagem, contratação de serviços e aquisição de materiais, corte/aterro, destinação de resíduos, escavação/limpeza de sedimentos, execução de fundações/ADME, instalação de canteiro de obras e áreas de apoio, mobilização de equipamentos, máquinas e veículos, movimentação do solo e/ou rejeito, remoção de estruturas, terraplanagem, e transporte de materiais, equipamentos e insumos.
Natureza	Negativo
Forma de Incidência	Direto
Prazo de Manifestação	Médio
Intensidade da Alteração	Média
Abrangência Espacial	Local
Distribuição Espacial	Difuso
Duração	Temporário
Grau de Incerteza	Médio
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Curta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Neutro
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Média
Sensibilidade do Fator Ambiental	Muito Sensível
Importância do Impacto	Grande

Medidas Recomendadas:

- Instalação de estruturas de drenagem superficial e pluvial (sumps, canaletas, dissipadores, etc.);
- Planejamento do processo de supressão da vegetação;
- Aplicação de técnicas de proteção e recomposição vegetal;
- Monitoramento e manutenção das estruturas de drenagem;
- Execução das atividades de descaracterização das estruturas geotécnicas de maneira planejada;

Programas Recomendados:

- Programa de Monitoramento Geotécnico e Controle da Dinâmica Erosiva;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

10.2.11 Alteração da Qualidade do Ar

As obras para Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e para Incremento do Fator de Segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 exigem a avaliação dos impactos potenciais sobre a qualidade do ar, considerando as atividades de descaracterização das estruturas e a geração de emissões atmosféricas. Esta análise busca identificar possíveis variações nos níveis de poluentes, subsidiando a implementação de medidas de controle ambiental eficazes para minimizar impactos na região.

Levando em consideração as Atividades Potencialmente Geradoras de Impactos e os projetos de descaracterização e estabilização, entende-se que as seguintes atividades apresentam potencial de alterar a qualidade do ar:

- Instalação de canteiro de obras e áreas de apoio;
- Mobilização de equipamentos, máquinas e veículos;
- Transporte de materiais, equipamentos e insumos;
- Terraplanagem;
- Remoção de estruturas;
- Movimentação do solo e/ou rejeito;
- Execução de Fundações/ADME;

- Escavação / limpeza de sedimentos;
- Corte/aterro.

Algumas destas atividades expõem o solo, tornando-o mais vulnerável à erosão e à dispersão de poeira pelo vento, especialmente durante períodos de estiagem. A movimentação de máquinas e equipamentos em vias internas não pavimentadas gera emissões de material particulado, contribuindo para a ressuspensão de partículas no ar e elevando a concentração de poeira.

Incluem-se ainda outras fontes de emissões, como os gases de combustão provenientes da queima de combustível. Embora não existam fontes fixas industriais na área do projeto, a emissão difusa nas frentes de obra apresenta potencial para impactos locais, como deposição de partículas em vegetação e solo, incômodos operacionais e riscos à saúde ocupacional.

Na **Fase de Planejamento**, não foram identificadas atividades que gerem impactos sobre este meio, uma vez que se trata de uma etapa não interventiva. Na **Fase pós-obras**, também não se esperam impactos que alterem a qualidade do ar.

Na **Fase de Implantação**, a natureza do impacto é **negativa**, considerando o potencial para deterioração da qualidade ambiental do ar, e de incidência **direta**, por se originar de atividade inerente ao empreendimento. O prazo de manifestação é **imediato**, pois os efeitos negativos ocorrem durante a execução das obras. A abrangência espacial do impacto é **local**, uma vez que, conforme apresentado nos resultados das modelagens atmosféricas (BRANT, 2023), a maior parte das concentrações dos poluentes se dispersará nos limites do empreendimento e nas proximidades das fontes emissoras. A intensidade da alteração é **média**, a distribuição espacial é **localizada** e a duração é **temporária**, pois o impacto cessa com o fim das atividades e a aplicação das medidas de controle e gestão ambiental.

O grau de incerteza é **certo**, o impacto é **reversível** e a temporalidade é **curta**, já que, uma vez cessada a causa, o meio tende a retornar ao equilíbrio. O impacto é considerado **não sinérgico**, pois não são esperadas interações com outros impactos.

Contudo, considerando que, em função da direção e velocidade dos ventos, os poluentes podem se dispersar além da área de emissão, alcançando simultaneamente diferentes frentes de obra, dessa forma o impacto é classificado como **cumulativo**.

A intensidade de carbono é **Média,** devido ao uso predominante de combustíveis fósseis, e resiliência climática é **baixa**, pois o impacto não afeta os riscos climáticos nem altera a vulnerabilidade dos receptores, além de gerar emissões irrelevantes de gases de efeito estufa.

Uma vez que as alterações na qualidade do ar afetam igualmente todos os grupos da sociedade. Desta forma a Interseccionalidade do impacto é classificada como **Baixa**.

Para a definição da Magnitude do presente impacto foram considerados, dentre os critérios supracitados, todos aqueles indicados como classificatórios na Construção dos Critérios de Classificação dos Impactos e dos Receptores. A cada um destes critérios foi atribuído um igual peso, além de valores que variaram com de acordo com a classificação do impacto. Tal quantificação resultou em uma classificação de Magnitude **Média** para as Alterações na Qualidade do ar.

Para a avaliação da Sensibilidade é essencial, primeiramente, avaliar quais dos Receptores Potencialmente Afetados não sofrem influência do presente impacto. Nesse aspecto, entende-se que as alterações na Qualidade do ar, afetariam principalmente o Ar, com pequeno potencial de afetar as comunidades próximas ao empreendimento, visto que as estruturas estão inseridas em áreas de atividade minerárias, sem a proximidade de comunidades. Dessa forma, a Sensibilidade dos receptores foi classificada como **Sensível.**

Por fim, levando em consideração a quantificação da Magnitude, e Sensibilidade dos receptores foi possível classificar a Importância como **Intermediária.**

Quadro 10-20 - Classificação do impacto Alteração da Qualidade do Ar

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Físico
Receptores	Qualidade do ar
Ações Geradoras	Instalação de canteiro de obras e áreas de apoio; Mobilização de equipamentos, máquinas e veículos; Transporte de materiais, equipamentos e insumos; Terraplanagem; Remoção de estruturas; Movimentação do solo e/ou rejeito; Execução de Fundações/ADME; Escavação / limpeza de sedimentos; Corte/aterro, e gases de combustão provenientes da queima de combustível.
Natureza	Negativo
Forma de Incidência	Direto
Prazo de Manifestação	Imediato

Critério	Classificação
Intensidade da Alteração	Média
Abrangência Espacial	Local
Distribuição Espacial	Localizado
Duração	Temporário
Grau de Incerteza	Certo
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Curta
Sinergia	Não Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Baixa
Intensidade de Carbono	Média
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Média
Sensibilidade do Fator Ambiental	Sensível
Importância do Impacto	Intermediária

Medidas Recomendadas:

Durante a execução das atividades, é necessário implementar as seguintes medidas para minimizar os impactos gerados, especialmente aqueles relacionados à emissão de material particulado e gases oriundos da combustão veicular:

- Umectação frequente das vias não pavimentadas;
- Manutenção preventiva dos equipamentos para regulagem das fontes de emissão;
- Proteção das cargas transportadas;
- Medição de fumaça preta nos veículos movidos a óleo diesel;
- Controle de velocidade nas vias de acesso.

Programas Recomendados:

- Programa de Gestão Ambiental do Canteiro de Obras

- Programa de Controle da Qualidade do Ar;
- Programa de Comunicação Social (PCS);
- Programa de Monitoramento Geotécnico e Controle da Dinâmica Erosiva;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

10.2.12 Alteração dos Níveis de Pressão Sonora e Vibração

Levando em consideração as Atividades Potencialmente Geradoras de Impactos, diversas são capazes de gerar alteração nos níveis de pressão sonora e vibração. São elas: execução de canais de drenagem, corte/aterro, desmobilização de mão de obra e do canteiro, escavação/limpeza de sedimentos, execução de fundações/ADME, instalação de canteiro de obras e áreas de apoio, mobilização de equipamentos, máquinas e veículos, mobilização de mão de obra, movimentação do solo e/ou rejeito, remoção de estruturas, terraplanagem, e transporte de materiais, equipamentos e insumos. Essas atividades, em geral, envolvem o uso de máquinas pesadas, movimentação de veículos e operações que naturalmente causam ruído e vibração no ambiente.

Embora essas emissões estejam previstas, espera-se que, com gestão adequada e implementação de controles sobre as fontes emissoras, seja possível mitigar significativamente eventuais incômodos fora das áreas operacionais, especialmente considerando a inexistência de comunidades no entorno imediato.

Durante as **Fases de Planejamento** e **pós-obras**, não se identificam atividades com potencial de alteração dos níveis sonoros ou vibratórios, uma vez que se trata de uma etapa não interventiva.

Na **Fase de Implantação**, a natureza do impacto é **negativa**, por possuir o potencial de afetar a qualidade acústica do ambiente em comparação a um cenário sem a presença das obras. A incidência é **direta**, pois decorre das atividades do empreendimento. O prazo de manifestação é **imediato**, com efeitos negativos ocorrendo durante a realização das obras. A abrangência espacial é **local**, com alterações previstas apenas no interior da **Área Diretamente Afetada (ADA)**.

A intensidade da alteração é **média**, considerando que as fontes emissoras variam em funcionamento e potência (como é o caso dos diferentes maquinários). A distribuição espacial é **localizada** e a duração é **temporária**, já que o impacto cessa imediatamente após o término das atividades.

O grau de incerteza é **certo**; o impacto é **reversível**; e a **temporalidade é curta**, pois, uma vez interrompidas as fontes emissoras, o ambiente tende a retornar às suas condições anteriores.

Este impacto é considerado **sinérgico**, pois este impacto pode ser intensificado pelo Impacto 14 – Alteração das condições de tráfego, que consequentemente acabam elevando o Impacto 16 – Incômodos para a população do entorno decorrente das obras. No entanto, é classificado como **cumulativo**, uma vez que sons e vibrações oriundos de diferentes frentes de obra podem se somar.

A **resiliência climática é baixa**, pois a alteração nos níveis de pressão sonora e vibração não se relaciona diretamente à adaptação da região às mudanças climáticas. A intensidade de carbono é **neutra**, pois o impacto não acarreta emissões relevantes de gases de efeito estufa.

Uma vez que as alterações nos níveis de pressão sonora e vibração estão relacionados a alterações de aspectos físicos, que afetam igualmente todos os grupos da sociedade, a Interseccionalidade do impacto é classificada como **Baixa**.

Para a definição da Magnitude do presente impacto foram considerados, dentre os critérios supracitados, todos aqueles indicados como classificatórios na Construção dos Critérios de Classificação dos Impactos e dos Receptores. A cada um destes critérios foi atribuído um igual peso, além de valores que variaram com de acordo com a classificação do impacto. Tal quantificação resultou em uma classificação de Magnitude **Média** para as Alterações nos Níveis de pressão sonora e vibração.

Para a avaliação da Sensibilidade é essencial, primeiramente avaliar quais dos Receptores Potencialmente Afetados não sofrem influência do presente impacto. Nesse aspecto, entende-se que as alterações nos Níveis de pressão sonora e vibração, as comunidades próximas, trabalhadores locais e as estruturas existentes na área do empreendimento. Dessa forma, a Sensibilidade dos receptores foi classificada como **Sensível.**

Por fim, levando em consideração a quantificação da Magnitude, e Sensibilidade dos receptores foi possível classificar a Importância como **Intermediária.**

Quadro 10-21 - Classificação do impacto Alteração dos níveis de pressão sonora e vibração

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Físico
Receptores	Níveis de pressão sonora e vibração
Ações Geradoras	Execução de canais de drenagem, corte/aterro, desmobilização de mão de obra e do canteiro, escavação/limpeza de sedimentos, execução de fundações/ADME, instalação de canteiro de obras e áreas de apoio, mobilização de equipamentos, máquinas e veículos, mobilização de mão de obra, movimentação do solo e/ou rejeito, remoção de estruturas, terraplanagem, e transporte de materiais, equipamentos e insumos. Essas atividades, em geral, envolvem o uso de máquinas pesadas, movimentação de veículos e operações que naturalmente causam ruído e vibração no ambiente.
Natureza	Negativo
Forma de Incidência	Direto
Prazo de Manifestação	Imediato
Intensidade da Alteração	Média
Abrangência Espacial	Local
Distribuição Espacial	Localizado
Duração	Temporário
Grau de Incerteza	Certo
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Curta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Baixa
Intensidade de Carbono	Neutro
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Média
Sensibilidade do Fator Ambiental	Sensível
Importância do Impacto	Intermediária

Medidas Recomendadas:

As formas de mitigação das emissões sonoras e de vibração incluem:

- Manutenção e regulagem adequadas de veículos, máquinas e equipamentos;
- Controle de velocidade de circulação de veículos nas vias internas e externas;
- Regularização e manutenção das vias de tráfego, sempre que necessário;
- Estabelecimento de horários de trabalho fora do período noturno.

Programas Recomendados:

- Programa de Gestão Ambiental do Canteiro de Obras
- Programa de Controle da Qualidade do Ar;
- Programa de Comunicação Social (PCS);
- Programa de Controle de Ruído.

10.2.13 Acréscimo nas Receitas Orçamentárias

Durante a **Fase de Implantação** das obras é comum a intensificação da arrecadação pública, especialmente no âmbito municipal, como reflexo direto do aumento das atividades econômicas locais. Esse efeito está associado à mobilização de trabalhadores, equipamentos, veículos e à contratação de serviços e insumos necessários à execução das frentes de obra. Um dos tributos diretamente impactados por esse movimento é o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), cuja base de incidência é a prestação de serviços realizada por empresas contratadas durante a execução do projeto.

A elevação na arrecadação, contudo, não se limita ao ISSQN. De forma indireta, observa-se também um incremento na receita proveniente do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), tributo estadual que possui reflexos nas finanças municipais por meio das cotas-parte destinadas aos municípios. Esse acréscimo decorre da aquisição de materiais e da contratação de serviços de transporte, comunicação e logística, frequentemente realizados por fornecedores enquadrados na categoria de contribuintes do ICMS.

Além disso, a presença de trabalhadores mobilizados em diferentes etapas da implantação movimenta o comércio local, a demanda por hospedagem, alimentação, transporte e aluguel de imóveis. Essas atividades geram um conjunto de tributos incidentes sobre o consumo e serviços, contribuindo para dinamizar a economia na Área de Estudo Regional (AER). Trata-se, portanto, de um impacto que combina efeitos fiscais diretos e indiretos, relacionados à

própria lógica de funcionamento de intervenções como aquelas em execução no contexto das obras emergenciais para a descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o incremento do fator de segurança (FS) das PDES Grota 2 e Grota 3.

A natureza do impacto é **Positiva**, pois gera benefícios econômicos ao contribuir para o aumento da receita pública. A forma de incidência é **Indireta** e o prazo de manifestação é **Curto**.

A intensidade da alteração é **Média** e a abrangência espacial é **Municipal.** A distribuição espacial é **Homogênea** e a duração é **Cíclica**, pois a arrecadação pode variar ao longo das fases do projeto, aumentando em períodos de maior atividade econômica e reduzindo-se posteriormente.

O Grau de incerteza é **Certo**, pois o recolhimento de tributos é uma consequência direta da execução da realização das obras de descaracterização/estabilização. O impacto é **Irreversível**, pois os tributos arrecadados não podem ser desfeitos, considerando o carácter emergencial das obras, e a temporalidade é **Alta,** considerando a duração das obras. O impacto **Sinérgico** e **Cumulativo**.

Já a resiliência climática é **Baixa**, pois o impacto não está diretamente relacionado à capacidade de adaptação da região às mudanças climáticas, e a intensidade de carbono é **Neutra**, pois o aumento da arrecadação não resulta em emissões de gases de efeito estufa. A interseccionalidade é **Baixa**, pois o impacto afeta a estrutura fiscal de forma geral, sem distinção significativa entre diferentes grupos sociais.

Com isso, a magnitude do impacto é **Alta,** enquanto a a sensibilidade do fator ambiental é **Pouco Sensível**. De acordo com a classificação estabelecida, a importância do impacto é **Intermediária.**

Quadro 10-22 - Classificação do impacto Acréscimo nas Receitas Orçamentárias

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Socioeconômico
Receptores	Arrecadação Tributária
Ações Geradoras	Instalação de canteiro de obras e áreas de apoio Contratação de serviços e aquisição de materiais Mobilização de equipamentos, máquinas e veículos Mobilização de mão de obra Transporte de materiais, equipamentos e insumos Corte/aterro Execução de Fundações/ADME Terraplanagem Destinação de resíduos
Natureza	Positivo
Forma de Incidência	Indireto
Prazo de Manifestação	Curto
Intensidade da Alteração	Média
Abrangência Espacial	Municipal
Distribuição Espacial	Homogêneo
Duração	Cíclico
Grau de Incerteza	Certa
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Baixa
Intensidade de Carbono	Neutro
Interseccionalidade	Baixa
Magnitude	Alta
Sensibilidade do Fator Ambiental	Pouco Sensível
Importância do Impacto	Intermediária

Medidas Recomendadas:

Não se aplica.

Programas Recomendados:

Não se aplica.

10.2.14 Alteração das Condições de Tráfego

Durante a **Fase de Implantação**, haverá intensa movimentação de máquinas pesadas, equipamentos e equipes nas rodovias e estradas locais, gerando aumento significativo no tráfego local. Esse acréscimo decorre da mobilização das estruturas logísticas necessárias para as obras de descaracterização/estabilização e de reforço de segurança, envolvendo deslocamentos frequentes de trabalhadores, veículos pesados e maquinário pelas vias públicas utilizadas para acesso à MAC.

As principais rotas afetadas, que inclui as rodovias BR-356 e MG-030, além da Avenida Luiz Paulo Franco e da Avenida Dr. Marco Paulo Simon Jardim, são compartilhadas com moradores das localidade de Jardim da Torre, por exemplo. A MG-030, além de servir à AEL (onde estão os equipamentos da AER), é a via primária para localidades na divisa com a capital, como Vila das Flores, Vila da Serra e Vale do Sereno.

A região já apresenta tráfego regular de caminhões, impulsionado por outros projetos próximos e pelo fluxo de trabalhadores entre a capital e Nova Lima. Estima-se que a MG-030 registre um fluxo diário de aproximadamente 15 mil veículos, dos quais cerca de 12 mil são carros de passeio, 2 mil motocicletas e o restante caminhões e veículos de médio porte (SEMPRE NOVA LIMA, 2025; DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2024). Já a BR-356, no trecho entre o BH Shopping e Nova Lima, é ponto crítico de engarrafamentos, cujos efeitos se estendem à MG-030 (DER-MG, 2025).

Com a intensificação da circulação de maquinário e equipamentos por conta das obras, mesmo que sejam sazonais, é provável que ocorra o desgaste acelerado do pavimento, além de impactos como aumento nas emissões atmosféricas e nos níveis de ruído. A segurança nas vias torna-se uma preocupação relevante diante do incremento de veículos pesados.

O aumento do tráfego nas rotas de acesso à MAC e nas comunidades vizinhas pode resultar em danos à pavimentação e sinalização, bem como elevar os riscos de acidentes envolvendo moradores e o atropelamento de animais domésticos e de criação. A pressão sobre a infraestrutura viária da AEL, especialmente na divisa com Belo Horizonte, pode intensificar a degradação das vias e potencializar os impactos ao longo da execução das obras. Deste modo, alterações no fluxo viário, retenções e interrupções no trânsito devem ser esperadas.

É pertinente mencionar que, o aumento do tráfego de maquinário e equipamentos está previsto para ocorrer na fase inicial e na fase final das obras, quando estes estarão sendo mobilizados até o interior da MAC. Durante as obras em si não há previsão de entrada e saída

de veículos de maneira rotineira, pois a movimentação de material está prevista para ocorrer dentro dos limites da Mina.

A natureza do impacto é **Negativa**, pois interfere na mobilidade rodoviária, podendo gerar congestionamentos, aumento do tempo de deslocamento e riscos de acidentes. A forma de incidência é **Direta** e o prazo de manifestação é **Curto**, pois os efeitos no tráfego surgem logo no início da execução das obras. A intensidade da alteração é **Média**, pois o fluxo viário já é significativo na região. A abrangência espacial é **Regional**, e a distribuição espacial é **Difusa**, pois o impacto ocorre de maneira dispersa, atingindo diferentes trechos de rodovias, vias urbanas e acessos secundários.

A duração é **Temporária** e o Grau de incerteza é **Certo**, pois mudanças na circulação viária são comuns em obras que envolvem transporte de equipamentos e insumos. O impacto é **Reversível** e a temporalidade é **Alta,** considerando o tempo previsto para conclusão das obras. O impacto é **Sinérgico**, pois pode interagir com outros fatores, como aumento da geração de ruídos, além do desgaste da infraestrutura viária. Também é **Cumulativo**, pois sua intensidade pode se somar a outros impactos relacionados ao tráfego e ao uso das vias. A resiliência climática, a intensidade de carbono e interseccionalidade são **Médias**.

Com isso, a magnitude do impacto é **Muito Alta,** enquanto a sensibilidade do receptor ambiental é **Consideralmente Sensível**, pois as vias e infraestruturas viárias podem suportar alterações no fluxo de veículos, mas necessitam de medidas preventivas para evitar congestionamentos severos e outros transtornos para a população local. De acordo a classificação, a importância do impacto é considerada **Muito Grande.**

Quadro 10-23 - Classificação do impacto Alteração das condições de tráfego

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Socioeconômico
Receptores	Tráfego e Infraestrutura Viária
Ações Geradoras	Transporte de materiais, equipamentos e insumos
Natureza	Negativo
Forma de Incidência	Direto
Prazo de Manifestação	Curto
Intensidade da Alteração	Média

Critério	Classificação
Abrangência Espacial	Regional
Distribuição Espacial	Difuso
Duração	Temporário
Grau de Incerteza	Certo
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Média
Interseccionalidade	Média
Magnitude	Muito Alta
Sensibilidade do Fator Ambiental	Consideravelmente Sensível
Importância do Impacto	Muito Grande

Medidas Recomendadas:

A operação intensa de veículos e equipamentos pesados nas vias de acesso à área do projeto pode gerar impactos significativos para as comunidades do entorno, especialmente relacionados ao ruído, à emissão de poluentes, ao desgaste das vias e à segurança viária. Nesse contexto, recomenda-se a implantação do **Programa de Manutenção de Máquinas, Equipamentos e Veículos**, com foco em manutenções preventivas e corretivas, visando garantir o funcionamento adequado dos ativos, evitar falhas operacionais e mitigar os efeitos negativos sobre as áreas atravessadas pela logística das obras. Em conjunto, especialmente quanto à utilização de vias por veículos mobilizados durante as obras e à proximidade de comunidades potencialmente afetadas, recomenda-se a implementação de um **Programa de Controle de Ruído** voltado ao monitoramento e à mitigação dos níveis sonoros gerados pelo tráfego de veículos e operação de equipamentos, com foco nas áreas sensíveis localizadas ao longo dessas rotas de acesso. Para a comunicação e informação sobre os impactos das obras na MAC junto às localidades e trabalhadores, está o **Programa de Comunicação Social (PCS).**

Programas Recomendados:

- Programa de Comunicação Social (PCS);
- Programa de Manutenção de Máquinas, Equipamentos e Veículos;
- Programa de Controle de Ruídos.

10.2.15 Aumento na Geração de Empregos Temporários

Na **Fase de Implantação**, a geração de empregos temporários decorrente das obras na MAC mobiliza um volume variável de trabalhadores locais, a depender do histograma de obras e das previsões do EPCista, impulsionando a economia local e oferecendo oportunidades de geração de renda local. Deste modo, a necessidade de força de trabalho para as obras é responsável direta pelo impacto da geração de empregos na região, onde as vagas disponíveis para a mobilização deverão incorporar um volume de mão de obra local e externa.

Com base na caracterização do projeto, a estimativa média de trabalhadores durante a fase de implantação varia conforme o avanço das frentes de obra.

Durante as obras de descaracterização de cada barragem o efetivo estimado é de 58 trabalhadores nos momentos de maior demanda operacional. Para as obras de reforço da B6 a estimativa é de 13 trabalhadores dedicados, ao passo que nas obras de estabilização de cada PDE devem atuar 35 trabalhadores. Ressalta-se que as obras emergenciais em cada estrutura serão realizadas conforme sequenciamento estabelecido em função das prioridades estabelecidas pela engenharia e da lógica construtiva do projeto integrado de descaracterização de barragens e obras para o fechamento de pilhas de estéril da Mina de Águas Claras.

Para a formação da equipe de trabalhadores não especializados, dar-se-á prioridade à contratação de moradores da região. Essa priorização da contratação de trabalhadores locais ajuda a mitigar a formação de uma população flutuante, ao mesmo tempo em que contribui para a estabilidade econômica da região.

Além disso, ao incorporar tanto mão de obra local quanto externa, a região experimentará um incremento na circulação de recursos, gerando efeitos positivos na comercialização de bens e serviços locais e estimulando a oferta de outros empregos indiretos, como no setor de alimentação e transporte na AER.

A natureza do impacto é **Positiva**, pois a criação de postos de trabalho contribui para a economia local e gera oportunidades de renda. A forma de incidência é **Direta** e o prazo de

manifestação é **Imediato**, uma vez que a contratação de trabalhadores ocorre logo no início das atividades de descaracterização/estabilização.

A intensidade da alteração é **Variada** e a abrangência espacial é **Regional** uma vez que a mão de obra tende a se concentrar na RMBH, onde se localiza a maior parte da mão de obra contratada. A distribuição espacial é **Localizado** e a duração é **Cíclico**, pois os empregos criados estão vinculados a uma fase específica do projeto e cessam após sua conclusão da descaracterização.

O Grau de incerteza é **Certo**, o impacto é **Reversível**, pois, ao término das atividades, a situação do mercado de trabalho local pode retornar ao seu estado original, sendo a temporalidade é **Alta**. O impacto **Sinérgico** e **Não Cumulativo**.

Já a resiliência climática é **Média**, e a intensidade de carbono é **Baixa**, pois, embora haja atividades associadas à contratação de mão de obra, a relação com emissões de carbono é limitada. A interseccionalidade é **Média.**

Com isso, a magnitude do impacto é considerada **Média.** A sensibilidade do fator ambiental é **Sensível**, pois a dependência de empregos temporários pode gerar expectativas e impactos sociais na comunidade após o término das contratações. Deste modo, a importância do impacto é **Intermediária.**

Quadro 10-24 - Classificação do impacto Aumento na Geração de Empregos Temporários.

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Socioeconômico
Receptores	Mercado de Trabalho
Ações Geradoras	Mobilização de equipamentos, máquinas e veículos Mobilização de mão de obra
Natureza	Positivo
Forma de Incidência	Direto
Prazo de Manifestação	Imediato
Intensidade da Alteração	Variada
Abrangência Espacial	Regional
Distribuição Espacial	Localizado

Critério	Classificação
Duração	Cíclico
Grau de Incerteza	Certa
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Não Cumulativo
Resiliência Climática	Média
Intensidade de Carbono	Baixa
Interseccionalidade	Média
Magnitude	Alta
Sensibilidade do Fator Ambiental	Sensível
Importância do Impacto	Intermediária

Medidas Recomendadas:

Recomenda-se um **Programa de Comunicação Social (PCS),** para que seja adotada uma comunicação transparente sobre o processo junto ao público-alvo. Essa comunicação também deve incluir a disseminação de informações sobre os processos de recrutamento de trabalhadores.

Programas Recomendados:

- Programa de Comunicação Social (PCS).

10.2.16 Incômodos para População do Entorno Decorrentes das Obras

Durante a **Fase de Implantação** das obras de descaracterização/estabilização, moradores que compartilham acessos das estruturas da Mina de Águas Claras (MAC), especialmente, poderão vivenciar uma intensificação significativa de incômodos decorrentes ao longo das atividades construtivas. Trata-se de um impacto de caráter temporário, porém de alta perceptibilidade para a população local, especialmente devido à proximidade com os acessos às localidades da AEL, especialmente Jardim da Torre, Vila das Flores, Vila da Serra e Vale do Sereno.

Ainda que as intervenções sejam uma medida de eliminação definitiva de riscos, sua fase de implantação pode reforçar ou reativar percepções de insegurança. Isso ocorre em função da presença de maquinário, intervenções em estruturas classificadas anteriormente como críticas e comunicação técnica nem sempre plenamente compreendida pela população, o que gera interpretações baseadas em medo ou desconfiança (PERNA, 2014).

O incômodo gerado advém, sobretudo, do aumento do tráfego de veículos pesados e do fluxo de trabalhadores externos, alterando a ambiência cotidiana das localidades residenciais próximas. Essa situação compromete o conforto ambiental da vizinhança, com destaque para o aumento dos níveis de ruído, alteração na fluidez do tráfego urbano e sensação de insegurança associada à presença constante de pessoas e equipamentos não familiares à dinâmica local (PERNA, 2014).

No caso específico da região da MAC, as vias de acesso principais (MG-030, BR-356, Av. Luiz Paulo Franco e Av. Dr. Marco Paulo Simon Jardim) já operam com intenso volume de tráfego diário. O fluxo associado às obras contribui para a sobrecarga das vias e torna a convivência entre os deslocamentos locais e o tráfego das obras ainda mais complexa, mesmo que de forma temporária e sazonal.

Além do comprometimento da mobilidade, a presença constante de ruídos provenientes de maquinário e movimentações operacionais, somada à circulação de trabalhadores em horários distintos, gera desconforto entre os moradores. Isso é particularmente sensível em áreas residenciais consolidadas, como Vila da Serra, onde o padrão de ocupação urbana valoriza o silêncio e a previsibilidade do tráfego (JORNAL BELVEDERE, 2025).

Adicionalmente, a ocorrência de má conduta por parte de trabalhadores durante as obras, como comportamentos inadequados no convívio com a população local, agrava a sensação de incômodo entre os moradores. Esses episódios, ainda que pontuais, contribuem para o desconforto social e potencia efeitos nas localidades da AEL. Quando recorrentes ou não adequadamente tratados, esses comportamentos podem afetar a coesão comunitária e provocar sentimento de insegurança, dentre outros.

Cabe destacar que, apesar da natureza temporária das interferências, seus efeitos são amplificados pela frequência e duração das atividades. A rotina dos moradores é diretamente impactada pela dificuldade de deslocamento, percepção de risco, alterações no cotidiano e pelo sentimento de desorganização urbana causada pela sobreposição das dinâmicas locais e operacionais.

A natureza do impacto é **Negativa** e a forma de incidência é **Direta**. O prazo de manifestação é **Imediato**, pois os efeitos negativos ocorrem assim que as obras são iniciadas.

A intensidade da alteração é **Média** e a abrangência espacial é **Local**. uma vez que os incômodos e interferências decorrentes da obra não se concentram em um único ponto, podendo se manifestar em diferentes localidades ao longo da AEL, sendo a distribuição **Localizada**. A duração é **Temporária**, pois os incômodos cessam após a conclusão das obras.

O Grau de incerteza é **Certo**, sendo o impacto **Reversível** e a temporalidade é **Alta**, considerando o tempo previsto de obras. O impacto é **Sinérgico** e **Cumulativo**, pois pode se somar a outros efeitos das obras, como alterações no tráfego, aumento de ruídos e circulação de trabalhadores, dentre outros.

A resiliência climática é **Baixa**, a intensidade de carbono é **Neutra**, e a interseccionalidade é **Média**. Com isso, a magnitude do impacto é classificada como **Média.**

A sensibilidade do fator ambiental é **Sensível**, considerando as características socioespaciais da AEL e o tipo de interferência gerada pelas obras, que, embora temporárias e preventivas, envolvem atividades com potencial de incômodo, como tráfego intenso de veículos pesados, aumento de ruído, e a circulação de trabalhadores. Deste modo, o impacto é classificado como de importância é **Intermediária.**

Quadro 10-25 - Classificação do impacto Incômodos para população do entorno decorrentes das obras

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de Referência	Socioeconômico
Receptores	Moradores e Proprietários
Ações Geradoras	Transporte de materiais, equipamentos e insumos Corte/aterro Execução de Fundações/ADME Terraplanagem Destinação de resíduos
Natureza	Negativo
Forma de Incidência	Direto

Critério	Classificação
Prazo de Manifestação	Imediato
Intensidade da Alteração	Média
Abrangência Espacial	Local
Distribuição Espacial	Localizado
Duração	Temporário
Grau de Incerteza	Certa
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Alta
Sinergia	Sinérgico
Cumulatividade	Cumulativo
Resiliência Climática	Baixa
Intensidade de Carbono	Neutro
Interseccionalidade	Média
Magnitude	Média
Sensibilidade do Fator Ambiental	Sensível
Importância do Impacto	Intermediária

Medidas Recomendadas:

Faz-se necessária uma interlocução na fase de instalação do projeto, com abertura de canais de escuta ativa das reivindicações referentes aos incômodos gerados pelas ações de obras de descaracterização/estabilização. Essa interlocução deverá nortear os objetivos do **Programa de Manutenção de Máquinas, Equipamentos e Veículos, do Programa de Controle de Ruído e Programa de Controle da Qualidade do Ar**, visando mitigar os impactos causados, transporte de material, resíduos e aumento do fluxo viários nas vias comunitárias, mesmo que pontual. Quanto às questões comportamentais da mobilização dos trabalhadores, entende-se que, estatisticamente, existe uma expressividade nas ocorrências de posturas inadequadas associadas ao público masculino, fazendo-se necessária a implantação do **Programa de Comunicação Social (PCS)** com ações voltadas exclusivamente aos trabalhadores mobilizados. Em relação aos incômodos sociais e

perceptivos gerados, o PCS também é recomendado para o desenvolvimento de ações de informação e diálogo contínuo com os trabalhadores, a fim de esclarecer os objetivos, prazos e responsabilidades da empresa.

Programas Recomendados:

- Programa de Comunicação Social (PCS);
- Programa de Manutenção de Máquinas, Equipamentos e Veículos,
- Programa de Controle de Ruído
- Programa de Controle da Qualidade do Ar.

10.2.17 Alteração da Sensação de Segurança da População Local

As obras de descaracterização e incremento do fator de segurança de estruturas da Mina de Águas Claras (MAC), mesmo em estruturas que atualmente não apresentam nível crítico de risco, corresponde a um marco fundamental na reconfiguração da percepção de segurança por parte da população residente na AER, especialmente aquela nas zonas anteriormente classificadas como de Autossalvamento (ZAS).

Embora tecnicamente monitoradas e com estabilidade assegurada por meio de sistemas de controle geotécnico e drenagem, essas estruturas mantêm um simbólico de risco associado à memória social dos rompimentos ocorridos no estado de Minas Gerais, gerando insegurança contínua para as comunidades afetadas. Logo, a **Fase pós-obras** tende a promover efeitos positivos diretos sobre a percepção de risco e sensação de segurança local, à medida que os marcos físicos associados ao perigo são eliminados, e o território passa a apresentar sinais visíveis de recuperação ambiental e estabilização definitiva (VALE, 2024).

Ou seja, mesmo que os níveis de risco estrutural já fossem considerados aceitáveis sob a ótica dos instrumentos regulatórios e das auditorias externas, o avanço das obras elimina a ambiguidade existente entre risco real e risco percebido, proporcionando um ambiente de maior tranquilidade social e fortalecendo a credibilidade da empresa junto aos diversos públicos.

Adicionalmente, a incorporação da MAC ao Projeto Uso Futuro, promovido pela Vale desde 2020, potencializa a transformação da imagem territorial. Com foco em ecoturismo, educação ambiental, esporte, lazer e cultura, o projeto visa ressignificar a área antes associada à atividade minerária e ao risco, promovendo o uso socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável do espaço. A participação ativa da comunidade na concepção e seleção de

propostas, por meio de editais públicos, fortalece os vínculos afetivos e a sensação de pertencimento, consolidando a transição do território de um espaço de risco para um espaço de oportunidades e confiança (VALE, 2025).

A finalização das obras representa um marco simbólico e material de segurança, pois encerram o ciclo de incertezas associado às barragens e demais estruturas da MAC se consolidam um novo regime de ocupação territorial livre de ameaças iminentes. Com isso, espera-se uma reconfiguração do imaginário coletivo em torno da MAC, que deixa de ser associada ao risco e passa a ser compreendida como um espaço tecnicamente estabilizado e legalmente regularizado (VALE, 2025). A transparência no cumprimento das normas legais e a comunicação das etapas do processo fortalecem a confiança da população e gestores locais, que passam a associar o território não mais a uma zona de ameaça, mas a um espaço seguro e sob controle técnico.

A natureza do impacto é **Positiva**, pois a conclusão das intervenções reduz os riscos associados às estruturas, aumentando a sensação de segurança da população local. A forma de incidência é **Indireta** e o prazo de manifestação é **Médio**. A intensidade da alteração é **Média,** a abrangência espacial é **Regional** e a distribuição espacial é **Difusa**, pois a percepção de risco pode variar entre grupos da população. A duração é **Permanente**, pois, uma vez descaracterizadas, as barragens deixam de representar uma ameaça, garantindo um cenário mais seguro a longo prazo. Já o Grau de incerteza é **Alta**, pois a eliminação de uma estrutura de barragem com risco de rompimento tende a gerar uma mudança significativa na percepção da comunidade.

O impacto é **Irreversível**, sendo a temporalidade **Curta,** sendo o impacto **Não Sinérgico** e também **Não Cumulativo**. A resiliência climática é **Baixa**, a intensidade de carbono é **Neutra**, enquanto a interseccionalidade é **Média**.

Com isso, a a magnitude do impacto foi classificada como **Intermediária**, e sensibilidade do fator ambiental foi considerada **Sensível**, ainda que, tecnicamente, as estruturas em processo de descaracterização não apresentem alto risco segundo as classificações oficiais. A execução das obras, embora represente uma medida preventiva e de segurança, tende a impactar a percepção da população local, especialmente em áreas anteriormente inseridas na Zona de Autossalvamento (ZAS) ou expostas a planos de contingência. Deste modo, a importância do impacto é **Intermediária.**

Quadro 10-26 - Classificação do impacto Alteração da sensação de segurança da população local

Critério	Classificação
Fase de ocorrência	Desativação
Meio de Referência	Socioeconômico
Receptores	Desativação
Ações Geradoras	Moradores e Proprietários; Gestão Pública; Organizações da sociedade civil; Desmobilização de mão de obra e do canteiro
Natureza	Positivo
Forma de Incidência	Indireto
Prazo de Manifestação	Médio
Intensidade da Alteração	Média
Abrangência Espacial	Regional
Distribuição Espacial	Difuso
Duração	Permanente
Grau de Incerteza	Alto
Reversibilidade	Irreversível
Temporalidade	Indeterminada
Sinergia	Não Sinérgico
Cumulatividade	Não Cumulativo
Resiliência Climática	Baixa
Intensidade de Carbono	Neutro
Interseccionalidade	Média
Magnitude	Alta
Sensibilidade do Fator Ambiental	Sensível
Importância do Impacto	Intermediária

Medidas Recomendadas:

Recomenda-se a implementação de um **Programa de Comunicação Social (PCS)** voltado à comunicação transparente sobre a finalização das obras de descaracterização/estabilização, destacando os benefícios relacionados à eliminação definitiva do risco, à recuperação ambiental e às perspectivas de uso futuro da área da MAC. A divulgação clara desses aspectos contribui para reduzir incertezas, reforçar a sensação de segurança e fortalecer a confiança da população no processo. Além disso, o PCS deve promover o diálogo com as comunidades e instituições públicas, assegurando que os moradores sejam informados sobre a transição do território, desde a sua condição anterior de risco até sua consolidação como área segura, legalmente regularizada e com potencial de uso social e ambientalmente sustentável.

Programas Recomendados:

- Programa de Comunicação Social (PCS).

10.3 MATRIZ DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Ao analisar as atividades a serem realizadas para o projeto integrado de descaracterização das barragens e estabilização de pilhas, e suas interferências nos componentes ambientais das Áreas de Influência, foi identificada a ocorrência de 17 impactos ambientais, sendo que parte deles se repete entre as fases do projeto. O **Quadro 10-27** a seguir sintetiza a avaliação dos impactos ambientais identificados.

Quadro 10-27 - Matriz de Avaliação dos Impactos.

Impactos Ambientais	Fase	Meio	Natureza	Forma de Incidência	Prazo de Manifestação	Intensidade	Abrangência Espacial	Distribuição Espacial	Duração	Grau de Incerteza	Reversibilidade	Temporalidade	Sinergia	Cumulatividade	Resiliência Climática	Carbono	Interseccionalidade	Magnitude	Sensibilidade	Importância	Pontuação
1 - Aumento da geração de expectativas	T	S	I	D	C	A	Reg	Loc	Tem	C	Re	A	S	C	B	N	A	Alta	Sensível	Intermediária	49,6
2p - Alteração da condição de estabilidade geotécnica	P	F	N	D	L	V	Reg	Dif	Per	B	Ir	Ind	S	C	A	M	B	Muito Alta	Muito Sensível	Muito Grande	88,0
3 - Alteração da cobertura vegetal	I	B	N	D	Im	M	Loc	Loc	Per	C	Ir	A	S	C	M	A	B	Muito Alta	Consideravelmente Sensível	Muito Grande	73,5
4 - Fragmentação e perda de habitats	I	B	N	D	Im	M	Loc	Loc	Per	C	Ir	A	S	C	M	M	B	Muito Alta	Sensível	Grande	64,0
5 - Interferência em áreas legalmente protegidas	I	B	N	D	Im	M	Loc	Loc	Per	C	Ir	A	S	C	M	M	B	Muito Alta	Sensível	Grande	64,0
6 - Interferências sobre a fauna	I	B	N	D	Im	M	Loc	Loc	Tem	C	Ir	A	S	C	B	B	B	Alta	Consideravelmente Sensível	Grande	56,0
7 - Perda de indivíduos da flora de espécies ameaçadas	I	B	N	D	Im	M	Loc	Loc	Per	C	Ir	A	S	C	M	M	B	Muito Alta	Sensível	Grande	64,0
2i - Alteração da condição de estabilidade geotécnica	I	F	I	D	L	V	Reg	Dif	Per	C	Ir	Ind	S	C	A	M	B	Muito Alta	Muito Sensível	Muito Grande	96,0
8 - Alteração da disponibilidade e dinâmica hídrica superficial	I	F	N	D	Im	F	Lin	Loc	Tem	M	Re	C	S	C	M	N	B	Média	Sensível	Pequena	35,2
9 - Alteração da dinâmica de escoamento superficial e intensificação de processos erosivos	I	F	N	D	C	M	Loc	Dif	Tem	C	Re	A	S	C	M	B	B	Alta	Sensível	Grande	54,4
10 - Alteração da qualidade das águas superficiais	I	F	N	D	M	M	Loc	Dif	Tem	M	Re	C	S	C	M	N	B	Média	Muito Sensível	Grande	56,0
11 - Alteração da qualidade do ar	I	F	N	D	Im	M	Loc	Loc	Tem	C	Re	C	NS	C	B	M	B	Média	Sensível	Intermediária	38,4
12 - Alteração dos níveis de pressão sonora e vibração	I	F	N	D	Im	M	Loc	Loc	Tem	C	Re	C	S	C	B	N	B	Média	Sensível	Intermediária	40,0
13 - Acréscimo nas receitas orçamentárias	I	S	P	I	C	M	Mun	H	Cíc	C	Ir	A	S	C	B	N	B	Alta	Pouco Sensível	Intermediária	43,8
14 - Alteração das condições de tráfego	I	S	N	D	C	M	Reg	Dif	Tem	C	Re	A	S	C	M	M	M	Muito Alta	Consideravelmente Sensível	Muito Grande	66,5
15 - Aumento na geração de empregos temporários	I	S	P	D	Im	V	Reg	Loc	Cíc	C	Re	A	S	NC	M	B	M	Alta	Sensível	Intermediária	49,6
16 - Incômodos para população do entorno decorrentes das obras	I	S	N	D	Im	M	Loc	Loc	Tem	C	Re	A	S	C	B	N	M	Média	Sensível	Intermediária	46,4
2e - Alteração da condição de estabilidade geotécnica	E	F	P	D	L	V	Reg	Dif	Per	C	Ir	Ind	S	C	A	M	B	Muito Alta	Muito Sensível	Muito Grande	96,0
17 - Alteração da sensação de segurança da população local	E	S	P	I	M	M	Reg	Dif	Per	A	Ir	Ind	NS	NC	B	N	M	Alta	Sensível	Intermediária	51,2

Legenda:
Fase: P - Planejamento; I - Implantação; E - Encerramento; T - Todas
Meio: S - Sócio; F - Físico; B - Biótico;
Natureza: P - Positivo; N – Negativo ; I - Indeterminado
Incidência: D - Direto; I - Indireto;
Intensidade de alteração: F - Fraca; M - Média; V - Variada, A - Alta
Manifestação: Im – Imediato; C – Curto; M - Médio; L - Longo
Abrangência espacial: Loc – Local; Lin – Lindeira; Mun- Municipal; Reg – Regional; Glo – Global
Distribuição espacial: Loc – Localizado; H - Homogêneo; Dif - Difuso
Duração: Tem - Temporário; Cíc - Cíclico; Per - Permanente
Grau de incerteza: B – Baixo; M - Médio; A – Alto; C - Certo
Reversibilidade: Re - Reversível; Ir - Irreversível
Temporalidade: Im – Imediata; C – Curta; M - Média; A – Alta; Ind – Indefinida
Sinergia: NS - Não Sinérgico; S - Sinérgico
Cumulatividade: NC - Não Cumulativo; C - Cumulativo
Resiliência Climática: B – Baixa; M - Média; A – Alta;
Intensidade de Carbono: N – Neutro; B – Baixa; M - Média; A – Alta;
Interseccionalidade: B – Baixa; M - Média; A – Alta.

10.4 SÍNTESE CONCLUSIVA DA AIA

A Análise de Impacto Ambiental, preconizada pela legislação e de acordo com a metodologia proposta, identificou um total de 17 impactos ambientais relevantes para o projeto integrado de reforço da barragem 6 e descaracterização das barragens 6, 7A, 8B e dique auxiliar B5 e para o incremento do fator de segurança (FS) das PDES grota 2 e grota 3, mina de Águas Claras – Nova Lima/MG, no estado de Minas Gerais. Destaca-se que destes impactos, dois serão percebidos durante todas as etapas da descaracterização, a Alteração da condição de estabilidade geotécnica e o Aumento da geração de expectativas, os quais serão comentados caso a caso.

Entre a natureza dos impactos identificados, 13 (treze) são negativos, 4 (quatro) são positivos, relacionados à geração de emprego, renda e segurança à sociedade, e 2 (dois) indeterminados. A estabilidade geotécnica, dada as suas diferentes percepções durante a obra, se apresenta como negativo no planejamento, indeterminado na implantação e positivo no encerramento, enquanto as expectativas são indeterminadas, pois variam de acordo com os indivíduos e sua relação com a obra e com as barragens e pilhas. A **Figura 10-1** apresenta o quantitativo dos impactos de acordo com o meio de referência, o qual apresenta uma considerável proporcionalidade.

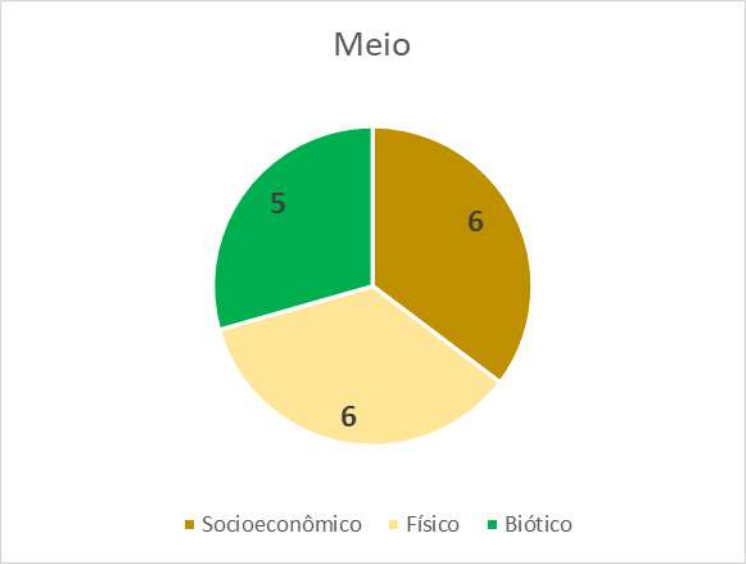


Figura 10-1 - Quantitativo de impactos por meio analisado.

Mais da metade dos impactos negativos identificados se demonstram reversíveis (7) e em sua maioria temporários (8), vinculados à etapa de implantação do empreendimento. Tendo em vista o maior número destes (12) na fase de implantação, é de suma importância a realização de uma gestão ambiental eficaz desde o início das atividades construtivas.

A magnitude dos impactos é apresentada na **Figura 10-2.** Sobre o meio Biótico, quatro (4) tem uma magnitude Muito Alta e um (1) Alta, destacando que as atividades apresentarão modificações significativas na área afetada; para o meio socioeconômico, quatro (4) são de magnitude Alta, majoritariamente positivos, um (1) Muito Alta, relativo às condições de tráfego, e um (1) Média, relativo aos incômodos; para o meio físico, existe uma maior distribuição, sendo uma (1) baixa, relativa a alteração da disponibilidade e dinâmica hídrica superficial, três (3) de magnitude Média, um (1) Alta e um (1) Muito Alta, sendo este último a estabilidade geotécnica em todas as fases.

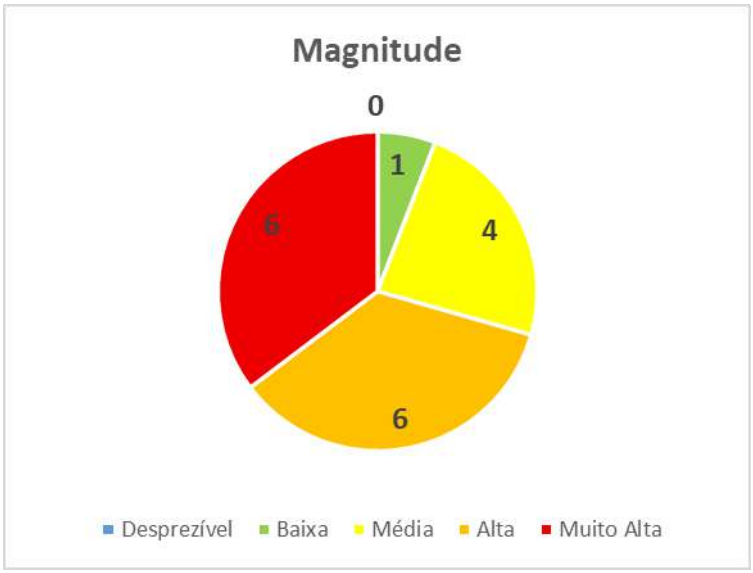


Figura 10-2 - Quantitativo da magnitude dos impactos.

A sensibilidade dos receptores presentes no local é apresentada na **Figura 10-3**. Em linhas gerais, os receptores dos impactos não apresentam vulnerabilidades ou resiliência além do normal aos impactos da obra. Os destaques são quanto a qualidade das águas superficiais e a estabilidade geotécnica, ambos muito sensíveis às intervenções propostas, e ao tráfego, a cobertura vegetal e a fauna que são consideravelmente sensíveis.

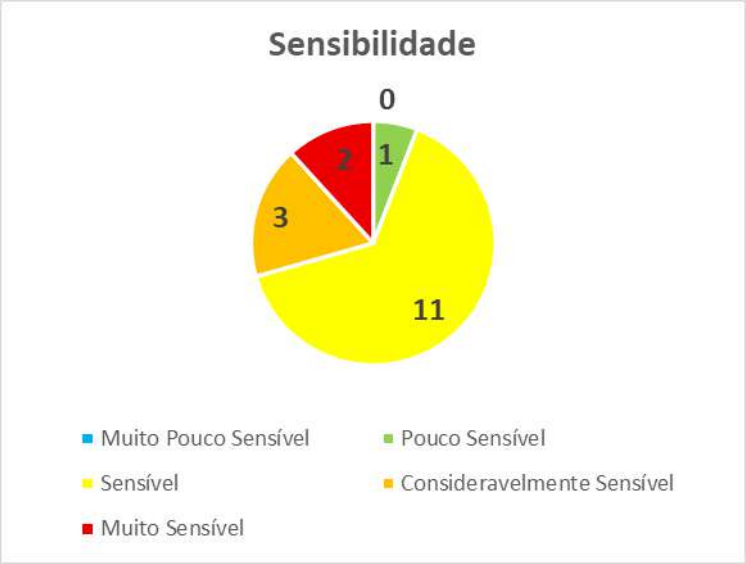


Figura 10-3 - Quantitativo da sensibilidade dos impactos.

A importância dos impactos apresenta um padrão distinto entre os meios. Sobre o meio Biótico, quatro (4) tem uma importância Grande e um (1) Muito Grande, especificamente a alteração da cobertura vegetal; para o meio socioeconômico, cinco (5) são de importância intermediária e somente um (1) Muito Grande, notoriamente o impacto sobre o tráfego; para o meio físico, existe uma maior distribuição, sendo um (1) de importância pequena, dois (2) intermediária, dois (2) grande e um (1) Muito Grande, sendo este último a estabilidade geotécnica em todas as fases, destacando a relevância desta intervenção para a região.



Figura 10-4 - Quantitativo da importância dos impactos.

Nenhum dos impactos negativos previstos se demonstrou de grande complexidade para mitigação ou que apresentasse componentes desconhecidos ou pouco avaliados pela literatura. As ações necessárias para evitar ou diminuir os efeitos adversos são de amplo conhecimento técnico e uso cotidiano, e estão prontamente nos Programas e Planos Ambientas específicos a cada tema. A correta adoção destas medidas não apresenta desafios técnicos ou de conhecimento, e considera-se que a execução destas atividades durante a obra com a devida diligência será suficiente para a segurança socioambiental das obras emergenciais propostas.

Por fim, o projeto visa diminuir o risco existente para a população de forma abrangente. A Vale busca justamente realizar as atividades deste processo com o menor incômodo possível para a comunidade do entorno e minimizar os impactos à natureza, resolvendo satisfatória e permanentemente este passivo para a sociedade.

11. PROGRAMAS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO, COMPENSAÇÃO E RECUPERAÇÃO

O presente capítulo apresenta os resumos dos Programas Ambientais propostos e detalhados no Plano de Controle Ambiental – PCA. O referido plano foi desenvolvido com base Termo de Referência para elaboração do Plano de Controle Ambiental elaborado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. Os itens a seguir apresentam os 12 programas ambientais propostos:

- Programa de Gestão Ambiental do Canteiro de Obras;
- Programa da Qualidade do Ar;
- Programa de Controle de Ruído e Vibração Ambiental;
- Programa de Manutenção de Máquinas, Equipamentos e Veículos;
- Programa de Gestão de Resíduos Sólidos;
- Programa de Monitoramento e Controle da Dinâmica Erosiva;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, e Eventual Salvamento/Resgate de Fauna;
- Programa de Supressão da Vegetação;
- Programa de Resgate de Flora;
- Programa de Compensação Ambiental;
- Programa de Comunicação Social.

11.1. PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL DO CANTEIRO DE OBRAS

O Programa de Gestão Ambiental do Canteiro de Obras tem como finalidade assegurar que as atividades realizadas nos canteiros vinculados às obras de intervenção na MAC sejam conduzidas de forma ambientalmente responsável, em conformidade com as diretrizes legais, normativas internas e boas práticas de sustentabilidade.

Entre as ações estão previstos programas de treinamento e capacitação de trabalhadores; avaliação contínua de atividades que possam alterar as condições ambientais; e verificação visual da qualidade ambiental e da eficácia das ações de mitigação.

A condução do programa será realizada com base nos procedimentos descritos no Plano de Controle Ambiental – PCA.

11.2. PROGRAMA DA QUALIDADE DO AR

O Programa de Qualidade do Ar tem como finalidade minimizar os impactos das atividades previstas nas obras de intervenção na MAC, tendo em vista o potencial dessas intervenções para alterar a qualidade do ar por meio da emissão de material particulado, oriundos das atividades de supressão de vegetação, terraplenagem, escavação, movimentação de máquinas e equipamentos, e emissão de gases de combustão, oriundos da queima de combustíveis.

As ações previstas neste programa envolvem a adoção e o acompanhamento de medidas de controle ambiental, tais como: umectação das vias durante as etapas do projeto, monitoramento de emissão de fumaça preta e plano de manutenção de máquinas, equipamentos e veículos em locais apropriados. Tais ações são fundamentais para mitigar os impactos potenciais, assegurando boas práticas ambientais e viabilizando o acompanhamento das medidas implementadas.

A condução do programa será realizada com base nos procedimentos descritos no Plano de Controle Ambiental – PCA.

11.3. PROGRAMA DE CONTROLE DE RUÍDO E VIBRAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Controle de Ruído e Vibração Ambiental tem como finalidade mitigar significativamente eventuais incômodos nas áreas de entorno imediato das obras de intervenção na MAC. Durante a execução das obras são previstas a alteração do nível de pressão sonora (NPS) resultantes da movimentação de máquinas, veículos e equipamentos, bem como das atividades de carga e descarga de insumos, terraplenagem e obras civis.

As ações previstas nesse programa para minimizar a geração de ruído, contribuindo para a mitigação de impactos, são: manutenção e regulagem de veículos, máquinas e equipamentos; controle da velocidade de circulação dos veículos; regularização e manutenção das vias de tráfego, sempre que necessário; e estabelecimento de horários de trabalho, priorizando o horário comercial. A implementação de tais ações são fundamentais para mitigar significativamente eventuais incômodos no entorno imediato das obras, assegurando boas práticas ambientais e viabilizando o acompanhamento das medidas implementadas.

A condução do programa será realizada com base nos procedimentos descritos no Plano de Controle Ambiental – PCA.

11.4. PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS

Diante da relevância operacional dos equipamentos móveis e veículos no contexto das obras de intervenção na MAC, torna-se essencial a adoção de medidas preventivas e corretivas voltadas à manutenção sistemática dos equipamentos, de modo a reduzir riscos ambientais associados a vazamentos, emissões atmosféricas e geração de resíduos perigosos. O programa estabelece rotinas de inspeção e definição de planos de manutenção por tipo de equipamento.

A condução do programa será realizada com base nos procedimentos descritos no Plano de Controle Ambiental – PCA.

11.5. PROGRAMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Considerando que as obras de intervenção na MAC envolvem supressão vegetal, escavações, movimentação de solo, instalações temporárias e refeitórios, é prevista a geração de resíduos sólidos de diferentes tipologias, os quais devem ser devidamente segregados, acondicionados, transportados e destinados conforme sua classificação e

periculosidade. O programa proposto visa garantir a gestão integrada desses resíduos, priorizando a minimização na fonte, a reutilização e a destinação ambientalmente adequadas, conforme estabelece a Lei nº 12.305/2010 (PNRS) e a ABNT NBR 10.004. Entre as ações estão previstas a capacitação de trabalhadores, instalação de pontos de coleta segregada, elaboração de inventários mensais e rastreabilidade via MTR (Portaria MMA nº 280/2020).

A condução do programa será realizada com base nos procedimentos descritos no Plano de Controle Ambiental – PCA.

11.6. PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO E CONTROLE DA DINÂMICA EROSIVA

O Programa de Monitoramento Geotécnico e Controle da Dinâmica Erosiva tem como finalidade garantir a adequada realização das ações de monitoramento geotécnico e estabelecer ações de acompanhamento, mitigação, compensação e recuperação, associados aos possíveis impactos resultantes das alterações na dinâmica erosiva relacionados às obras de intervenção na MAC, com vistas a potencializar o impacto positivo da alteração da condição de estabilidade geotécnica.

As atividades de descaracterização das barragens e fechamento das pilhas de estéril compreendem intervenções que alteram as condições geotécnicas e de dinâmica erosiva da área, incluindo escavação das estruturas, execução de canais de drenagem e/ou execução de ações de reforço, terraplanagem, trânsito de veículos, adequação acessos e implantação de canteiros de obras, impermeabilização temporária de superfícies e redirecionamento de fluxo.

O Programa de Monitoramento Geotécnico e Controle da Dinâmica Erosiva é essencial para a avaliação da estabilidade dos maciços e das estruturas associadas, permitindo a identificação de variações na condição geotécnica e a necessidade adoção de medidas mitigadoras, assegurando a segurança estrutural ao longo de todas as etapas do processo, durante e após as obras. Em relação ao monitoramento e controle da dinâmica erosiva, as ações serão focadas nas erosões que ocorrem em taludes e que podem provocar impactos a corpos hídricos.

Para a implementação deste programa será empregado o monitoramento, que inclui técnicas de inspeção visual e instrumentação geotécnica, ações de direcionamento de fluxo e práticas vegetativas, sendo todos os procedimentos descritos no Plano de Controle Ambiental – PCA.

11.7. PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) propõe ações de controle ambiental durante as obras, preparando o terreno para a revegetação, detalhando as medidas para reabilitar e revegetar as áreas-alvo, buscando sua estabilidade ecológica e reintegração à paisagem. Além disso, o programa prevê o acompanhamento das intervenções, o que permitirá ajustes conforme a necessidade. A metodologia de implantação inclui o preparo do soloe aplicação de hidrossemeadura e biomantas. O pós-implantação prevê tratos culturais como semeadura de preenchimento e controle de formigas. O acompanhamento será realizado por meio do acompanhamento da taxa de cobertura do solo.

A condução do programa será realizada com base nos procedimentos descritos no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

11.8. PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DE SUPRESSÃO VEGETAL, E EVENTUAL SALVAMENTO/RESGATE DE FAUNA

O Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal e Eventual Salvamento e/ou Resgate de Fauna atende à Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 2.749/2019 e Instrução Normativa IBAMA nº 146/2021, e tem como objetivo minimizar os impactos da supressão de vegetação sobre a fauna silvestre terrestre (mamíferos de pequeno, médio e grande porte, répteis, anfíbios, aracnídeos e abelhas e vespas nativas).

A metodologia é estruturada em fases de pré-supressão, supressão e pós-supressão. Na fase preparatória, serão realizadas reuniões de integração, vistorias para identificar habitats sensíveis e preparação de materiais e equipamentos. Durante a supressão, a equipe técnica especializada, composta por biólogos, acompanhará as atividades para promover o afugentamento passivo da fauna para rotas de fuga e realizará o resgate de indivíduos que eventualmente se encontrem em situação de risco. Os animais resgatados serão avaliados; se saudáveis, serão soltos em áreas adjacentes ou em locais pré-definidos. Animais feridos serão encaminhados a clínicas veterinárias conveniadas. A fase pós-supressão inclui a varredura da área para garantir que nenhum animal tenha permanecido.

A condução do programa será realizada com base nos procedimentos descritos no Plano de Controle Ambiental – PCA

11.9. PROGRAMA DE SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO

O Programa de Supressão da Vegetação tem como objetivo ordenar e orientar estrategicamente a retirada da vegetação nas áreas diretamente afetadas pelas obras de intervenção na MAC, assegurando o cumprimento da legislação vigente e minimizando os impactos ambientais decorrentes da atividade.

Dentre as ações previstas estão o treinamento das equipes envolvidas; demarcação das áreas de supressão; execução da supressão de forma mecanizada ou semimecanizada; quantificação, ordenamento e armazenamento do material lenhoso; e o registro detalhado das atividades.

A execução será baseada nos procedimentos estabelecidos no Plano de Controle Ambiental – PCA e em conformidade com as normas técnicas e legais aplicáveis.

11.10. PROGRAMA DE RESGATE DE FLORA

O Programa de Resgate de Flora visa promover o salvamento de germoplasma vegetal nas áreas das obras de intervenção na MAC, por meio da coleta de sementes, frutos, epífitas e hemiepífitas, especialmente de espécies ameaçadas de extinção, endêmicas e de interesse ecológico.

Entre as ações, estão a definição de espécies-alvo com base em critérios de conservação; o resgate e a realocação de indivíduos vegetais em áreas ecologicamente semelhantes; a destinação das sementes a viveiros parceiros ou instituições de pesquisa; e o monitoramento contínuo das atividades.

A condução do programa será realizada conforme os procedimentos técnicos descritos no Plano de Controle Ambiental – PCA e em atendimento às determinações da legislação ambiental vigente.

11.11. PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO POR INTERVENÇÕES AMBIENTAIS

O Programa de Compensação por Intervenções Ambientais tem como objetivo apresentar e viabilizar as medidas compensatórias decorrentes das intervenções ambientais associadas às obras emergenciais para o Reforço da Barragem 6, Descaracterização das Barragens 6, 7A, 8B e Dique Auxiliar B5 e para o Incremento do Fator de Segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3, em atendimento à legislação vigente.

A metodologia adota o cálculo com base nos hectares de vegetação nativa a serem suprimidos e em seu grau de conservação, priorizando alternativas que contribuam para a recuperação da biodiversidade e a melhoria das condições ambientais regionais. A execução da compensação será realizada conforme os parâmetros técnicos e legais descritos no Programa de Compensação por Intervenções Ambientais – PCIA, anexo ao Plano de Controle Ambiental – PCA.

11.12. PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

O Programa de Comunicação Social tem como objetivo promover o diálogo transparente, contínuo e qualificado com o público interno envolvido nas obras de intervenção da MAC, contribuindo para o fortalecimento da confiança institucional, para o entendimento dos impactos e medidas socioambientais, além de contribuir para a prevenção de conflitos.

Entre as ações previstas estão a realização de reuniões informativas com trabalhadores das obras; elaboração e distribuição de materiais informativos; além da utilização de canais de comunicação da Vale.

A execução será conduzida com base nos princípios da escuta ativa e responsabilidade social, conforme diretrizes estabelecidas no Plano de Controle Ambiental – PCA.

12. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

A elaboração do prognóstico ambiental seguiu uma metodologia comparativa, estruturada a partir da integração entre a caracterização do empreendimento, a análise integrada dos diagnósticos ambientais, o levantamento de passivos existentes, a avaliação dos impactos identificados e a implementação de medidas mitigadoras, compensatórias e recuperadoras. O objetivo foi projetar, de forma fundamentada, os cenários futuros possíveis para a área de estudo, considerando tanto a hipótese de não realização das obras de descaracterização quanto a de sua execução integral, incluindo a fase de obras e o período pós-obra.

A construção dos cenários levou em conta:

- as condições atuais registradas nos diagnósticos ambientais, que refletem o estado real dos meios físico, biótico e socioeconômico;
- a descrição técnica das intervenções de engenharia previstas, com base nos documentos de desenvolvimento de projetos e nas obrigações legais associadas às estruturas;
- a identificação dos passivos socioambientais e seus potenciais efeitos cumulativos e sinérgicos;
- a eliminação dos riscos e a legislação aplicável, em especial a Lei nº 12.334/2010 e suas alterações pela Lei nº 14.066/2020, a Resolução ANM nº 95/2022 e a DN COPAM nº 217/2017.

Com base nessa metodologia, o prognóstico foi desenvolvido em dois cenários:

- Cenário sem obras, que projeta a “manutenção” das estruturas e seus passivos, bem como os riscos decorrentes da interdependência entre barragens e pilhas de estéril.
- Cenário com obras, que contempla as fases de execução das intervenções e a condição pós-obra, considerando as medidas de mitigação, compensação e recuperação ambiental que integram o processo de descaracterização/estabilização e reforço estrutural.

Essa análise comparativa permite, portanto, evidenciar de forma clara a diferença entre a perpetuação de passivos e a sua superação definitiva, mostrando que as obras de descaracterização representam não apenas uma exigência regulatória, no caso das estruturas a montante (Barragem 8B e Dique Auxiliar B5, mas uma necessidade técnica, ambiental e social incontornável para a transformação positiva da área e para a segurança da região como um todo.

12.1. Cenário sem Obras de reforço, descaracterização e incremento de fator de segurança

No cenário em que as obras de descaracterização não são executadas, a paisagem ambiental e social da área de influência permanece marcada por incertezas. A manutenção das barragens e pilhas de estéril em sua configuração atual perpetua fragilidades estruturais diagnosticadas, em especial a suscetibilidade a instabilidades geotécnicas, erosões marginais e surgências, que ao longo do tempo tendem a se intensificar devido à não implementação de intervenções corretivas.

O conjunto das estruturas da Mina de Águas Claras permaneceria como um sistema de passivos interdependentes, com riscos acumulados e potencial de efeitos em cascata. As Barragens 6 e 7A, ambas com declaração de condição de estabilidade negativa e classificadas em Nível 1 de Emergência, continuariam em desacordo com a legislação vigente, apresentando fatores de segurança abaixo do estabelecido pela ABNT NBR 13.028/2017 e pela Resolução ANM nº 95/2022. A instabilidade dessas estruturas seria agravada pela situação das Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3, que já apresentam surgências e indícios de saturação hídrica, funcionando como elementos de sobrecarga que podem comprometer a segurança das barragens a jusante. A Barragem 8B e o Dique Auxiliar da B5, alteados a montante, também permaneceriam em desconformidade frente à Lei Federal nº 14.066/2020 e ao Decreto Estadual nº 47.749/2019.

Além da ameaça de instabilidade estrutural, os passivos ambientais relacionados à drenagem superficial desordenada, erosão marginal e assoreamento continuariam a degradar a bacia hidrográfica, promovendo impactos diretos sobre a qualidade da água e a integridade dos cursos d’água locais. A manutenção de taludes expostos e áreas de instabilidade impediria a regeneração natural, comprometendo a prestação de serviços ecossistêmicos como regulação hídrica, contenção de sedimentos e manutenção da conectividade de habitats.

O meio biótico também permaneceria pressionado: a fragmentação da vegetação não encontraria condições de regeneração, a fauna manteria sua mobilidade reduzida e haveria perda progressiva de biodiversidade, o que fragilizaria a provisão de funções ecológicas como a regulação hídrica, a contenção de sedimentos e a proteção de habitats.

Do ponto de vista socioeconômico, a não execução das obras perpetuaria o passivo social e psicológico das comunidades vizinhas, que continuariam expostas à percepção de risco de rompimento e à instabilidade territorial. A paisagem permaneceria marcada pela presença de barragens críticas e pilhas instáveis, reforçando a estagnação do uso do solo e limitando

possibilidades de recuperação ambiental ou de novos usos compatíveis. Esse cenário também perpetuaria o passivo institucional e reputacional do empreendedor, sujeito a sanções legais e a desgaste da confiança social pela permanência de estruturas inconformes e inseguras.

12.2. Cenário com as obras de reforço, descaracterização e incremento de fator de segurança

A execução coordenada das obras previstas representa uma inflexão no quadro ambiental da área, ao transformar um passivo histórico de risco em um arranjo controlado e seguro. O reforço estrutural da Barragem 6, aliado à descaracterização definitiva da Barragem 6, Barragem 7A, Barragem 8B e Dique Auxiliar B5, bem como à estabilização geotécnica das Pilhas de Estéril Grota 2 e 3, eliminam a função de barramento e reconformam o vale, rompendo a interdependência que poderia propagar falhas sucessivas. As intervenções de retaludamento, drenagem superficial e cobertura vegetal reduzem drasticamente o risco de instabilidade, enquanto a recomposição topográfica e a revegetação estabelecem novas condições de uso do solo em conformidade com os princípios de segurança e sustentabilidade.

Durante a fase de implantação, os impactos temporários mais relevantes dizem respeito à supressão de vegetação, à geração de poeira e ruídos, ao aumento do tráfego de veículos e ao risco localizado de instabilidade de taludes em áreas de movimentação de solo. Esses efeitos, embora significativos no curto prazo, são tratados por medidas previstas em programas ambientais específicos, como o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que conduz a revegetação inicial e a estabilização superficial; o Programa de Resgate e Afugentamento de Fauna, que reduz as perdas de biodiversidade durante a supressão controlada; o Programa de Controle de Emissões Atmosféricas e de Ruído, que assegura a mitigação da poeira e do incômodo sonoro por meio de aspersão, manutenção de vias e acompanhamento contínuo. Esses instrumentos garantem que os impactos transitórios sejam de curta duração e não resultem em danos irreversíveis.

Com a conclusão das obras, os passivos ambientais e de segurança de barragens serão eliminados, encerrando a convivência diária com estruturas críticas e estabelecendo conformidade plena com a Lei nº 14.066/2020, a Resolução ANM nº 95/2022 e a DN COPAM nº 217/2017. No campo ecológico, a recomposição ambiental prevista pelo PRAD, aliada às ações de compensação definidas nos termos do licenciamento, assegura não apenas a neutralização da vegetação suprimida, mas também ganhos efetivos de conectividade de

habitats, proteção de nascentes e cursos d'água e reforço dos serviços ecossistêmicos de regulação hídrica, estabilização de solos e manutenção da biodiversidade.

No meio social o encerramento das funções de barramento e a reconversão das áreas críticas dissipam a percepção de insegurança que, muitas vezes, marca a relação entre empreendimento e comunidades vizinhas. Assim, o cenário futuro com as obras representa não apenas a redução de riscos e a eliminação dos passivos, mas a transformação de um território fragilizado em uma paisagem ambientalmente recuperada, legalmente regularizada e socialmente mais segura.

No cenário pós-obra, além da reconformação topográfica, da revegetação e das compensações ambientais, está prevista a manutenção de um sistema de monitoramento, voltado a assegurar a estabilidade das áreas descaracterizadas/estabilizadas e a eficácia das medidas implantadas. Ao integrar as ações de recuperação ecológica e o acompanhamento técnico, o prognóstico pós-obra consolida a transformação do passivo em um território estabilizado e ambientalmente funcional, assegurando que os ganhos obtidos com a descaracterização/estabilização se mantenham no tempo.

12.3. Síntese Comparativa dos Cenários

A avaliação comparativa entre os cenários "sem obras" e "com obras" não se limita a um exercício teórico: ela constitui exigência vinculada aos estudos de impacto ambiental, além de ser um instrumento essencial para demonstrar a racionalidade técnica e socioambiental do processo de descaracterização/estabilização. O contraste entre as situações permite evidenciar, de um lado, os riscos de perpetuação de estruturas críticas sem intervenção, com manutenção de passivos, instabilidades e pressões sobre os ecossistemas e, de outro, os ganhos técnicos, ambientais e sociais resultantes das obras planejadas.

Nesse sentido, a síntese comparativa reforça que a descaracterização/estabilização não é apenas uma obrigação normativa, mas uma estratégia estruturada de eliminação de riscos e reconversão de passivos em benefícios coletivos. A lógica do processo, baseada em etapas de engenharia encadeadas, garante que as intervenções avancem de forma segura, prevenindo efeitos cascata e consolidando resultados ambientais positivos de longo prazo.

Para dar clareza à análise foram organizados quadros que apresentam, de maneira integrada, as condições críticas de manutenção das estruturas sem intervenção e, em paralelo, o sequenciamento técnico das obras e seus reflexos ambientais. O primeiro quadro demonstra como a ausência de ações perpetua instabilidades geotécnicas, degradação ambiental e insegurança social, enquanto o segundo sintetiza a dinâmica das obras, destacando seus impactos temporários, as medidas de mitigação correspondentes e os benefícios consolidados no período pós-obra.

Quadro 12- 1**- Comparativo de Vantagens e Desvantagens dos Cenários com a realização de obras e sem a realização das obras na Mina de Águas Claras.**

Cenário	Vantagens	Desvantagens
Sem a realização das obras	Evita os impactos temporários da fase de obras	• Riscos de segurança: Manutenção de fragilidades estruturais, como instabilidades geotécnicas, erosões e surgências, que podem se intensificar com o tempo. • Risco de efeitos em cascata: A interdependência das estruturas pode fazer com que a falha de uma desencadeie danos em outras, ampliando o potencial de danos. • Passivos ambientais: A degradação do meio ambiente continua, com drenagem desordenada, erosão, assoreamento e perda de biodiversidade. A fragmentação da vegetação permanece, afetando a fauna. • Passivos sociais: As comunidades do entorno continuam expostas à percepção de risco de rompimento, gerando insegurança e estresse psicológico. O uso do solo fica restrito. • Passivos institucionais e legais: As estruturas continuam em desacordo com a legislação vigente, sujeitando a empresa a sanções legais e a uma perda de confiança pública.

Cenário	Vantagens	Desvantagens
Com a realização das obras	• Eliminação de riscos: Obras de reforço e descaracterização/estabilização eliminam as fragilidades estruturais e rompem a interdependência entre as barragens e pilhas de estéril, tornando o ambiente seguro. • Recuperação ambiental: A recomposição topográfica e a revegetação de áreas degradadas promovem ganhos de conectividade de habitats, protegem cursos d'água e restauram serviços ecossistêmicos. • Conformidade legal: As obras garantem o alinhamento com a legislação de segurança de barragens, eliminando a situação de não conformidade. • Segurança social: A percepção de insegurança da comunidade é dissipada, e o território pode ser recuperado para novos usos. • Ganhos de longo prazo: A implantação de um sistema de monitoramento pós-obra assegura a estabilidade das áreas descaracterizadas e a eficácia das medidas, mantendo os benefícios ao longo do tempo.	Impactos temporários: Durante a fase de obras ocorrerão impactos como a supressão de vegetação, aumento de poeira e ruídos, tráfego de veículos e risco localizado de instabilidade de taludes.

13. CONCLUSÃO

As análises realizadas ao longo do desenvolvimento deste Estudo de Impacto Ambiental demonstram que, na ausência das intervenções propostas, permaneceriam riscos relevantes à estabilidade geotécnica das Barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5, Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3, à qualidade ambiental e à segurança da população, em função da manutenção de passivos históricos e condições construtivas que não atendem aos padrões atuais de segurança e controle ambiental.

Por outro lado, a execução das intervenções representa a eliminação progressiva desses passivos, a redução substancial dos riscos de acidentes e instabilidades e a requalificação socioambiental da área, ainda que envolva impactos temporários durante a fase de implantação, passíveis de controle e reversibilidade.

O presente Estudo de Impacto Ambiental integrou de forma abrangente as informações dos meios físico, biótico e socioeconômico, evidenciando que as obras envolvem intervenções temporárias de caráter significativo, como supressão de vegetação nativa, movimentação e disposição de solo e rochas, alteração local da paisagem, intensificação do tráfego, de forma pontual, no entorno com consequentes incômodos à população (ruídos, poeira, vibrações e riscos de acidentes), além da geração de resíduos. Tais efeitos, no entanto, são localizados e reversíveis e contam com um conjunto robusto de medidas de controle, dentre as quais pode-se citar: a execução de sistemas de drenagem, estabilização de taludes, revegetação dirigida, controle de poeira e de ruído e gerenciamento de tráfego, assegurando que os efeitos negativos sejam minimizados no período de execução.

No campo das compensações ambientais, foram propostas ações que extrapolam a simples reposição florestal, atendendo às exigências da legislação para o bioma Mata Atlântica. Estão previstas compensações proporcionais à vegetação suprimida, direcionadas à recuperação de áreas prioritárias para a conservação, ao reforço da conectividade entre fragmentos florestais e à manutenção dos serviços ecossistêmicos, garantindo ganhos efetivos em biodiversidade e na regulação hídrica regional.

Adicionalmente, destaca-se que a efetividade das medidas de compensação e mitigação propostas será potencializada pela execução articulada do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA). Esses instrumentos consolidam diretrizes para restauração florestal, estabilização de taludes, controle da erosão e recomposição de áreas estratégicas, com foco na conectividade entre fragmentos e no reforço dos serviços ecossistêmicos. A adoção de

técnicas de revegetação adaptadas às condições locais, associada ao monitoramento contínuo das áreas em recuperação, garante que as ações superem a simples reposição da vegetação suprimida, promovendo ganhos efetivos em biodiversidade, estabilidade do solo e regulação hídrica.

Especial destaque deve ser dado ao acompanhamento pós-obra, que garantirá não apenas a estabilidade geotécnica das estruturas descaracterizadas, mas também a avaliação da recuperação ambiental e da efetividade das medidas de compensação. Os relatórios periódicos de acompanhamento, previstos desde a fase de implantação até a pós-obra, consolidam o compromisso do empreendedor com a conformidade legal, a gestão responsável do território e a manutenção da segurança socioambiental.

Portanto, diante da eliminação de passivos ambientais e de riscos associados às estruturas, do conjunto de medidas mitigadoras e compensatórias propostas, e da efetividade dos programas ambientais, a equipe técnica interdisciplinar que elaborou os estudos e analisou os projetos de engenharia conclui que as intervenções são ambientalmente viáveis. Ressalta-se que essa viabilidade está condicionada à plena execução das medidas e programas propostos, os quais são suficientes para assegurar a proteção dos ecossistemas, a redução dos impactos locais, a compensação legal e ambiental adequada e o atendimento integral às exigências normativas.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTRODUÇÃO

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11.682: Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.028: Mineração — Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água — Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.029:2017 - Mineração — Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BRANDT. Minerações Brasileiras Reunidas MBR - Mina de Águas Claras – Nova Lima - MG – Plano de Fechamento. Documento n° MBR01201.doc versão 03. Via 05. Nova Lima, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Resolução nº 143, de 21 de novembro de 2023. Disciplina o disposto no Decreto nº 11.659, de 23 de agosto de 2023. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 nov. 2023. Disponível em: anmlegis.datalegis.net. Acesso em: 10 mar. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Define as responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?id=745&option=com_sisconama&task=arquivo.download. Acesso em: 2 abr. 2025.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Decreto nº 10.935, de 12 de janeiro de 2022. Dispõe sobre a gestão de áreas protegidas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2022.

BRASIL. Decreto nº 6.660, de 02 de novembro de 2008. Regulamenta a Lei nº 11.428, de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 nov. 2008.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2010.

BRASIL. Lei nº 10.883, de 02 de outubro de 1992. Dispõe sobre a criação de áreas de proteção ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1992.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2006.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 21 set. 2010.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 13.635, de 12 de julho de 2000. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jul. 2000.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14066.htm. Acesso em: 3 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.755, de 15 de dezembro de 2023. Institui a Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14755.htm. Acesso em: 2 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 2.931, de 07 de novembro de 2012. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 8 nov. 2012.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 470, 09 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988. Dispõe sobre a criação de unidades de conservação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 dez. 1988.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Mineração 2030. Brasília: MME, 2011. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/arquivos/pnm-2030.pdf. Acesso em: 2 abr. 2025.

BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040: águas do Brasil – planejando o futuro. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2022a. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf. Acesso em: 03 abr. 2025.

BRASIL. Resolução ANM nº 95, de 7 de fevereiro de 2022. Estabelece diretrizes e procedimentos para descaracterização de barragens construídas ou alteadas pelo método a montante. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 08 fev. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Resolução nº 143, de 21 de novembro de 2023. Disciplina o disposto no Decreto nº 11.659, de 23 de agosto de 2023. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 nov. 2023. Disponível em: anmlegis.datalegis.net. Acesso em: 10 mar. 2025.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Decreto nº 47.383, de 02 de março de 2018. Regulamenta a Lei nº 12.651, de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 mar. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 set. 2010.

BRASIL. Lei nº 2.931, de 07 de novembro de 2012. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 8 nov. 2012.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988. Dispõe sobre a criação de unidades de conservação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 dez. 1988.

CBH RIO DAS VELHAS. A bacia hidrográfica do rio das Velhas. 2023. Disponível em: https://cbhvelhas.org.br/a-bacia-hidrografica-do-rio-das-velhas/. Acesso em: 03 abr. 2025.

CBH RIO DAS VELHAS. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – Resumo Executivo. Belo Horizonte: Agência Peixe Vivo, 2015. Disponível em: https://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/668/1/PDRH_VELHAS_Resumo_Executivo%20%282%29.pdf. Acesso em: 03 abr. 2025.

CERH. Deliberação Normativa CERH nº 37, de 04 de junho de 2011. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 5 jun. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 6, de 24 de janeiro de 1986. Estabelece critérios para a avaliação de impactos ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 1997.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 371, de 05 de abril de 2006. Dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 abr. 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de áreas contaminadas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar. 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 429, de 28 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 mar. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre a gestão de áreas de preservação permanente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 mar. 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 278, de 24 de maio de 2001. Dispõe sobre a gestão de unidades de conservação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 388, de 23 de fevereiro de 2007. Dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 fev. 2007.

COPAM. Deliberação Normativa COPAM nº 213, de 22 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 23 fev. 2017.

COPAM. Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a gestão de áreas protegidas no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 7 dez. 2017.

COPAM. Deliberação Normativa COPAM nº 246, de 26 de maio de 2022. Dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 27 maio 2022.

COPAM. Deliberação Normativa COPAM nº 213, de 22 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 23 fev. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). Vale informa sobre ampliação da ZAS das barragens Forquilha I, II, III e IV e Grupo. 2020. Disponível em: https://ibram.org.br. Acesso em: 10 mar. 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). Instrução Normativa ICMBio nº 30, de 19 de setembro de 2012. Dispõe sobre a gestão de unidades de conservação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 set. 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas. Belo Horizonte: IGAM, 2015.

MINAS GERAIS. Decreto nº 47.749, de 11 de novembro de 2019. Regulamenta a gestão de áreas protegidas no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 12 nov. 2019.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.140, de 25 de fevereiro de 2021. Regulamenta dispositivos da lei 23.291/2019. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 26 fev. 2021.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual Do Meio Ambiente (FEAM). Programa de Gestão de Barragens. Disponível em: https://feam.br/w/programa-de-gestao-de-barragens-. Acesso em: abr. 2025.

MINAS GERAIS. Governo do Estado de Minas Gerais. Plano Estadual de Mineração (PEM). Belo Horizonte, 2020.

MINAS GERAIS. Lei nº 23.795, de 15 de janeiro de 2021. Institui a Política Estadual dos Atingidos por Barragens – Peab – e dá outras providências. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/23795/2021/. Acesso em: abr. 2025.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana. Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: SEDE, 2011. Disponível em: https://www.rmbh.org.br/pddi/. Acesso em: 01 abr. 2025.

MINAS GERAIS. Decreto nº 47.041, de 31 de agosto de 2016. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos no estado de Minas Gerais. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1 set. 2016.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.140, de 25 de fevereiro de 2021. Regulamenta dispositivos da Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a Política Estadual de Segurança de Barragens, estabelece medidas para aplicação do art. 29 da Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, e dá outras providências. Belo Horizonte, 2021.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019. Institui a política estadual de segurança de barragens. Belo Horizonte, 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa MMA nº 02, de 20 de agosto de 2009. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 ago. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria MMA nº 148, de 07 de junho de 2022. Dispõe sobre a gestão de áreas protegidas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jun. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria MMA nº 299, de 13 de dezembro de 2022. Dispõe sobre a gestão de recursos hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 dez. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria MMA nº 43, de 31 de janeiro de 2014. Dispõe sobre a gestão de unidades de conservação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 fev. 2014.

NOVA LIMA. Lei nº 2.007, de 28 de agosto de 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor de Nova Lima, o sistema e o processo de planejamento e gestão do desenvolvimento urbano do Município e dá outras providências. Disponível em: https://www.novalima.mg.gov.br/v1/storage/publications/plano_diretor_1702570562950.pdf. Acesso em: 01 abr. 2025.

NOVA LIMA. Prefeitura Municipal. Plano Municipal de Contingência de Nova Lima. Nova Lima: Defesa Civil Municipal, 2023.

TPF. RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULARRELATÓRIO TÉCNICO DE AUDITORIA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS - BARRAGEM 5 E DIQUE AUXILIAR - MINA ÁGUAS CLARAS - NOVA LIMA – MG. RL-1850AC-X-80340. 2021.

VALE S.A. Chamada para Promotores de Eventos – 1º Edital Uso Futuro MAC - VALE. Rio de Janeiro, 2023. 2 de abril de 2025, de https://vale.com/documents/d/guest/edital-desafio-mac-1-

VALE S.A. Programa de Descaracterização de Barragens à Montante. Disponível em: https://vale.com/pt/programa-de-descaracterizacao. Acesso em: 24 mar. 2025.

VALE S.A. Projeto de descaracterização – Barragem 6: relatório de critérios e premissas. RL-1850AC-X-81167. Nova Lima/MG – Belo Horizonte: VALE S.A., 2024.

VALE S.A. Projeto de descaracterização – Barragem 6: relatório técnico final. RL-1850AC-X-81171. Nova Lima/MG – Belo Horizonte: VALE S.A., 2024.

VALE S.A. Projeto de descaracterização – Barragem 7A: relatório de critérios e premissas. RL-1850AC-X-81182. Nova Lima/MG – Belo Horizonte: VALE S.A., 2024.

VALE S.A. Projeto de descaracterização – Barragem 7A: relatório técnico final. RL-1850AC-X-81186. Nova Lima/MG – Belo Horizonte: VALE S.A., 2025.

VALE S.A. Projeto de Intervenção Ambiental – PIA: obras emergenciais para reforço da Barragem 6, descaracterização das Barragens 6 e 7A e para incremento do fator de segurança (FS) das PDEs Grota 2 e Grota 3 – Mina de Águas Claras – Nova Lima/MG. Belo Horizonte: Concremat Ambiental, 2024.

VALE S.A. Projeto detalhado de barragens: relatório técnico de As-Is Barragem 6A. Belo Horizonte: TEC3 Geotecnia e Recursos Hídricos, 2022.

VALE S.A. Projeto detalhado de barragens: relatório técnico de As-Is Barragem 7A. Belo Horizonte: TEC3 Geotecnia e Recursos Hídricos, 2022.

VALE S.A. Projeto de descaracterização – Barragem 6: relatório de critérios e premissas. RL-1850AC-X-81167. Nova Lima/MG – Belo Horizonte: VALE S.A., 2024.

VALE S.A. Projeto de descaracterização – Barragem 6: relatório técnico final. RL-1850AC-X-81171. Nova Lima/MG – Belo Horizonte: VALE S.A., 2024.

VALE S.A. Projeto detalhado de barragens: relatório técnico de As-Is Barragem 6A. Belo Horizonte: TEC3 Geotecnia e Recursos Hídricos, 2022.

VALE S.A. Projeto detalhado de barragens: relatório técnico de As-Is Barragem 7A. Belo Horizonte: TEC3 Geotecnia e Recursos Hídricos, 2022.

ESTUDO DE ALTERNATIVAS

VALE & GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS, 2023. Projeto Conceitual - Relatório do Estudo de Alternativas - Projeto Descaracterização Barragem 6 (RL-1850AC-X-81010).

VALE & GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS, 2023. Projeto Conceitual - Relatório do Estudo de Alternativas - Projeto Descaracterização Barragem 7A (RL-1850AC-X-81001).

VALE & GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS, 2023. Projeto Conceitual - Relatório de Análise de Múltiplas Alternativas - Projeto Descaracterização Barragem 7A (RL-1850AC-X-81009)

VALE & GEOESTÁVEL CONSULTORIA E PROJETOS, 2023. Projeto Conceitual - Relatório de Análise de Múltiplas Alternativas - Projeto Descaracterização Barragem 6 (RL-1850AC-X-81000)

VALE & DF+ ENGENHARIA GEOTÉCNICA E RECURSOS HÍDRICOS, 2022. Relatório Técnico Descaracterização do Dique Auxiliar - Projeto Detalhado (RL-1850AC-X-80369)

VALE, 2024. Comunicado de intervenção ambiental emergencial com supressão de vegetação: Obras de descaracterização das Barragens 6 e 7A, em nível 1 de emergência, e pilhas de estéril a montante (CA-2020GG-G-00346).

VALE & DF+ ENGENHARIA GEOTÉCNICA E RECURSOS HÍDRICOS, 2022. Projeto Detalhado de Descaracterização da Barragem 8B – Relatório Técnico de Consolidação da Obra e As Built (RL-1850AC-X-80080).

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO/ ATIVIDADE E ASPECTOS AMBIENTAIS

Documentos Técnicos Consultados

Para a elaboração deste estudo, foram analisados os projetos, relatórios técnicos, plantas, apresentações institucionais e normativos aplicáveis, conforme listados a seguir, organizados por estrutura ou tema.

Barragem 6

GEOESTÁVEL. Projeto Básico – Descaracterização da Barragem 6: Apresentação Final – Relatório Técnico. Nova Lima: Vale S.A., 2024. RL-1850AC-X-81178.

TPF ENGENHARIA. Projeto Detalhado de Reforço da Barragem 6 – Memorial Descritivo Final. 2024. MD-1850AC-X-00001, Rev. B.

GEOESTÁVEL. Projeto Básico – Descaracterização da Barragem 6: Planta de Interferências e Áreas de Atuação do Projeto. Nova Lima: Vale S.A., 2024b. Desenho 1850AC-X-05130_APR.

Barragem 7A

VALE S.A. Fórum de Conclusão de Fase – B7A – MAC. Nova Lima: Vale S.A., 2024b. Apresentação técnica.

VALE S.A. Gate Técnico FEL 3 – Barragem 7A – MAC. Nova Lima: Vale S.A., 2024a. Apresentação técnica.

GEOESTÁVEL. Projeto Básico – Utilidades – Barragens – Barragem 7A: Relatório de Consolidação de Dados da Barragem 7A. Nova Lima: Vale S.A., 2024a. RL-1850AC-X-81181, Rev. 0.

GEOESTÁVEL. Projeto Detalhado – Descaracterização da Barragem 7A: Relatório Técnico Final. Belo Horizonte: RL-1850AC-X-81257, 2025.

Barragem 8B

DF+. Projeto Detalhado – Descaracterização da Barragem 8B – As Built. Relatório Técnico Fotográfico. Belo Horizonte: DF Mais Consultoria Ltda., 2020. RL-1850AC-X-80079.

DF+. Projeto Detalhado – Barragens: Descaracterização da Barragem 8B – Consolidação da Obra e As Built. Belo Horizonte: DF Mais Consultoria Ltda., 2020. RL-1850AC-X-80080.

LUME ENGENHARIA. Plano Técnico de Regularização da Função – PTRF da Barragem 8B. Nova Lima: ago. 2019c. Relatório Técnico 509-19-PTRF BARRAGEM 8B-R01-190809.

LUME ENGENHARIA. Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD da Barragem 8B. Nova Lima: ago. 2019a. Relatório Técnico 509-19-PRAD BARRAGEM 8B-R00-190811.

LUME ENGENHARIA. Projeto de Utilização da Propriedade – PUP da Barragem 8B. Nova Lima: ago. 2019b. Relatório Técnico 509-19-PUP BARRAGEM 8B-R03-190809.

Pilhas de Estéril Grota 2 e Grota 3

TPF ENGENHARIA. Projeto Detalhado – Utilidades Barragens – Relatório Final As Is da PDE Grota 3 e seu platô. Nova Lima: Vale S.A., 2025a. RL-1850AC-X-81155.

TPF ENGENHARIA. Relatório de Análise de Estabilidade 2D As Is da PDE Grota 3 e seu platô. Nova Lima: Vale S.A., 2025b. RL-1850AC-X-81152.

TPF ENGENHARIA. Relatório de Análise de Estabilidade 3D As Is da PDE Grota 3 e seu platô. Nova Lima: Vale S.A., 2025c. RL-1850AC-X-81281.

VALE. Comunicado de Obra Emergencial: Reforço da Barragem 6, Descaracterização das Barragens 6 e 7A; Fechamento das PDEs Grota 2 e 3. Nova Lima: Vale S.A., 2024. RP_B6_B7_COE_1_Rev_1.

AFC GEOFÍSICA. Levantamento Geofísico na Grota 2 – Mina de Águas Claras. Porto Alegre: 2022. RL_ENG_VALE_MINA DE ÁGUAS CLARAS_GROTA 2_IE2D_SP=0.

DF+. Projeto de Estabilização e Controle Hidrológico da Pilha de Estéril Grota 2. 2022. RL-1190AC-X-44762.

BVP ENGENHARIA. Relatório de Ensaios Geotécnicos de Laboratório para PDE Grota 2. 2010. VL 707.30-10-E-PI-RT-16-001/002.

Dique Auxiliar da Barragem 5

DF+. Projeto Detalhado – Descaracterização do Dique Auxiliar. Relatório Técnico RL-1850AC-X-80369_Rev.1. 2022.

VALE. RISR – Relatório de Inspeção de Segurança Regular – 2º Ciclo/2020. RL-1850AC-X-80154. Nova Lima: TPF Engenharia, 2021c.

VALE. Projeto de Intervenção Ambiental – PIA da Estrada de Acesso à B5. CL_HC_469_PIA_B5__VF, 2022a.

VALE. Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas – PRADA da Estrada de Acesso à B5. CL_HC_469_PRADA_B5__VF, 2022b.

VALE. Comunicado de Intervenção Ambiental Emergencial. CA-1000AC-G-43902, 2022.

VALE. Plano de Utilização Pretendida – PUP – Dique Auxiliar da B5. Documento SEI nº 32662882. 2024d.

VALE. Ofício CA-1850AC-G-00028_Rev_0 – Comunicação de Execução de Obra Emergencial para Contenção Provisória do Dique Auxiliar da B5. Nova Lima: 2021a.

CLAM. Estudo de Impacto Ambiental – Dique Auxiliar da B5 – Parte 1. Documento CL_HC_469_EIA_005_00_Parte_1.pdf, 2022.

CLAM. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD do Dique Auxiliar da B5. Anexo IV do EIA, 2022.

Referências Normativas e Institucionais

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). Resolução nº 95, de 7 de fevereiro de 2022.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020.

COPAM. Deliberação Normativa nº 217, de 6 de dezembro de 2017.

DEERE, D. U. et al. Rock Quality Designation (RQD) and its Use in Geological Engineering. ASTM STP, 1967.

FEAM. Ofício nº 119/2024 – Convocação ao Licenciamento Ambiental. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF. Ofício nº 281/2019 – Autorização para Intervenção Ambiental na Barragem 8B. 2021.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual nº 47.749, de 11 de junho de 2019.

ÁREA DE ESTUDO (AE)

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2024. https://www.gov.br/ana/pt-br. Acesso em 17 de julho de 2024.

VALE; BRANDT MEIO AMBIENTE. 2023. Estudo de dispersão atmosférica - cenários atual e futuro da Mina de Águas Claras.

BERNARDE, P.S. and MACEDO, L.C., 2008. Impacto do desmatamento e formação de pastagens sobre a anurofauna de serapilheira em Rondônia. Iheringia. Série Zoologia, 98, pp.454-459.

LAURANCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: applications of a model for the design of nature reserves. Biological Conservation, v. 57, n. 2, p. 205-219, 1991.

PRIMACK R.B. & RODRIGUES E. 2001. Biologia da Conservação. Londrina: Editora Planta. p 327.

SANCHEZ, L.E. 2020. Avaliação de Impacto Ambiental, conceitos e métodos. 3 ed. São Paulo. Oficina de Textos. 496 p

SISEMA, 2021. Termo de Referência para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para Atividades ou Empreendimentos com Necessidade de Corte ou Supressão de Vegetação do Bioma Mata Atlântica. Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

CONAMA, 1986. Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745

DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

ALVARES, C.A.; Stape, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate Classification Map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BALTAZAR, O. F.; ZUCHETTI. M. Projeto APA Sul RMBH: geologia, mapa geológico, escala 1:50.000 em 3 partes. Sérgio L.da Silva (Org.). Eduardo A. Monteiro, Orivaldo F. Baltazar, Márcia Zucchetti - Belo Horizonte: SEMAD/CPRM, 2005.

BEATO, D. A. C.; MONSORES, A. L. M.; BERTACHINNI, A. C. Projeto APA Sul RMBH: hidrogeologia, mapa hidrogeológico, escala 1:50.000 em 3 partes. Belo Horizonte: SEMAD/CPRM, 2005.

BORBA, R. P. Arsênio em ambiente superficial: processos geoquímicos naturais e antropogênicos em uma área de mineração aurífera. 2002. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

BRANT Meio Ambiente Ltda. Estudo de Dispersão Atmosférica - Cenários Atual e Futuro da Mina de Águas Claras. Nova Lima, 2023. Empresa responsável pelo empreendimento: VALE S.A.

CASTRO, P. DE T. A.; ENDO, I.; GANDINI, A. T. Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020.

CAVALCANTI, J. A. D.; RIBEIRO, J. H.; TULLER, M. P.; SIGNORELLI, N. Carta geológica da folha Belo Horizonte (SF.23-Z-C-VI-3-SO): Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte: CPRM, 2020. Carta geológica e de recursos minerais. Escala 1:25.000.

CAVALCANTI, J. A. D.; RIBEIRO, J. H.; TULLER, M. P.; SIGNORELLI, N. Carta geológica da folha Nova Lima (SF.23-Z-C-VI-3-SE): Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte: CPRM, 2020. Carta geológica e de recursos minerais. Escala 1:25.000.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br

CONAMA, 1986. Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em 26/04/2025.

Concremat Engenharia e Construção Ltda. Caracterização do Empreendimento (CE) – Estudo de Impacto Ambiental do projeto Obras para descaracterização das barragens 6, 7A, 8B, Dique Auxiliar B5 e para o incremento do fator de segurança das PDEs Grota 2 e Grota 3 – Mina de Águas Claras. Nova Lima, 2025

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM); CODEMGE. Ferro: Recursos Minerais de Minas Gerais. 2018. Disponível em: http://recursomineralmg.codemge.com.br/substancias-minerais/ferro/. Acesso em: 01 ago. 2025.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. 5. Ed. Brasília, 2018.

ENDO, I.; MACHADO, R.; GALBIATTI, H. F.; ROSSI, D. Q.; ZAPPAROLI, A. C.; DELGADO, C. E. R.; CASTRO, P. T. A.; OLIVEIRA, M. M. F. Estratigrafia e evolução estrutural do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: CASTRO, P. DE T. A.; ENDO, I.; GANDINI, A. T. Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020.

FERNANDES, A. S.; MOREIRA, A. A. M. A Pluviometria do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais. Revista Brasileira de Climatologia, Dourados, MS, v. 31, Jul./ Dez. 2022, ISSN 2237-8642.

GIUSTINA, Carlos Christian Della; CHAVES NETO, Joao Batista. O Meio Físico e o Planejamento da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília. Heringeriana, v. 2, n. 2, Brasília, DF. 2008. Disponível em: https://revistas.jardimbotanicodf.org/index.php/heringeriana/article/view/72/70. Acesso em 26/04/2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Solos do Brasil do IBGE escala 1:250.000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geomorfologia. Escala 1:250.000. 2023. Disponível em https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html Acesso em 20/03/2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. 2 ed. Rio de Janeiro, 2009.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020. Equipe técnica: Luiz André Rodrigues dos Santos, Danielle Barros Ferreira e Mozar de Araújo Salvador. INMET, Eixo Monumental, Via S1, Sudoeste. Brasília – DF, 2022.

INMET. Instituto nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>.

MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D. F.; REBOITA, M. S. Classificação Climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário Atual e Projeções Futuras. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14 –Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, 2018. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14064/7305. Acesso em: 20/04/2025.

MEDINA, A. I.; SAADI, A. Projeto APA Sul RMBH: geomorfologia, mapa geomorfológico, escala 1:50.000. Belo Horizonte: SEMAD/CPRM, 2005.

MINAS GERAIS. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2018. Disponível em: https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Secretaria de Qualidade Ambiental. Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. Brasília, DF: MMA, 2020.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81099.pdf. Acesso em: 19/04/2025.

PARIZZI, M. G. Riscos Geológicos e Hidrológicos no Município de Belo Horizonte, MG. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA). Volume 11 (02). São Paulo, 2021.

PEREIRA, A. N. Caracterização física, química e mineralógica dos solos em uma vertente do Parque Municipal das Mangabeiras – Quadrilátero Ferrífero (MG). Orientadora: Cristiane Valéria de Oliveira. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2014.

RAMOS, M. L. S.; CORDEIRO, V. F.; FERNANDES, R. A. Histórico e Arcabouço Hidrogeológico do Quadrilátero Ferrífero. In: CASTRO, P. DE T. A.; ENDO, I.; GANDINI, A. T. Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020.

REIS, Ruibran Januário. Mapeando a Climatologia das Descargas Atmosféricas em Minas Gerais, Utilizando Dados de 1989 a 2002 - Uma Análise Exploratória. 216f. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005. Disponível em: https://bib.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_ReisRJ_1.pdf. Aceso em 20/04/2025.

SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L. G.; SANCHES, L. Uso de Sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação climática de Koppen-Geiger e de Thornthwaite. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. PR, 2011. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.25.13.54/doc/p0988.pdf. Acesso em: 20/04/2025.

Serviço Geológico Brasileiro (SGB). Projeto Cartografia de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações: município de Nova Lima - MG. Rio de Janeiro, 2015.

TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Quadrículas compatíveis com a articulação 1:250.00 – Folha 19S45 - declividade e hipsometria.

SHINZATO, E.; FILHO, A. C. Projeto APA Sul RMBH: estudos do meio físico, pedologia. Belo Horizonte: CPRM/EMBRAPA/SEMAD, 2005.

SILVA, S. L. Projeto APA Sul RMBH: Geologia. Volume 1. Belo Horizonte: CPRM/EMBRAPA/SEMAD, 2005.

VAREJÃO, E. V. Distribuição e mobilidade de arsênio e metais pesados em ribeirões do Quadrilátero Ferrífero. 2007. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. Disponível em: https://locus.ufv.br/bitstreams/24053f60-c0f4-4d6a-8104-abdebfc0fb28/download. Acesso em: 01 ago. 2025.

ZEVEDO, Ú. R.; MACHADO, M. M. M.; CASTRO, P. T. A.; RENGER, F. E.; TREVISOL, A.; BEATO, D. A. C. Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG): proposta. In: SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (Org.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. Cap. 7.

DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO - FLORA

AGÊNCIA NACIONAL DE MINEIRAÇÃO- ANM. Arrecadação CFEM por Ano/Estado. 2023.Disponívelem:<https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra//acessoexterno/associacao/Relatorios/arrecadacao_cfem_muni.aspx?ano=2016&uf=MG> 18 set. 2024.

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Regiões Hidrográficas brasileiras – Edição Especial. -- Brasília: ANA, 2015.

ANDERSSON, S. et al. Floral scents in butterfly-pollinated plants: possible convergence in chemicalcomposition. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 140, n. 2, p. 129–153, 2002.

ANM. Resolução ANM no 13, de 8 de agosto de 2019. Brasília, DF, ago. 2019.

ARTONI, R. F.; CARLOS BERTOLLO, L. A. Trends in the karyotype evolution of Loricariidae fish (Siluriformes). Hereditas, v. 134, n. 3, p. 201–210, 2001.

BAETA, Alenice.; PILÓ, Henrique. Os Povos Ceramistas Pré-Coloniais na Região do Ouro Vale do rio Paraopeba,sub-bacia do Maranhão. In: Carta Arqueológica de Congonhas. Editora Rona/Manabi, Belo Horizonte, 2014.

BELO HORIZONTE. Decreto nº 1.466, de 24 de outubro de 1966. Cria o Parque Municipal das Mangabeiras e contém outras disposições. Diário Oficial do Município, Belo Horizonte, 25 out. 1966. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 432, de 13 de maio de 2010. Dispõe sobre critérios e diretrizes ambientais para o licenciamento de empreendimentos de disposição de resíduos sólidos urbanos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 91, p. 89, 14 maio 2010. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-432-de-13-de-maio-de-2010-10322883. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 392, de 25 de junho de 2007. Define vegetação primária e secundária nos estágios de regeneração da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 jun. 2007. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-392-2007_105851.html. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Reflora – Herbário Virtual. Rio de Janeiro: JBRJ, 2021. Disponível em: https://reflora.jbrj.gov.br/. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Decreto nº 46.602, de 19 de setembro de 2014. Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o Pinheiro Brasileiro. Diário do Executivo – Minas Gerais, Belo Horizonte, 20 set. 2014. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/mg/decreto-n-46602-2014-minas-gerais-declara-de-interesse-comum-de-preservacao-permanente-e-imune-de-corte-o-pinheiro-brasileiro. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Estado de Minas Gerais. Lei nº 20.308, de 27 de julho de 2012. Altera dispositivos das Leis nº 10.883, de 27 de dezembro de 1992, e nº 9.743, de 13 de janeiro de 1988, que dispõem sobre a proteção ao pequizeiro e ao ipê-amarelo. Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 28 jul. 2012.

BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro; Centro Nacional de Conservação da Flora. Flora do Brasil 2020. Rio de Janeiro: JBRJ, 2020. Disponível em: https://dspace.jbrj.gov.br/jspui/handle/doc/118. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão Nacional da Biodiversidade. Resolução CONABIO nº 8, de 8 de dezembro de 2021. Dispõe sobre a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 dez. 2021. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 423, de 12 de abril de 2010. Dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 abr. 2010. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Decreto no 4.340, de 22 de agosto de 2002. ago. 2002.

BRASIL. Decreto No 5. 092.. maio 2004.

BRASIL. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. jul. 2000.

BRASIL. Portaria MMA No 561, de 15 de dezembro de 2021. dez. 2021. BREDT, A.; UIEDA, W. Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, mid-western Brazil. Chiroptera Neotropical, v. 2, n. 2, p. 54–57, 1996.

CARVALHO, M. M. C. A escola e a República e outros ensaios. Bragança Paulista: EUDSF, 2003.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

CARVALHO, R. E. Escola inclusiva: a reorganização do trabalho pedagógico. Porto Alegre: Mediação, 2008.

CARVALHO, A. M. P. As condições de diálogo entre professor e formador para um ensino que promova a enculturação científica dos alunos. In: DALBEN, A.; DINIZ, J.; LEAL, L.; SANTOS, L. (Org.). Convergência e tensões no campo do trabalho docente. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 281–300.

CARVALHO, G. C. M. Participação da comunidade na saúde. 2. ed. Campinas: Saberes, 2014.

CETEC. Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no Estado de Minas Gerais e outras regiões do país.

CHOVANEC, A.; HOFER, R.; SCHIEMER, F. Fish as bioindicators. In: TRACE METALS AND OTHER CONTAMINANTS IN THE ENVIRONMENT. [S. l.]: Elsevier, 2003. v. 6, p. 639–676.

CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Appendices I, II and III. Geneva: CITES Secretariat, 2022. Disponível em: https://checklist.cites.org/. Acesso em: 10 set. 2025.

CIENTEC. CONSULTORIA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS LTDA. Mata nativa 4: sistema para a análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. Viçosa - MG: [s. n.] 2022.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS - CERH-MG. Deliberação Normativa CERH-MG, no 66, de 17 de novembro de 2020. Belo Horizonte, MG: 2020. Disponível em: www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52900. Acesso em: 7 Jul. 2023.

CORDEIRO E SILVA, Bárbara Monteiro. Patrimônio, referências culturais e memórias: olhares sobre o conjunto urbano de Congonhas/MG. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura. 2019.

COSTA, C. M. R.; LEITE, A. C.; FONSECA, M. T. A Mata Atlântica em Minas Gerais: um enfoque sobre o estado de conservação e as ações prioritárias para a conservação da biodiversidade. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998.

COSTA, H. C. et al. Serpentes do município de Viçosa, Mata Atlântica do sudeste do Brasil. Biota Neotropica, v. 10, p. 352–378, 2010.

COSTA, H. C.; GUEDES, T. B.; BÉRNILS, R. S. Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. Herpetologia Brasileira, v. 10, n. 3, p. 110–279, 2021.

CRUMP, M. L.; SEMLITSCH, R. D. Conservation of amphibians in the New World tropics. In: SEMLITSCH, R. D. (Ed.). Amphibian Conservation. [s.l.] Smithsonian Books, 2003.

DA SILVA, M. B. Áreas De Endemismo: As Espécies Vivem Em Qualquer Lugar, Onde Podem Ou Onde Historicamente Evoluíram? Revista da Biologia, v. Esp. Bioge, p. 12–17, 2011.

DRUMMOND, G. M. et al. Biodiversidade em Minas Gerais. 2a. ed. Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2005a.

DRUMOND, J.C.P. 2013. Técnicas aplicadas em resgate de flora no empreendimento Anglo American; Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais. 64º Congresso Nacional de Botânica; Belo Horizonte-MG.

ESRI. World Imagery Metadata (Wayback 2022-07-21). Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2022. Disponível em: https://www.arcgis.com/home/item.html?id=204a203619cc4fe0bbe130130f06b97a. Acesso em: 10 set. 2025.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 34, p. 487–515, 2003.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. Landscape ecology. New York: Wiley, 1986.

FILGUEIRAS, T. S. et al. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. In: PORTELLA, J. R. (Ed.). Cadernos de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. p. 179.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

GIULIETTI, A. M. et al. Plantas raras do Brasil. Belo Horizonte: Conservação Internacional; Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009.

IBGE - EMBRAPA - Mapa de Solos do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2001 - Escala 1:5.000.000. Disponível em:https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/15829-solos.html?=&t =o-que-e.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades: Ouro Preto. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/congonhas/historico.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. 2a. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012a. v. 39

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa político do Brasil: divisão estadual. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-politicos/15790-mapas-do-brasil.html. Acesso em: 10 set. 2025.

IEF. Áreas Prioritárias Estratégicas para a Conservação da Biodiversidade e dos Ecossistemas de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: Instituto Estatual de Florestas, 2021a.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos. 2023. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA – IAT. Controle da espécie invasora Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit em remanescente da Floresta Estacional Semidecidual. Londrina: IAT, 2020. Projeto de pesquisa. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-12/projet_janete_49_16.pdf. Acesso em: 10 set. 2025.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. Gland, Switzerland: IUCN, 2022. Disponível em: https://www.iucnredlist.org. Acesso em: 10 set. 2025.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. (Org.). Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte: IDM Editora, 2012.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Flora e Funga do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://collectory.sibbr.gov.br/collectory/public/show/dr66?lang=pt_BR. Acesso em: 10 set. 2025.

LAMOUNIER, W. et al. Caracterização florística e ecológica da Serra do Curral, Belo Horizonte – MG. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2010.

LAURANCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. Biological Conservation, v. 57, n. 2, p. 205–219, 1991.

LORENZI, H. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 2. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009.

MINAS GERAIS. Instituto Estadual de Florestas. Estudo revela espécies raras, ameaçadas e endêmicas em unidades de conservação da Serra do Espinhaço. Belo Horizonte: IEF, 2021. Disponível em: https://ief.mg.gov.br/w/estudo-revela-especies-raras-ameacadas-e-endemicas-em-unidades-de-conservacao-da-serra-do-espinhaco. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Deliberação COPAM nº 424, de 17 de junho de 2009. Revoga as Deliberações COPAM nº 366 e nº 367, de 15 de dezembro de 2008. Diário do Executivo – "Minas Gerais", Belo Horizonte, 19 jun. 2009. Disponível em: https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9452. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais. Belo Horizonte: FEAM, 2023. Disponível em: https://feam.br/zoneamento-ecol%C3%B3gico-econ%C3%B4mico. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Instituto Estadual de Florestas. Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 3.102, de 26 de outubro de 2021. Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Diário do Executivo – Minas Gerais, Belo Horizonte, 4 nov. 2021. Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=422474. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE-SISEMA. Belo Horizonte: SISEMA, 2022. Disponível em: https://geoportal.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Decreto nº 47.941, de 7 de maio de 2020. Dispõe sobre o procedimento de autorização ou ciência do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação, no âmbito do licenciamento ambiental e dá outras providências. Diário do Executivo – "Minas Gerais", Belo Horizonte, 8 maio 2020. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Lei nº 13.960, de 26 de julho de 2001. Declara como Área de Proteção Ambiental a região situada nos municípios de Barão de Cocais, Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Ibirité, Itabirito, Mário Campos, Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Santa Bárbara e Sarzedo, e dá outras providências. Diário do Executivo – Minas Gerais, Belo Horizonte, 27 jul. 2001. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/13960/2001. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Decreto nº 37.812, de 8 de março de 1996. Altera dispositivos do Decreto nº 35.624, de 8 de junho de 1994, que declara como Área de Proteção Ambiental a região situada nos municípios da RMBH. Diário do Executivo – Minas Gerais, Belo Horizonte,

9 mar. 1996. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/37812/1996. Acesso em: 10 set. 2025.

MINAS GERAIS. Decreto nº 35.624, de 8 de junho de 1994. Declara como Área de Proteção Ambiental a região situada nos municípios de Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Ibirité, Itabirito, Nova Lima, Raposos, Rio Acima e Santa Bárbara, e dá outras providências. Diário do Executivo – Minas Gerais, Belo Horizonte, 9 jun. 1994. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/35624/1994. Acesso em: 10 set. 2025.

MITTERMEIER, R. A. et al. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions cemex. Mexico City, v. 392, 2004.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, London, v. 403, p. 853–858, 2000.MMA. Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação da biodiversidade. 2. ed. Brasília, DF: [s.n.].

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/resolucoes/74-resolucao-n-32-de-15-deoutubro- de-2003/file>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MMA. Portaria MMA no 09, de 23 de janeiro de 2007. jan. 2007 b, p. 2.

MMA. Portaria MMA No 126, DE 27 DE MAIO DE 2004., 2004.

MMA. Portaria MMA No 443, de 17 de dezembro de 2014. dez. 2014, p. 110–121.

MMA. Portaria MMA No 463, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2018. [s.l: s.n.].

MMA. Portaria MMA no148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria no 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria no 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria no 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasilia, DF, 2022.

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons, 1974.

MYERS, N. Biodiversity Hotspots Revisited. BioScience, v. 53, n. 10, p. 916–917, 2003.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. v. 403, p. 853–858, fev. 2000.

OLIVEIRA, C. A. Impactos da mineração sobre a flora da Serra do Curral: análise de espécies ameaçadas. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

PEDRALLI, G. et al. Manual de Identificação de Espécies Arbóreas Brasileiras. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

PPG I. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. Journal of Systematics and Evolution, v. 54, n. 6, p. 563–603, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jse.12229. Acesso em: 10 set. 2025.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). Cerrado: ecologia e flora. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 151–212.

SANTOS, L. A. C.; MIRANDA, S. C.; SILVA-NETO, C. M. Fitofisionomias do Cerrado: definições e tendências. Élisée – Revista de Geografia da UEG, v. 9, n. 2, p. 92–102, 2020.

SANTOS, R. M. Proposta de conservação da Serra do Curral: aspectos ecológicos e legais. Belo Horizonte: SMMA-BH, 2010.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

SCHILLING, A. C. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. Revista Brasil Bot., V.31, n.1, p.179-187, jan.-mar. 2008.

SHIVER, B. D.; BORDERS, B. E. Sampling techniques for forest resource inventory. New York: John Wiley & Sons, 1996.

SILVA, T. S. F.; SOBREIRO, J. F. F.; STREHER, A. S. Padrões climáticos e implicações ecológicas em um ambiente montanhoso tropical: análise da Cadeia do Espinhaço meridional (Brasil). Rio Claro: UNESP, 2008. Acesso em: 10 set. 2025.

SILVA, A. R. Uso e cobertura do solo na região da Serra do Curral/MG: abordagem a partir de imagens de sensoriamento remoto. Belo Horizonte: UFMG, 2008b. Disponível em: [Academia.edu](https://www.academia.edu/129718060/Uso_e_cobertura_do_solo_na_regi%C3%A3o_da_Serra_do_Curral_MG_abordagem_a_partir_de_imagens_de_sensoriamento_remoto). Acesso em: 10 set. 2025.

SOUZA, W. J. E.; DUARTE, N. F.; SUZUKI, L. P. Z. L.; LACORTE, G. A. Estudo para recuperação de área degradada por mineração em processo de invasão por Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit e o seu controle. Bambuí: Instituto Federal de Educação,

Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG, 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental. Acesso em: 10 set. 2025.

SOARES, C. P.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. Dendrometria e inventário florestal. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.

SOS MATA ATLÂNTICA. Mata Atlântica, a floresta da população brasileira. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2015. Disponível em: https://www.sosma.org.br/artigos/mata-atlantica-a-floresta-da-populacao-brasileira/. Acesso em: 10 set. 2025.

SPÓSITO, T. C.; STEHMANN, J. R. Estrutura populacional e regeneração natural de Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F. Macbr. (Fabaceae) em floresta atlântica. Floresta e Ambiente, v. 15, n. 2, p. 85–92, 2006.

TAYLOR, P. D. et al. Connectivity is a vital element of landscape structure. Oikos, v. 68, n. 3, p. 571–573, 1993.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1111/boj.12385. Acesso em: 10 set. 2025.

TEIXEIRA, A. P.; LEMOS FILHO, J. P. A flora vascular da crista da Serra do Curral. Belo Horizonte: UFMG, 2013. Acesso em: 10 set. 2025.

UNESCO. Man and the Biosphere Programme: 2019–2020. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2019. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370519. Acesso em: 10 set. 2025.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

WERNECK, M. S.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BOREM, R. F. Dinâmica populacional de Piptadenia gonoacantha em áreas de floresta estacional semidecidual. Revista Brasileira de Botânica, v. 23, n. 4, p. 421–430, 2000.

DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO - FAUNA

ABOLNIK, C. A 2014. Current review of avian influenza in pigeons and doves (Columbidae). Veterinary Microbiology, v. 170, n. 3–4, p. 181–196. AGOSTINHO et al., 2007

AGUIAR, L. M. S.; BRITO, D.; MACHADO, R. B. 2010. Do Current Vampire Bat (iDesmodus rotundus/i) Population Control Practices Pose a Threat to Dekeyser's Nectar Bat's (iLonchophylla dekeyseri/i) Long-Term Persistence in the Cerrado? Acta Chiropterologica, v. 12, n. 2, p. 275–282.

AGUIAR, T.D.F. 2012. Risco de transmissão da raiva humana pelo contato com Saguis (Callithrix jacchus) no Estado do Ceará, Brasil. Vet. e Zootec, set, 19(3): 326-331.

ALVIM, M.C.C.; PERET, A.C. 2004. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the Upper São Francisco River in Três Marias, MG, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 64 (2): p.195-202.

ALMEIDA-GOMES, M.; ROCHA, C.F.D. 2014. Landscape connectivity may explain anuran species distribution in an Atlantic Forest fragmented área. Landscape Ecology, v. 29, p.29–40

ALVES, C. B. M.; LEAL, C. G. Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. MG Biota, v. 2, n. 6, p. 26–50, 2010.

ALVES, C.S.; SOUZA, J.P.M.; MOURA, A.S.; MACHADO, F.S.; ZANZINI, A.C.S.; FONTES, M.A.L. (2022) Diversidade de Mamíferos de médio e grande porte do Parque estadual Serra de Boa Esperança, Minas Gerais, Sudeste Brasileiro. Biodiversidade Brasileira, 12(2):1-11.

AMORI, G; GIPPOLITI, S. (2001) Identifying priority ecoregions for rodent conservation at the genus level. Oryx, 35, 158–165.

ANDRADE, M.S. et al. 2015. Infectiousness of Sylvatic and Synanthropic Small Rodents Implicates a Multi-host Reservoir of Leishmania (Viannia) braziliensis Plos Neglected Tropical Diseases 9(10): e0004137ANDREANI et al., 2003

ANJOS, M.B. 2017 Avaliação do efeito do Veneno de Bothrops atrox sobre baços de camundongos tratados com o extrato de Bellucia deichotoma Cong.: um estudo estereológico. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM.

ANJOS-SILVA, E.J. & REBÊLO, J.M.M. 2006. A new species of Exaerete Hoffmannsegg (Hymenoptera:Apidae: Euglossini) from Brazil. Zootaxa, 1105, 27-35.

APITZ-CASTRO, R. et al. 1995. Purification and partial characterization of draculin, the anticoagulant factor presente in the saliva of vampire bats (Desmodus rotundus). Thrombosis and haemostasis, v. 73, n. 01, p. 94–100, 1995

ANJOS, M.B. 2017 Avaliação do efeito do Veneno de Bothrops atrox sobre baços de camundongos tratados com o extrato de Bellucia deichotoma Cong.: um estudo estereológico. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM.

ANJOS-SILVA, E.J. & REBÊLO, J.M.M. 2006. A new species of Exaerete Hoffmannsegg (Hymenoptera:Apidae: Euglossini) from Brazil. Zootaxa, 1105, 27-35.

ARAUJO, C. D. O.; CONDEZ, T. H.; HADDAD, C. F. B. 2007. Amphibia, Anura, Phyllomedusa ayeaye (B. Lutz, 1966): distribution extension, new state record, and geographic distribution map. Check List, v. 3, n. 2, p. 156. Disponível em: https://checklist.pensoft.net/article/17629/

ARROYO-RODRIGUES, V. et al. 2020. Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. Ecology Letters, 23: 1404–1420

ÁVILA-PIRES, T. C. S.; HOOGMOED, M. S.; VITT, L. J. Herpetofauna da Amazônia. In: Nascimento, L.; Oliveira, E. (Eds.). Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2007. p. 13-43.

BDBIO - VALE S.A. 2020 – Base de dados de Biodiversidade. Vale S.A.

BARROS, J. S., E. BERNARD, & R. L. FERREIRA. 2021. An exceptionaly high bat species richness in a cave conservation hotspot in Central Brazil. Acta Chiropterologica 23:233-245. https://doi.org/10.3161/15081109acc2021.23.1.020

BARROS, G. C. et al. 1985. Foco de leishmaniose tegumentar americana nos municípios de Viana e Cariacica, Estado do Espírito Santo, Brasil. Revista de Saúde Pública, v. 19, p. 146– 153.

BASTOS, R. P. & HADDAD, C. F. B. 1995. Vocalizations and acoustic interactions in Hyla elegans (Anura, Hylidae) during the reproductive activity. Naturalia, São Paulo, 20:165-176.

BASTOS EMAF, OLIVEIRA V. D. C., SOARES A. E. E., Microscopic characterization of the green propolis, produced in Minas Gerais State, Brazil, Honeybee. 2000

BERNARD, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central amazon, Brazil. Journal of Tropical Ecology 17:482-482

BERTOLUCI, J., LEITE, F.S., EISEMBERG, C.C. & CANELAS, M.A.S. 2007. Description of the tadpole of Scinax luizotavioi from the Atlantic rainforest of southeastern Brazil. Herpetol. J. 17(1):14-18

BIODINÂMICA, 2019. Estudo de impacto Ambiental, volume 2/4, Linha de transmissão 345 kV, Itabirito – Barro Branco – MG. Biodinâmica Rio Eng. e Consultoria Ltda

BODMER, R.E. 1991. Influence of digestive morphology on resource partitioning in Amazonian ungulates. Oecologia. Jan; 85 (3): 361-365

BONILLA-GÓMEZ, M.A. & NATES-PARRA, G. 1992. Abejas euglossinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. Caldasia, 17(1), 149-172

BONVICINO, C.R., OLIVEIRA, J.A. & D'ANDREA, P.S. 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS

BORGES, P. M., et al. 2022. Pincipais fármacos desenvolvidos a partir da extração do veneno de serpentes brasileiras e suas aplicabilidades em medicina humana e veterinária. In: DANIELA, R. J. de FREITAS (Org.). Conceitos e metodologias de integração em ciências biológicas e da saúde 2. Ponta Grossa-PR: Atena Editora, p. 1-12.

BOVENDORP, R. S., N. VILLAR, E. F. DE ABREU-JUNIOR, C. BELLO, A. L. REGOLIN, A. R. PERCEQUILLO & M. GALETTI. 2017. Atlantic small-mammal: a dataset of communities of rodents and marsupials of the Atlantic forests of South America. Wiley Online LibraryBraga et al (2016)

BRAGA, F. G. 2004. Tamanduá-bandeira (Myrmecophaga tridactyla), espécie criticamente em perigo: uma preocupação no Estado do Paraná. Acta Biológica Paranaense, v. 33.

BRASIL. Portaria MMA No 561, de 15 de dezembro de 2021. dez. 2021.

BRAUN, J.K., MARES, M.A., COYNER, B.S. & VAN DEN BUSSCHE, R.A. 2010. New species of Akodon (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) from central Argentina. J. Mammal. 91(2):387-400. http://dx.doi.org/10.1644/09-MAMM-A-048.1

BROWN JR., K. S. & FREITAS, A. V. L. 2000. Diversidade de Lepidoptera em Santa Tereza, Espírito Santo. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, 11-12:71-118.

BURKETT, D. W. e THOMPSON, B. C. 1994. Wildlife association with human-altered water sources in semi-arid vegetation communities. Conserv. Biol. 8: 682-690.

CAIN, S. A.; CURTIS, G. M. Manual of vegetation analysis New York: Hafuer, 1959. 325 p.

CAMPOS, T.F. & SANTOS, E.M. 2010. Anurofauna do Parque Nacional do Catimbau (Buíque - PE); In Herpetofauna no Estado de Pernambuco (Moura, G.J.B., Santos, E.M.,

Oliveira, M.A.B. & Cabral, M.C.C. eds.). Ministério do Meio Ambiente. Brasília, p. 219-227

CAMPOS, L.A.O.; SILVEIRA, F.A.; OLIVEIRA, M.L.; ABRANTES, C.V.M.; MORATO, E.F. & MELO, G.A.R. 1989. Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea). Revista Brasileira de Zoologia 6: 621-626.

CÂNDIDO, M. E. M. B. et al. Effects of fragments and landscape characteristics on the orchid bee richness (Apidae: Euglossini) in an urban matrix, southwestern Amazonia. Journal of insect conservation, v. 22, n. 3–4, p. 475–486, 2018.

CARAMASCHI, U. et al. 2016. Pithecopus ayeaye. In: THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. [S. l.]: IUCN, p. e.T55839A107295713

CARDILLO, M., MACE, G.M., JONES, K.E., BIELBY, J., BININDAEMONDS, O.R.P., SECHREST, W., ORME C.D.L. & PURVIS, A. 2005. Multiple causes high extinction risk in large mammal species. Science 309:1239-1241. PMid:16037416. http://dx.doi.org/10.1126/ science.

CARMO, F. F.; JACOBI, C. M. 2013. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. Rodriguésia, v. 64, n. 3, p. 527–541

CARVALHO, C. J. B. de; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; SILVA, V. C. 2012 Diptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Eds.). Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 701-743

CASIMIRO, A. C. R. et al. 2018. Escapes of non-native fish from flooded aquaculture facilities: the case of Paranapanema River, southern Brazil. Zoologia (Curitiba), v. 35.

CAVALCANTI, R.B. Conservation of birds in the Cerrado of Central Brazil. ICBP Technical Publication 7:59-66, 1988

CBRO. 2021. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Lista das aves do Brasil, 13ª edição. http://www.cbro.org.br. Acessado em: novembro/2024.

CHAVES, A. V et al. Molecular taxonomy of Brazilian tyrant-flycatchers (Passeriformes: Tyrannidae). Molecular Ecology Resources, v. 8, n. 6, p. 1169–1177, 2008

CHIARELLO, A. G. et al. 2008. Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, v. 2, p. 680–880.

CIPRANDI, A.; HORN, F.; TERMIGNONI, C. 2003. Saliva de animais hematófagos: fonte de novos anticoagulantes. Revista brasileira de hematologia e hemoterapia, v. 25, p. 250–262

CITES. 2024. The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Acessível em: http://checklist.cites.org. Acessado em: 10/05/2023

COELHO, M. G., DO NASCIMENTO RAMOS, V., LIMONGI, J. E., DE LEMOS, E. R. S., GUTERRES, A., DA COSTA NETO, S. F., ROZENTAL, T., BONVICINO, C.R., D'ANDREA, P.S., MORAES-FILHO, J. & LABRUNA, M. B. 2016. Serologic evidence of the exposure of small mammals to spotted-fever Rickettsia and Rickettsia bellii in Minas Gerais, Brazil. The Journal of Infection in Developing Countries, 10(03), 275-282.

COLLI, G.R., BASTOS, R.P. & ARAÚJO, A.F.B. 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.223-241

CONSOLI, RAGB., OLIVEIRA, RL 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ

COPAM. 2010. Deliberação Normativa COPAM no 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: [s. n.], 2010. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13192.

CORDEIRO-ESTRELA, P. 2022 Determinação do nome científico do tapiti (Lagomorpha: Leporidae) do Pantanal. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Bélem, v.17, n.13, p.689-699.

DALPONTE, J. & COURTENAY, O. 2004. Hoary fox Pseudalopex vetulus (Lund, 1842), p. 72-76. In: Sillero-Zubiri, C.; Hoffmann, M. & MACDONALD, D.W. (eds). Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs: Status survey and conservation action plan. IUCN. 430p.

DEL PRETTE, A. C. H. 2021. Integrando modelos de distribuição potencial com uso de hábitat pelas espécies das pererecas macaco pithecopus ayeaye e pithecopus oreades (anura: phyllomedusidae) no encontro de novas populações

DELCIELLOS, A.C.; LORETTO, D. & ANTUNES, V.Z. 2006. Marsupiais da Mata Atlântica. Ciência Hoje 38 (223): 66-69

DEPS, P. D. 2003. Pesquisa de Mycobacterium leprae em tatus da espécie Dasypus novemcinctus do Estado do Espírito Santo. São Paulo. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Paulo, 145 p

DESBIEZ, A. L. J. et al. 2012. Avaliação do risco de extinção do cateto Pecari tajacu Linnaeus, 1758, no Brasil. Biodiversidade Brasileira, n. 1, p. 74–83, 2012

DI BITETTI, M.S.; DI BLANCO, Y.E.; PEREIRA, J.A.; PAVIOLO, A. & PÉREZ, I.J. 2009. Time partitioning favors the coexistence of sympatric crab-eating foxes (Cerdocyon thous) and Pampas foxes (Lycalopex gymnocercus). Journal of Mammalogy, 90(2): 479-490.

DIRZO R, YOUNG HS, GALETTI M, CEBALLOS G, ISAAC NJ, COLLEN B. 2014. Defaunation in the Anthropocene. Science 345:401–6

DOS REIS, N. R. et al. 2007. Morcegos do brasil. [s.l.] Univesidade Estadual de Londrina.

DOS SANTOS, C. C. et al. 2020. Cryptosporidium spp. in Columba livia Gmelin, 1789 (Columbiformes: Columbidae) free-living pigeons from urban areas in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. Journal of Parasitic Diseases, v. 44, p. 877–881.

DRUMMOND, G. M. et al. Biodiversidade em Minas Gerais. 2a. ed. Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2005

DUARTE, J. M. B. et al. 2012. Avaliação do risco de extinção do veado-mateiro Mazama americana Erxleben, 1777, no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 2, n. 1, p. 33–41

DUARTE, H.O.B.; CARVALHO, W.D. 2019. First record of common squirrel monkey (Saimiri sciureus) consumption by Great Black Hawk (Urubitinga urubitinga). The Wilson Journal of Ornithology 131: 644-647.

DUELLMAN, W. E. 1999. Distribution Patterns of Amphibians in South America. In Patterns of Distribution of Amphibians (W. E. Duellman, ed.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, p. 255-327

EDGAR, J.; COCKRUM, P. A.; FRAHN, J. L. 1976. Pyrrolizidine alkaloids in Danaus plexippus L. and Danaus chrysippus L. Experientia. 32: 1535-153FAVRETTO, 2021; 2023

FAVRETTO, M.A. 2021 Aves do Brasil, Vol I. Rheiformes a Psittaciformes. Florianópolis, SC.

FIGUEIREDO, L.T.; CAMPOS, G. M.; RODRIGUES, F.B 2001. Hantavirus pulmonary and cardiovascular syndrome: epidemiology, clinical presentation, laboratory diagnosis and treatment. Rev Soc Bras Med Trop. 34(1):13-23

FITZGERALD, LEE A. 1994. Tupinambis Lizards and People: A Sustainable Use Approach to Conservation and Development». Conservation Biology (1): 12–15. ISSN 0888-8892.

FORATTINI, O.P.; KAKITANI, I.; MASSAD, E.; MARUCCI, D. Studies on mosquitoes (Diptera:Culicidae) and anthropic environment 9- Synanthropy and epidemiological vector role of Aedes scapularis in South-Eastern Brazil. Rev. Saúde Pública, 29: 199-207, 1995.

FORNAZARI F, LANGONI H. 2014. Principais zoonoses em mamíferos selvagens. Vet. e Zootec. 2014 mar.; 21(1): 10-24

FREE, J.B. 1993. Insect Pollination of Crops. 2nd Enlarged Edition, Academic Press, London, 684.

FREITAS BM. The pollination efficiency of foraging bees on apples (Malus domestica Borkh) and cashew (Anacardium occidentale L.) [PhD thesis]. Wales: University of Wales; 1995.

FRICKE, R.; FONG, J. D. 2024. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. [S.l.

FROST, D. 2023 Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2. [S. l.], 2023. Disponível em: https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php. Acesso em: 24 ago.

FROST, D.R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1 (Date of access). Electronic Database accessible at https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php. American Museum of Natural History, New York, USA. 2023.

GABRIEL, R.; ELIAS, R. B. 2011. Workshop prevenção e controlo de espécies invasoras. (R. G. & R. B. Elias, Ed.) Workshop prevenção e controlo de espécies invasoras. Anais Universidade dos Açores

GALETTI, M., DONATTI, C. I.; PIRES, A. S..; GUIMARÃES, P. R; AND JORDANO, P. 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic Forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. Botanical Journal of the Linnean Society 151:141-149

GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; ARAUJO, I.S.; AVILA-PIRES, T.C.; BONALDO, A.B.; COSTA, J.E.; ESPOSITO, M.C.; FERREIRA, L.V.; HAWES, J.; HERNANDEZ, M.I.M.; HOOGMOED, M.S.; LEITE, R.N.; LO-MAN-HUNG, N.F.; MALCOLM, J.R.; MARTINS, M.B.; MESTRE, L.A.M.; MIRANDA-SANTOS, R.; OVERAL, W.L.; PARRY, L.; PETERS, S.L.; RIBEIROJUNIOR, M.A.; DA SILVA, M.N.F.; DA SILVA MOTTA, C. & PERES, C.A. 2008. The costeffectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. Ecology Letters, 11: 139-15

GARDNER, A. L. 1993. Order Didelphimorphia. In: Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (eds.). Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference. Smithsonian Institution, Washington, USA, p. 15-23.

GEISE, L., MORAES, D.A. & SILVA, H.S. 2005. Morphometric differentiation and distributional notes of three species of AKodon (Muridae, Sigmodontinae, Akodontini) in the Atlantic coastal area of Brazil. Arq. Mus. Nac.63 (1):63-74.

GENTILE, R.; D'ANDREA, P. S.; CERQUEIRA, R.; MAROJA, L. S. 2000.Population dynamics and reprodution of marsupials and rodents in a Brazilian rural area: a five-year study. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 35: 1-9.

GIANNINI, N.P.; KALKO, E.K.V. 2004. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. Oikos, 105(2): 209-220

GONÇALVES, L. G. et al. Mamíferos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Pacartes, 2014. 212 p.; il. Color. ISBN 978-85-62689-93-2

GONDECK, M. B. 2017. Avaliação do uso de borboletas Heliconiinae (Papilionoidea: nymphalidae) como bioindicadores de impactos antrópicos em remanescentes de Mata Atlântica de Santos, São Paulo, Brasil.

GRANADO-LORENCIO, C., LIMA, C.A.R.M.A.; LOBON-CERVIÁ, J. 2005. Abundance-distribution relationships in fish assembly of the Amazonas floodplain lakes. Ecography. 28, 515-520.

GRAZZIOTIN, F.G.; ZAHER, H.; MURPHY, R.W.; SCROCCHI, G.; BENAVIDES, M.A.; ZHANG, Y.P. & BONATTO, S.L. 2012. Molecular phylogeny of the new world Dipsadidae (Serpentes: Colubroidea): a reappraisal. Cladistics, 28: 437-59

GRUENER, C. G. et al. Efeito da fragmentação florestal sobre as comunidades de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do município de Blumenau, Santa Catarina, Brasil. Revista de Estudos Ambientais, v. 14, n. 4, p. 6–19, 2013.

GUEDES, T. B.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; COSTA, H. 2023. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. Sociedade Brasileira de Herpetologia, v. 12.

HADDAD, C. F. B.; SAWAYA, R. J. Reproductive Modes of Atlantic Forest Hylid Frogs: A General Overview and the Description of a New Mode. Biotropica, v. 32, n. 4b, p. 862–871, 2000

HARBACH, R.E., VU DUC HUONG & KITCHING, I.J. 2007. Systematics of Kimia, a new genus of Sabethini (Diptera: Culicidae) in the Oriental Region. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 109, 102–120

HEINZE, S.; M. REPPERT, S. 2016. Sun Compass Integration of Skylight Cues in Migratory Monarch Butterflies. Neuron, v. 69, n. 2,2011, p. 345-358, 2011. SHLIZERMAN, E. et al. Neural Integration Underlying a Time-Compensated Sun Compass in the Migratory Monarch Butterfly. Cell Reports, v. 15, n. 4, p. 683-691.

HERZOG, S. K., AND M. KESSLER. 2002. Biogeography and composition of dry forest bird communities in Bolivia. Journal fu¨ r Ornithologie 143:171–204

HEYER, W.R., DONNELY, R.W., McDIARMID, R.W., HAYEK, L.C. & FOSTER, M.S. (Eds.). 1994. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington

HILL, J.K. 1999. Butterfly spatial distribution and habitat requirements in a tropical forest: impacts of selective logging. Journal of Applied Ecology, 36, 564–572.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Manuais técnicos em geociências, v. 1, 2012.

ICMBIO Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2010) Plano de Ação Nacional para a Conservação da Ariranha. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-ariranha. Acesso em Maio/2025.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II Mamíferos / 1. ed.-Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. 492 p.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2020. Plano de ação nacional para conservação de canídeos silvestres. Produtores rurais e canídeos silvestres. CENAP

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2023. Plano de ação nacional para conservação de grandes felinos

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2022. Plano de ação nacional para conservação de pequenos felinos

IUCN-INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. 2023. Red List of Threatened Species. Version 2024.1. Disponível on line em: www.iucnredlist.org. Acessado novembro de 2024

YOUNG, D.G. & M.A. DUNCAN. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of Lutzomyia sand flies in the Mexico, the West Indies, Central and the South America (Diptera:Psychodidae). Mem. Am. Entomol. Inst. 54, 881p.

JIM J. 1980. Aspectos ecológicos dos anfíbios registrados na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura). Tese. Univ. S. Paulo. São Paulo

JORDANO, P. 2000. Fruits and frugivory. In: Fenner M. (Ed.). Seeds, the ecology of regeneration in plant communities. CABI. Wallingford. p. 125-165

JUAREZ, K.M. & MARINHO-FILHO, J. 2002. Diet, habitat use, and home ranges of sympatric canids in Central Brazil. Journal of Mammalogy, 83: 925-933. Berta, A., 1982. Cerdocyon thous. Mammalian Species, 186: 1-4

KARR, J. R., 1981, Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries, 6(6): 21-27

KIMSEY, LS. Systematics of bees of the genus Eufriesea (Hymenoptera, Apidae). London:

KOTAIT, I.; CARRIERI, M. L.; CARNIELI JÚNIOR, P.; CASTILHO, J. G.; OLIVEIRA, R. N.; MACEDO, C. I.; FERREIRA, K. C. S.; ACHKAR, S. M. 2007. Reservatórios silvestres do vírus da raiva: um desafio para a saúde pública. Boletim Epidemiológico Paulista, v. 4, n. 40, p. 2- 8.

KUNZ, T., KURTA, A., 1988. Capture methods and holding devices. Washington. pp 1 -29. Kunz, T., and Fenton, B., eds. Bat ecology. University of Chicago Press, 2005. Pp: 978 Kunz, T., Parsons, S., 2009. Ecological and behavioral methods for the study of bats. Baltimore.

LAMBERSKI, N. 2015. Felidae. Fowler's Zoo Wild Anim. Med., v.8, p.467

LAMOUNIER, W. L. et al. 2010. A influência da litologia na distribuição da cobertura vegetal e no uso do solo na Serra do Gandarela, Quadrilátero Ferrífero - MG. Revista Geografias, v. 6, n. 1, p. 152–165.

LARIVIÈRE, S. & JENNINGS A.P. 2009. Family Mustelidae (weasels and relatives). In: Wilson D.E. & Mittermeier R.A. (Eds.). Handbook of the Mammals of the World, Volume1: Carnivores. Barcelona, Lynx Edicions. p. 564-656.

LEES, A.C., MOURA, N.G., SANTANA, A., ALEIXO, A., BARLOW, J., BERENGUER, E., FERREIRA, J. & GARDNER, T.A. 2012. Paragominas: a quantitative baseline inventory of na eastern Amazonian avifauna. Revista Brasileira de Ornitologia, 20(2): 93-118

LEITE, F.S.F. (2009) Herpetofauna RPPN Mata Samuel de Paula. Biodiversidade de Mata Samuel de Paula.

LIDDLE M.J. & SCORGIE, H.R. 1980. The effect of recreation on freshwater plants and animals: a review. Biological Conservation 17: 183-206

LIMA, J. B. et al. 2018 Avaliação do perfil da caça e dos caçadores de aves silvestres no município de Livramento e áreas do entorno no cariri paraibano. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/4733. Acesso em: 02/08/2023

LOLA, L. P. 2022. Estrutura das assembléias de quirópteros nas áreas sob influência do ramal agreste. Monografia (bacharel em Ciências Biológicas), 57f. Universidade do Vale do São Francisco, Pretolina, Pernambuco.

LOWE-McCONNELL, R. H. 1987 Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge: Cambridge Univ. Press, p. 382.

MACLEOD, R., et al. 2011. Rapid monitoring of species abundance for biodiversity conservation: Consistency and reliability of the MacKinnon lists technique. Biological Conservation, v. 44, n. 5, p. 1374-1381

MAGURRAN, A.E. Medindo a diversidade biológica. Curitiba. Editora de UFPR, 261 p., 2013.

MARINI, A. Foraging behaviour and diet of the Helmeted Manakin. The Condor 94: 151-158, 1992.

MARINI, M. A. 2020. Bird movement in a fragmented Atlantic Forest landscape. Studies on Neotropical Fauna and Environment, V. 45, N. 1, P. 1–10

MCDIARMID R.W.; CAMPBELL J.A., TOURÉ T.A. 1999. Snake species of the world: a taxonomic and geographic reference. Volume 1. The Herpetologist's League, Washington, 511 pp.

MELLADO, B., CARNEIRO, L. O., NOGUEIRA, M. R., MONTEIRO, L. R., 2022. The impacts of marking on bats: mark-recapture models for assessing injury rates and tag loss. Journal of Mammalogy. https://doi.org/10.1093/jmammal/gyab153

MICHALSKI, F. & PERES, C.A. 2007. Disturbance-Mediated Mammal Persistence and Abundance-Area Relationships in Amazonian Forest Fragments. Conserv. Biol. 21(6):1626- 1640.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. ICMBio/MMA, Brasília. 2018

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2022. Portaria MMA N°148, de 07 de junho de 2022.

MOURA, J.B.O.; SILVA, S.S.P.; GUEDES, P.G. (2024) Ecologia alimentar e reprodutiva de uma população de Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758) em um fragmento florestal urbano na cidade do Rio de Janeiro/RJ. Revista Científica Biodiversidade Brasileira. 14 (1): 78-91

MOURA-LEITE, J. C.; BÉRNILS, R. S. & MORATO, S. A. A. 1993. Método para a caracterização da herpetofauna em estudos ambientais. In: SUDERHSA (Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Paraná) ed. MAIA: Manual de Avaliação de Impactos Ambientais Curitiba, AIP/GTZ. p.1-5.

MULLER, M. F.; REIS, N. R. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). Revista Brasileira de Zoologia, v. 9, n. 3–4, p. 345–355, 1992.

MYERS, N. et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. v. 403, p. 853–858, fev. 2000.

NABHAN, G. P.; BUCHMANN, S. Services provided by pollinators. In: DAILY, G. C. (Ed.). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington: Island Press, 1997. p. 133-150.

NOLAN, V. et al. 2023. Distance sampling and spatial capture-recapture for estimating density of Northern Bobwhite. Ecological Informatics, v. 78, ,102330

NOVELLI, I. A.; LUCAS, P. S.; SANTOS, R. C. Reptilia, Squamata, Gymnophthalmidae, Heterodactylus imbricatus: Filling gaps in Minas Gerais. Check List, v 7 (1): 30-31, 2011

OYAKAWA, O.T.; MATTOX, G.M. 2009. Revision of the Neotropical trahiras of the Hoplias lacerdae species-group (Ostariophysi: Characiformes: Erythrinidae) with descriptions of two new species. Neotropical Ichthyology, 7 (2): p.117-140.

OKSANEN J, BLANCHET FG, FRIENDLY M, KINDT R, LEGENDRE P, MCGLINN D, MINCHIN PR, O'HARA RB, SIMPSON GL, SOLYMOS P, STEVENS MHH, SZOECS E & WAGNER H (2019) Vegan: Community Ecology Package. R package version.

OLIVEIRA, J.A. & BONVICINO, C.R. 2011. Ordem Rodentia. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. Mamíferos do Brasil. Londrina, EdiUEL. p. 358-414.

OLIVEIRA, T.G.DE; P.A. DIAS; O. QUIXABA-VIEIRA; D.M. IBANES; J.P. SANTOS; & R.C. PAULA. 2007. Mamíferos do Cerrado norte do Brasil, p. 261-285. In: L. BARRETO (Ed.). Cerrado norte do Brasil. Pelotas, USEB, 378p.

OLIVEIRA, L. H. M. DE. 2017. Identificação e análise das unidades de paisagem do Parque Estadual da Serra do Rola Moça e Estação Ecológica de Fechos, Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais. UFMG.

OREN, D. 2001. Biogeografia e conservação de aves na região amazônica, p. 268-286. In: J.P. CAPOBIANCO; A. VERÍSSIMO; A. MOREIRA; D. SAWYER; I DOS SANTOS & L.P PINTO (Eds). Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios. São Paulo, Estação da Liberdade, Instituto Socioambiental, 540p

PACHECO, J. F. et al. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. Ornithology Research, v. 29, n. 2, p. 94– 105, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x

PADOVEZI, A.; RODRIGUES, R.R.; HORBACH, M.A. 2014. Avifauna como possível indicador da resiliência de áreas degradadas. Advances in Forestry Science, v.1, n.1, p.11-17, 2014

PARDIÑAS, U.F.J. 2009. El Género Akodon (Rodentia: Cricetidae) em Patagonia: Estado actual de seu conocimiento. Mastozool. Neotrop. 16(1):135-152.

PAVAN, S.E.; Y.L.R. LEITE. 2011. Morphological diagnosis and geographic distribution of Atlantic Forest red-rumped mice of the genus Juliomys (Rodentia: Sigmodontinae). Zoologia 28(5): 663–672.

PIELOU, E. C. Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York, 165p, 1975.

PINHEIRO, G.G. et al. 2019. Detection of Yellow Fever Virus in Sylvatic Mosquitoes during Disease Outbreaks of 2017–2018 in Minas Gerais State, Brazil. Insects, v.10, n.5, p.136. doi: 10.3390/insects10050136.

PINTO, I.S., PIRES, J.G., SANTOS, C.B., VIRGENS, T.M., LEITE, G.R., FERREIRA, A.L. & FALQUETO, A. 2008. First record of Nyssomyia yuilli yuilli (Young & Porter) and Trichopygomyia longispina (Mangabeira) (Diptera: Psychodidae) in the state of Espírito Santo, Brazil. Biota Neotrop. 8: http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/pt/abstract?shortcommunication+bn00708012008

PITMAN, M. R. P. L.; et al. Manual de identificação, prevenção e controle de predação por carnívoros. Brasília, DF: IBAMA, 2002

PIZO M. A. 2001. A conservação das aves frugívoras. Em: Albuquerque, J. L., J. F. Cândido Jr., F. C. Straube e A. L. Roos (eds.), Ornitologia e Conservação: da ciência às estratégias. Editora Unisul, Tubarão. pp. 49-59

POLAZ CNM, BATAUS YSL, DESBIEZ A, REIS ML. 2011. Plano de ação nacional para a conservação das espécies aquáticas ameaçadas de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul. Série Espécies Ameaçadas.

PORTES, C. E. B.; CARNEIRO, L. S.; SCHUNK, F.; SILVA, M. S.; ZIMMER, K. J.; WHITAKKER, A.; POLETTO, F; SILVEIRA, L. F. & ALEIXO, A. 2011. Annotated checklist of birds recorded between 1998 and 2009 at nine areas in the Belém area of endemism, with notes on some range extensions and the conservation status of endangered species. Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology, 19(44), 167-18

PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. 2009. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. Biodivers Conserv (2010) 19:1205–1223

PROTOMASTRO, J.J. 2001.A test for preadaptation to human disturbances in the bird community of the Atlantic forest.In Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias (J.L.B. ALBUQUERQUE, J.F. CÂNDIDO JR., F.C. STRAUBE & E.A. ROODS, Eds.). Sociedade Brasileira de Ornitologia, Curitiba, p.179-198

PUGEDO, HOOVER & A, BARATA & CARLOS, FRANÇA-SILVA & C, SILVA & S, DIAS. 2005. HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de

pequenos insetos. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 38. 10.1590/S0037-86822005000100017.

PÜTTKER, T. et al. 2020. Indirect effects of habitat loss via habitat fragmentation: A cross-taxa analysis of forest-dependent species. Biological Conservation 241 (2020) 108368

RACHOU, R.G.; LIMA, M.M.; NETO, J.A.F.; MARTINS, C.M. Inquérito epidemiológico de filariose bancroftiana em uma localidade de Santa Catarina. Como fase preliminar de uma prova profilática. Constatação de transmissão extradomiciliária por um novo vetor, Aedes scapularis Rev. Bras. Malariol. Doenç. Trop , 7: 51-70, 1955.

RAFAEL, J. A. et al. 2012. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. [s.l.] Holos, 2012

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. 2007. Morcegos do Brasil. Londrina, Universidade Estadual de Londrina. 253p

REIS, N. R. et al. (Eds.). Mamíferos do Brasil: guia de identificação. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 560p

REIS, N. R. et al. 2017. História natural dos morcegos brasileiros: chave de identificação de espécies. [s.l.] Technical Books Editora.

REIS, N. R., Peracchi, A. L., Pedro, W. A., & Lima I. P. (2011). Mamíferos do Brasil (2. ed.). Edição do Autor.

RESENDE, E.K.; PEREIRA, R.A.C.; ALMEIDA, V.L.L. de. (1998) Peixes herbívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. EMBRAPA–CPAP. Boletim de Pesquisa). 24.

RHEINDT, F.E.; NORMAN, J.A.; CHRISTIDIS, L. 2008 DNA evidence shows vocalizations to be a better indicator of taxonomic limits than plumagem patters in Zimmerius tyrant-flycatchers. Molecular Phylogenetics and Evolution 48: 150-156

RIBEIRO, M.A.M. & FERREIRA, R.C. (2014) Riqueza e distribuição das aves aquáticas do Parque do Carmo – Olavo Egydio Setúbal, São Paulo, Brasil. Enciclopédia Biosfera 10(18): 3380-3391

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Brasilia - DF: Embrapa Informação Tecnológica Brasília, 2008. v. 1

RIBEIRO-JÚNIOR, J.W., BERTOLUCI, J. 2009. Anuros do cerrado da Estação Ecológica e da Floresta Estadual de Assis, sudeste do Brasil. Biota Neotropica. 9(1): 207-2016

RIBON, R. 2010. Amostragem de aves pelo método das listas de MacKinnon. In: von Matter, S.; Straube, F.; Accordi, I.; Piacentini, V. & Cândico Jr, J.F. (Eds.), Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Technical Books, Rio de Janeiro. p. 1- 16.

RIMOLI, J.; PEREIRA, D.G.; VALLE, R.R. (2015) Avaliação do Risco de Extinção de Callithrix penicillata (É. Geoffroy, 1812) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. Oficina de Avaliação do Estado de Conservação de Primatas Brasileiros.

ROCHA, C. F. D.; BERGALHO, H. G.; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M. A. 2003 Biodiversidade nos Grandes Remanescentes Florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica. 160 pp. RIMA.

ROCHA, M. C., HARTMANN, P. A., WINCK, G. R., CECHIN, S. Z. Seasonal, daily activity, and habitat use by three sympatric pit vipers (Serpentes, Viperidae) from southern Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 86(2):695-705. 2014.

ROCHA, C.; MATIAS, R.; AGUIAR, L.M.; MELO-SILVA, C.; GONÇALVES, B.B.; MESQUITA-NETO, J.N. 2015 Caracterização da avifauna em áreas de cerrado no Brasil Central. Acta Biológica Catarinense. 2(2): 49-63.

ROSSA-FERES, D.C. et al. 2017 Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. Revisões em Zoologia: Mata Atlântica, v. 1, p. 237–314.

ROSSA-FERES, D. C.; MARTINS, M.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, I. A.; SAWAYA, R. J.; HADDAD, C. F. B. Herpetofauna. In: FAPESP, SEMA, CRIA, Instituto Florestal (Org.); RODRIGUES, R. R. et al. (Coord.). Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo. 1. ed. São Paulo: Editora Ofcial do Estado, 2008. p. 83-94.

ROSSI, R. V.; BIANCONI, G. V.; CARMIGNOTTO, A. P. e MIRANDA, C. L. 2010 - Ordem Didelphimorphia.19-74. pp In: Mamíferos do Brasil: Guia de Identificação. Technical Books, Rio de Janeiro.

ROSSO, J.J.; GONZÁLEZ-CASTRO, M.; BOGAN, S.; CARDOSO, Y.P.; MABRAGAÑA, E.; DELPIANI, M.; ASTARLOA, J.M.D. 2018. Integrative taxonomy reveals a new species of the Hoplias malabaricus species complex (Teleostei: Erythrinidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters, IEF-1076: p.1-18.

ROUBIK, D.W. (1995) Pollination of cultivated plants in the tropics, FAO. Bulletin of Agricultural Services, 118, 1-194

SAKAGAMI, S.F., S. LAROCA & J.S. MOURE. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary Report. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. VI Zool. 16: 253-291

SANTOS, L. M. 2010. Restauração de campos ferruginosos mediante regate de flora e uso de topsoil no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 181p (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais.

SÃO BERNARDO, C.S. & GALETTI, M. 2004 Densidade e tamanho populacional de primatas em fragmentos florestal no sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 21 (4): 827-832.

SÃO PAULO. 2022. A importância dos morcegos para o meio ambiente e para a saúde pública. Disponível em < https://prefeitura.sp.gov.br/web/meio_ambiente/w/umapaz/programacao_mensal/328170#:~:text=Assim%2C%20com%20a%20a%C3%A7%C3%A3o%20dos,estes%20mam%C3%ADferos%2C%20evitando%20seu%20exterm%C3%ADnio>.

SAZIMA, M., BUZATO, S. & SAZIMA, I. 1999. Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic Forest sites in Brazil. Annals of Botany 83: 705-712

SCHNEIDER, D. C. 2009. Quantitative Ecology: Measurement, Models and Scaling. 2nd ed.ed. London, England: Academic Press. E-book. Disponível em: http://www.amazon.com/Quantitative-Ecology-Second-EditionMeasurement/dp/0126278652.

SEBBEN, A. 2009. Microdissecção fisiológica a fresco: uma nova visão sobre a anatomia de anfíbios e répteis. In: Herpetologia do Brasil II (Nascimento, L.B. & Oliveira, M.E. eds). Sociedade Brasileira de Herpetologia. p. 311-325.

SEGALLA, M. V. et al. 2021. List of amphibians of Brazil. Herpetologia Brasileira, v. 10, n. 3, p. 121–216.

SEGALLA, M.V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G.; GARCIA, P.C.A.; GRANT, T.; HADDAD, C.F.B.; LOURENÇO, A.C.C.; MÂNGIA, S.; MOTT, T.; NASCIMENTO, L.B.; TOLEDO, L.F.; WERNECK, F.P.; LANGONE, J.A. 2021. Brazilian Amphibians: List of Species. Herpetologia Brasileira, 10: 121–216.

SHANNON, C. E., WEAVER, W. The mathematical theory of communication. University of Illinois press. 125p., 1949.

SHIELDS, Oakley. World numbers of butterflies. Journal of the Lepidopterists' Society, v. 43, n. 3, p. 178-183, 1989.

SICK, H. 1997. Ornitologia Brasileira, edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

SILVA, J.M.C. 1995 Bird of the Cerrado region, South America. Steenstrupia 21:69-92.

SILVA, A.R.M.; SANTOS, G.B. RATTON, T., 2006. Fish community structure of Juramento reservoir, São Francisco River basin, Minas Gerais, Brazil.. Revista Brasileira de Zoologia, 23 (3): p.832-840.

SILVA, J. M. C. 2008. Cadeia do Espinhaço: avaliação do conhecimento científico e prioridades de conservação. Santos, Is ed. Belo Horizonte, MG: Megadiversidade, 2008. v. 4

SILVA, H.P.; PETRY, A.C.; SILVA, C.J. 2010. Fish communities of the Pantanal wetland in Brazil: evaluating the effects of the upper Paraguay river flood pulse on baía Caiçara fish fauna. Aquatic Ecology. 44 (1), 275-288.

SILVANO, D.L. & SEGALLA, M.V. Conservação de anfíbios no Brasil. Megadiversidade 1(1):79-86, 2005.

SILVANO D.L.S. & PIMENTA, B.V.S. 2003. Diversidade e distribuição de anfíbios anuros na Mata Atlântica no sul da Bahia. In: P.I. PRADO, E.C. LANDAU, R.T. MOURA, L. PINTO, P.S. FONSECA & G.A.B. ALGER (Orgs.). Corredor de biodiversidade na Mata Atlântica do Sul da Bahia. IESB/CI/CABS/UFMG/ UNICAMP

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas Brasileiras – Sistemática e Identificação. Belo Horizonte: 253p. 2002

SILVEIRA, A.L., SALLES, R.O.L. & PONTES, R.C. Primeiro registro de Rhinella pombali e novos registros de R. crucifer e R. ornata no estado do Rio de Janeiro, Brasil (Amphibia, Anura, Bufonidae). Biotemas. 22(4): 231-235, 2009

SILVEIRA, F. A. O. et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. Plant and Soil, v.403, n.1-2, p.129-152, 2016

SILVEIRA, A. L. et al. 2019. Anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico. Belo Horizonte: Editora Rupestre.

SINCLAIR, A. R. E. Mammal Population Regulation, Keystone Processes and Ecosystem Dynamics. Philosophical Transactions: Biological Sciences, v. 358, n. 1438, oct. 29, p. 1729-1740. 2003.

SISEMA (2018) Zoneamento da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (RBSE). Disponívelem:https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2c817aa1-80f7-4472-81bb-b1199d810be7

SMITH, W.S.; PETRERE JR., M. & BARRELLA, W. 2003. The fish fauna in tropical rivers: The case of the Sorocaba river basin, SP, Brazil. Revista de Biologia Tropical 51(3):769-782.

SOMENZARI, M; AMARAL, P.P; CUETO, V.R; GUARALDO, A; JAHN, A.E; LIMA, D.M; LIMA, P.C; LUGARINI, C; MACHADO, C.G; MARTINEZ, J; NASCIMENTO, J.L.X; PACHECO, J.F; PALUDO, D; PRESTES, N.P; SERAFINI, P.P; SILVEIRA, L.F; SOUSA, A.E.B; SOUSA, N.A; SOUZA, M.A; TELINO-JÚNIOR, W.R; & WHITNEY, B.M. 2018. An overview of migratory birds in Brazil. Pap. Avulsos Zool., 2018; v.58: 66p

SOUSA, M. 2013. Transmissão da Raiva por Sagui (Callithrix jacchus) no Estado do Ceará, Brasil.: Uma Revisão. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal: RBHSA, v. 7, n. 2, p. 270-287

SPARROW, H.R., SISK, T.D., EHRLICH, P.R. & MURPHY, D.D. 1993. Techniques and guidelines for monitoring neotropical butterflies. Conservation Biology, 8(3):800-809.

SPITZER, K.; JAROS, J.; HAVELKA, J.; LEPS, J. 1997. Effect of small-scale disturbance on butterfly communities of an Indochinese montane rainforest. Biological Conservation 80: 9–15.

SQUINZANI, L.I., PIANA, P.A. & BROCARDO, C.R. Does seed dispersal mode matter?. Plant Ecol 223, 643–657 (2022). https://doi.org/10.1007/s11258-022-01238-5

SRBEK-ARAUJO, A.C. & A.G. CHIARELLO. Is camera-trappingan efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology 21 (1): 121-125, 2007

STOTZ, D.F., FITZPATRICK, J.W., PARKER III, T.A. & MOSCOVITS, D.K. 1996. Neotropical Birds Ecology and Conservation. University of Chicago Press, Chicago. 478 p.

TABARELLI, M. 1998. Dois Irmãos: O desafio da conservação biológica em um fragmento de Floresta Tropical. In MACHADO, I.C. et al (Eds) Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana Recife – Pernambuco – Brasil, PP. 311-324

TAVARES, V.C.; PALMUTI, C.F.S.; GREGORIN, R.; DORNAS, T.T. 2012. Quirópteros. In: Martins et al. (Org.). Fauna da Floresta Nacional de Carajás: Estudos sobre vertebrados Terrestres. São Paulo: Nitro Imagens. p. 163-179.

TEIXEIRA, W. A.; LEMOS FILHO, J. P. DE. 2013. A flórula rupestre do Pico de Itabirito, Minas Gerais, Brasil: lista das plantas vasculares. Boletim de Botânica, v. 31, n. 2, p. 199

TOMLINSON, L.S. 2002. Passeriformes (Perching Birds). In: Hutchins, M.; Jackson, J.A.; Bock, W.J.; Olendorf, D. (eds.). Grzimek's Animal Life Encyclopedia vol 10 - Birds. FARMING HILLS, MI, GALE Group.neglected conservation priority. Plant and Soil, v. 403, n. 1–2, p. 129–152, 2016

TORRES, J. M., DOS ANJOS, E.A.C., & FERREIRA, C. M. M. 2018. Frugivoria por morcegos filostomídeos (Chiroptera, Phyllostomidae) em dois remanescentes urbanos de cerrado em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Iheringia Série Zoologia. 108. 1-7.

TORRES, P.F. (2012) Uso de ambientes por anfíbios anuros em seis parques urbanos de Belo Horizonte, Minas Gerais. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, MG TOYAMA, 2017

TOZETTI, A. M. et al. 2010 Répteis. In: MONTEIRO-FILHO, E. L. de A.; CONTE, C. E. (org.). Revisões em Zoologia - Mata Atlântica. Curitiba: Editora UFPR, 2018. p. 315–364. E-book. Disponível em: www.editora.ufpr.br

TRACTEBEL. 2024. Estudo de Impacto Ambiental: rodoanel metropolitano de Belo Horizonte. Belo Horizonte, MG.

TREVELIN, L.C. 2007 Recolonização de uma área restaurada por morcegos da família Phyllostomidae: Padrões de Diversidade e uso do espaço. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São Paulo, SP.

UETZ, P. et al. The Reptile Database. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: http://www.reptiledatabase.org. VALE S.A. Banco de dados de Biodiversidade. [S. l.: s. n.]. VALE. Disponível em < https://vale.com/pt/w/vale-abre-edital-para-reali

UNESCO. The Biosphere: A Scientific Basis for Resource Management and Conservation. Paris, France: UNESCO, 1970.

VALE S. A. / ARCADIS. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) - Diagnóstico Ambiental - Meio Biótico - Fauna terrestre e Comunidades Hidrobiológicas- Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I, Brumadinho/MG. 135 p., 2023.

VALE S. A. / BIOMA. Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Reaproveitamento de Bens Minerais, Mina de Fábrica, Ouro Preto e Congonhas, MG. Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico., volume III, Nova Lima, Minas Gerais, 2023.

VALE S. A. / CLAM. Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Estrutura de Contenção a Jusante (ECJ) - Barragem Forquilhas e Grupo - Mina De Fábrica, Município de Itabirito, Minas Gerais, vIII, 133p, 2022.

VALE S.A / ARCADIS. Relatório consolidado do Programa de Monitoramento da Ictiofauna - Dragagem (Plano de Controle Ambiental das Obras Emergenciais). Julho, 2022.

VASCONCELOS, T. S.; ROSSA-FERES, D. C. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia) em região de cerrado do noroeste paulista, sudeste do Brasil. Biota Neotropica, v. 5, n. 2, p. 1–14, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bn/a/63T4ZfgpNpNr8zg7nYh34ZM/?lang=pt. Acesso em: 23 maio 2025.

VAN SLUYS, M.; C.F.D. ROCHA; D. VRCIBRADIC; C.A.B. GALDINO & A.F. FONTES. 2004. Diet, activity and microhabitat use of two syntopic Tropidurus species (Lacertilia: Tropiduridae) in Minas Gerais, Brazil. Journal of Herpetology 38: 606-611.

VAZ-SILVA, W., MACIEL, N.M., NOMURA, F., MORAIS, A.R., BATISTA, V.G., SANTOS, D.L., ANDRADE, S.P., OLIVEIRA, A.Â.B., BRANDÃO, R.a., BASTOS, R.P. Guia de identificação das espécies de anfíbios (Anura e Gymnophiona) do estado de Goiás e do Distrito Federal, Brasil Central. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2020.

VIEIRA, F.; SANTOS, G.B.; ALVES, C.B.M. 2005. A ictiofauna do Parque Nacional da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil) e áreas adjacente. Lundiana, 6: p.77-87.

VIEIRA, F. et al. Peixes do Quadrilátero Ferrífero: Guia de identificação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2015VITT, L.M. & CALDWELL, J.P. 2014 Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. 4 ed. Academic Press, 776pp

VIRTUAL ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE. 2018. Estudo de Impacto Ambiental: loteamento do solo urbano, exceto distritos industriais e similares. Nova Lima, MG.

VITT, L. J. et al. 1990 Amphibians as harbingers of decay. BioScience, v. 40, n. 6, p. 418.

VOSS, R.S. AND JANSA, S.A. 2009. Phylogenetic relationships and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of New World metatherian mammals. Bulletin of the American Museum of Natural History, 322:1-177.

VOTIER, S.C.; SHERLEY, R.B. Seabirds. Current Biology. v.27, p. 448-450, 2017.

WARREN, A. D. et al. 2023. Illustrated Lists of American Butterflies. [S. l.]

WATSON, G.F.; DAVIES, M.; TYLER, M. J. 1995. Observations on temporary waters in northwestern Australia. Hydrobiologia 299: 53-73WIKIAVES 2024 Observação de aves e ciência cidadã para todos. Disponível em: https://www.wikiaves.com.br/index.php

WILLIS, E.O. & ONIKI, Y. 2002. Birds of a central São Paulo woodlot: 1. Censuses 1982-2000. Brazilian Journal of Biology, 62:197-210

WILSON, D.E., ASCORRA, C.F., SOLARI, S. Bats as indicators of habitat disturbance. In: Wilson Don E. SA, organizador. Manu: the biodiversity of southeastern Peru. Washington, D.C: Smithsonian Institution; 1997. p. 613-26

YOUNG, D.G. & DUNCAN, M.A. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of Lutzomyia sand flies in the Mexico, the West Indies, Central and the South America (Diptera:Psychodidae). Mem. Am. Entomol. Inst. 54, 881p

ZACCA, T. et al. 2018 Systematics of the butterfly genus Cissia Doubleday, 1848 (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) using an integrative approach. Arthropod Systematics and Phylogeny, v. 76, n. 2, p. 349–376, 2018.

DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

AGÊNCIA MINAS. DER-MG libera o tráfego no km 15 da MG-030, em Nova Lima. Disponível em: https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/der-mg-libera-o-trafego-no-km-15-da-mg-030-em-nova-lima. Acesso em: 17 abr. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). Dados de telecomunicações 2024. Brasília: Anatel, 2024. Disponível em: https://informacoes.anatel.gov.br/paineis. Acesso em: 15 dez. 24.

AGÊNCIA RMBH – REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE. Diagnóstico Consolidado – Etapa 1 (Revisão 1). 2023. Disponível em: https://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2023/04/P3_Consolidacao-Etapa-1_Diagnostico_Rev1-1.pdf. Acesso em: abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO DOS CARROCEIROS E CARROCEIRAS UNIDOS(AS) DE BELO HORIZONTE E REGIÃO METROPOLITANA (ACCBM). Protocolo Comunitário de Consulta Prévia, Livre, Informada, de Consentimento e Veto da Comunidade Tradicional Carroceira de Belo Horizonte e Região Metropolitana. Belo Horizonte: ACCBM, set. 2022. Disponível em: https://observatorio.direitosocioambiental.org/wp-content/uploads/2022/11/Protocolo_Comunidade-Carroceira_RMBH_1.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

BELO HORIZONTE. Prefeituras de BH e Nova Lima anunciam obras para melhoria do trânsito. Belo Horizonte: PBH, 2024. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeituras-de-bh-e-nova-lima-anunciam-obras-para-melhoria-do-transito. Acesso em: 17 abr. 2025.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 25 fev. 25.

BRASIL. Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 nov. 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm. Acesso em: 15 dez. 24.

BRASIL. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 fev. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRASIL. Decreto nº 9.311, de 15 de março de 2018. Regulamenta o Programa Nacional de Reforma Agrária e dispõe sobre a titulação de lotes em assentamentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 mar. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9311.htm. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras

providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 26 fev. 25.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2007/l11445.htm. Acesso em: 21 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 15 dez. 24.

BRASIL. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 jul. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13465.htm. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 set. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm. Acesso em: 15 dez. 24.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 60, de 10 de março de 2015. Estabelece diretrizes para a implementação da Política Nacional de Participação Social. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 mar. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/portaria/interministerial/portaria-60.htm. Acesso em: 15 dez. 24.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 mar. 2015. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-

z/m/malaria/legislacao/portaria-interministerial-no-60-2015/view. Acesso em: 28 mar. 2025.

CEDEFES – Centro de Documentação Eloy Ferreira da Silva. MPF/MG: Justiça garante integralidade de território quilombola em bairro de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Cedefes, 25 set. 2017. Disponível em: https://www.cedefes.org.br/mpfmg-justica-garante-integralidade-de-territorio-quilombola-em-bairro-de-belo-horizonte/. Acesso em: 3 jun. 2025.

CEDEFES. Comunidade Tradicional Carroceira. 2023. Disponível em: https://www.cedefes.org.br/comunidade-tradicional-carroceira/. Acesso em: 3 jun. 2025.

CEDEFES; MOVIMENTO NACIONAL DOS CARROCEIROS. Protocolo Comunitário da Comunidade Carroceira da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: CEDEFES, 2022. Disponível em: https://observatorio.direitosocioambiental.org/wp-content/uploads/2022/11/Protocolo_Comunidade-Carroceira_RMBH_1.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH Rio das Velhas). Quilombo Mangueiras e a luta pela preservação de seu território na bacia do Rio das Velhas. Disponível em: https://cbhvelhas.org.br/noticias-internas/quilombo-mangueiras-e-a-luta-pela-preservacao-de-seu-territorio-na-bacia-do-rio-das-velhas/. Acesso em: 7 abr. 2025.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. Subcomitê de Bacia Hidrográfica Águas da Moeda. Disponível em: https://cbhvelhas.org.br/subcomite-de-bacia-hidrografica-aguas-da-moeda/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: abr. 2025.

CONEXÃO MINERAL. Os 300 anos de Minas Gerais. Disponível em: https://www.conexaomineral.com.br/noticia/1818/os-300-anos-de-minas-gerais.html. Acesso em: abr. 2025.

DATASUS. Dados do SISNET. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/. Acesso em: 15 dez. 24.

DEFESA CIVIL DE MINAS GERAIS. Plano de Segurança de Barragens. 2019. Disponível em: https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/workshop_barragem2019/plano_seguranca_barragens_03.05.19.pdf. Acesso em: 27 dez. 2024.

DINIZ, Gabriela Lima; ALVIM, Ana Márcia Moreira. Mobilidade pendular e migração na metrópole: proposta metodológica aplicada à Região Metropolitana de Belo Horizonte. Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 22, n. 84, p. 154-168, dez. 2021

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES (FCP). Comunidades Remanescentes de Quilombos certificadas até 03 de junho de 2024. Brasília: Fundação Cultural Palmares, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/palmares/pt-br/midias/arquivos-menu-departamentos/dpa/comunidades-certificadas/crqs-certificadas-03-06-2024.pdf. Acesso em: 6 abr. 2025.

FUNDAÇÃO GORCEIX. Plano Diretor Participativo de Nova Lima. Disponível em: https://planodiretornl.gorceix.org.br/o-plano-diretor. Acesso em: abr. 2025.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). IMRS - Perfil Municipal. Disponível em: https://imrs.fjp.mg.gov.br/Perfil. Acesso em: 12 dez. 2024

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Perfil socioeconômico da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: FJP, 2021. Disponível em: https://www.fjp.mg.gov.br. Acesso em: 17 abr. 2025.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). [MG] Comunidade Quilombola dos Luízes luta para garantir a titulação de seu território tradicional. Mapa de Conflitos envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil, 2023. Disponível em: https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/mg-comunidade-quilombola-dos-luizes-luta-para-garantir-a-titulacao-de-seu-territorio-tradicional/. Acesso em: 7 abr. 2025.

ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade. Quem somos. 2024. Disponível em: https://iclei.org/pt/who-we-are/. Acesso em: 17 abr. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2022. Indicadores. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/indicadores.html. Acesso em: 05 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 15 dez. 24.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/55287/ca2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 5 abr. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 15 dez. 24.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Histórico do município de Belo Horizonte. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/historico. Acesso em: 25 fev. 25.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Histórico do município de Nova Lima. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/nova-lima/historico. Acesso em: fevereiro de 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil 2016-2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/monitoramento_cobertura_uso_terra/v1/pdf/Relatorio_MONITORAMENTO_16_18.pdf. Acesso em: 5 abr. 2025.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Congonhas e seu patrimônio histórico. IPHAN, [s.d.]. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/370. Acesso em: 6 fev. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Acervo Fundiário. Disponível em: https://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php. Acesso em: 7 abr. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). INCRA passa a coordenar licenciamento ambiental em áreas quilombolas. Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/noticias/incra-passa-a-coordenar-licenciamento-ambiental-em-areas-quilombolas. Acesso em: 26 dez. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Instrução Normativa INCRA Nº 111, de 22 de dezembro de 2021. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-incra-n-111-de-22-de-dezembro-de-2021-369753970. Acesso em: 24 fev. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Instrução Normativa nº 111, de 22 de dezembro de 2021. Dispõe sobre os procedimentos administrativos a serem observados pelo INCRA nos processos de licenciamento ambiental de obras, atividades ou empreendimentos que impactem terras quilombolas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2021. Disponível em:

https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/noticias/nova-normativa-orienta-sobre-licenciamento-ambiental-em-areas-quilombolas. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Manual de Regularização de Territórios Quilombolas. Brasília, DF: INCRA, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/quilombolas/manual-de-regularizacao-de-territorios-quilombolas. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Perguntas e respostas sobre governança fundiária. INCRA. 2017. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/perguntas_respostas.pdf. Acesso em: 03 de fevereiro de 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Portaria nº 98, de 26 de novembro de 2007. Estabelece procedimentos para a regularização fundiária das comunidades quilombolas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 nov. 2007. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/quilombolas. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Relatório de Gestão: exercício 2017. Brasília, DF: INCRA, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/acesso-a-informacao/auditorias/RG_2017_Incra_Sede.pdf. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Dados educacionais 2024. Brasília: INEP, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br. Acesso em: 15 dez. 24.

IPEA. Mapa das Organizações da Sociedade Civil. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2024. Disponível em: https://mapaosc.ipea.gov.br/. Acesso em: 03 fev. 2025.

JANUZZI, Paulo de Martino. Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações. Campinas: Alínea, 2012.

JORNAL BELVEDERE. Promessa de décadas, obra da estrada ligando Nova Lima a Sabará dará mais mobilidade aos nova-limenses. Disponível em: https://www.jornalbelvedere.com.br/promessa-de-decadas-obra-da-estrada-ligando-nova-lima-a-sabara-dara-mais-mobilidade-aos-nova-limenses/. Acesso em: 17 abr. 2025.

MADEIRA, Dhenis Cruz; FERREIRA, Estefany Aparecida Soare; SANTOS, Taís Silva dos. Segregação espacial e vida em condomínio: contextos e realidades na região metropolitana de Belo Horizonte/MG. Conecte-se, Belo Horizonte, v. 6, n. 12, p. 123-146, 2022. Disponível em: https://periodicos.pucminas.br/conecte-se/article/download/28644/20349/110405.

MAGALHÃES, Alex Ferreira et al. Planos diretores dos municípios fluminenses: do “ter ou não ter” à avaliação de experiências. Revista Cadernos de Desenvolvimento Fluminense, n. 13, p. 1-18, 2018. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/cdf/article/view/37022. Acesso em: 26 fev. 25.

MAPA DE CONFLITOS ENVOLVENDO INJUSTIÇAS AMBIENTAIS E SAÚDE NO BRASIL. MG – Comunidade Quilombola dos Luízes luta para garantir a titulação de seu território tradicional. ENSP/Fiocruz, 2023. Disponível em: https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/mg-comunidade-quilombola-dos-luizes-luta-para-garantir-a-titulacao-de-seu-territorio-tradicional/. Acesso em: 3 jun. 2025.

MAPBIOMAS. Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org. Acesso em: 5 abr. 2025.

MENEGALE, Maria Beatriz de Castro Silva. A transformação territorial de um município de tradição mineradora: estudo de caso sobre a recente ocupação do norte de Nova Lima, circundante à Mata do Jambeiro. 2002. 185 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9C6HY8.

MINAS GERAIS. Comunidades tradicionais certificadas pela Comissão Estadual para o Desenvolvimento Sustentável de Povos e Comunidades Tradicionais – CEPCT-MG. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social de Minas Gerais, 2023. Disponível em: https://social.mg.gov.br/images/Docs2023/Comunidades_Tradicionais_Certificadas.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.893, de 11 de setembro de 2024. Dispõe sobre a Consulta Livre, Prévia e Informada. Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 12 set. 2024.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.986, de 30 de janeiro de 2025. Revoga o Decreto nº 48.893/2024. Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 30 jan. 2025.

MINAS GERAIS. Lei nº 21.147, de 13 de janeiro de 2014. Institui a Política Estadual para o Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Diário do Executivo: seção 1, Belo Horizonte, MG, ano 24, n. 9, p. 1, 14 jan. 2014.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. MPF/MG: Ciganos Calon conseguem reconhecimento territorial em Nova Lima. 2018. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/noticias-mg/mpf-mg-ciganos-calon-conseguem-reconhecimento-territorial-em-nova-lima. Acesso em: 3 jun. 2025.

MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS. Quem somos. MAB. Disponível em: https://mab.org.br/quem-somos/. Acesso em: 29 jan. 2025.

NOVA LIMA (Município). Lei Ordinária nº 3.123, de 2024. Dispõe sobre a criação do Programa Municipal de Prevenção e Combate ao Mosquito Aedes aegypti, transmissor da Dengue, Zika vírus e Chikungunya, e dá outras providências. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/mg/n/nova-lima/lei-ordinaria/2024/313/3123/lei-ordinaria-n-3123-2024-dispoe-sobre-a-criacao-do-programa-municipal-de-prevencao-e-combate-ao-mosquito-aedes-aegypti-transmissor-da-dengue-zika-virus-e-chikungunha-e-da-outras-. Acesso em: abr. 2025.

NOVA LIMA. Câmara Municipal. Lei nº 2.653, de 27 de setembro de 2018. Autoriza o desmembramento e doação de terreno à comunidade cigana Calon. Nova Lima, MG, 2018. Disponível em: https://cmnovalima.mg.gov.br/processo-legislativo/arquivos/8bea7bc94e5451c2d802dea175457504.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

NOVA LIMA. Decreto nº 11.922, de 2021. Dispõe sobre a organização da Secretaria Municipal de Educação, regulamentando o artigo 25 da Lei Municipal nº 2.885, de 20 de dezembro de 2021. Nova Lima, MG, 2021. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/mg/n/nova-lima/decreto/2021/1193/11922/. Acesso em: 25 mar. 25.

NOVA LIMA. História de Nova Lima. Disponível em: https://novalima.mg.gov.br/historia. Acesso em: 25 fev. 25.

NOVA LIMA. Lei nº 2.739, de 09 de dezembro de 2019. Estabelece normas gerais e procedimentos para parcelamentos urbanos de interesse social. Nova Lima: Prefeitura Municipal de Nova Lima, 2019. Disponível em: https://www.novalima.mg.gov.br. Acesso em: 17 abr. 2025.

NOVA LIMA. Pavimentação da estrada Nova Lima - Sabará: menos tempo de viagem, mais segurança. Nova Lima: Prefeitura Municipal, 2023. Disponível em: https://novalima.mg.gov.br/inicio/noticias/pavimentacao_da_estrada_nova_lima_sabara_menos_tempo_de_viagem_mais_seguranca. Acesso em: 17 abr. 2025.

OPENSIGNAL. Mobile Network Experience – Brazil – January 2024. Disponível em: https://www.opensignal.com/pt-br/reports/2024/01/brazil/mobile-network-experience. Acesso em: 6 maio 2025.

PIRES, Claudia Teresa Pereira. Evolução do processo de ocupação urbana do município de Nova Lima: um enfoque sobre a estrutura fundiária e a produção de loteamentos. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/IGCC-9CAFZL.

PNUD Brasil; Ipea; Fundação João Pinheiro. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Brasília: PNUD Brasil, 2013. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/categoria-projetos-e-estatisticas/9941-atlas-do-desenvolvimento-humano-no-brasil.

POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS. Endereços e contatos das unidades. Disponível em: https://www.policiamilitar.mg.gov.br/enderecos. Acesso em: 27 dez. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA LIMA. Programa Nova Lima Integrada: conheça as soluções de mobilidade e trânsito propostas para a cidade. Disponível em: https://novalima.mg.gov.br/inicio/noticias/programa_nova_lima_integrada_conheca_as_solucoes_de_mobilidade_e_transito_propostas_para_a_cidade. Acesso em: abr. 2025.

RAMOS, Vladimir Diniz Vieira. Caracterização e análise da dinâmica de mudanças da ocupação do município de Nova Lima como apoio a estudos preditivos de transformação espacial. 2012. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/IGCC-9D9LCT.

ROLNIK, Raquel et al. Guia para elaboração de diagnóstico socioespacial participativo. São Paulo: Pólis, 2015.

SANTANA, Carlos. Impactos do aumento da circulação urbana. Revista de Transportes, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2019.

SECRETARIA NACIONAL DE TRÂNSITO (SENATRAN). Dados estatísticos. Brasília: SENATRAN, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br. Acesso em: 15 dez. 24.

SILVA, Daniel Nogueira da; et al. O impacto econômico da COVID-19 em Minas Gerais: uma análise das microrregiões de saúde nos dez primeiros meses da pandemia. In: SEMINÁRIO DE DIAMANTINA, 20., 2024, Diamantina. Anais... Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 2024. Disponível em: https://diamantina.cedeplar.ufmg.br/2024/wp-content/uploads/2024/06/Trabalhos-Aprovados-S.Tematicas-Economia.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.

SILVA, Marco Aurélio da; MELLO, Felipe Braga. Ciganos como povos e comunidades tradicionais: reconhecimento e direitos territoriais. Civitas: Revista de Ciências Sociais, Porto Alegre, v. 23, p. 1-12, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/civitas/a/LKSZHjkwbKtqRggdPBJznDx/. Acesso em: 3 jun. 2025.

SOUZA, Clarisse. Comunidade cigana conquista posse de terreno em Nova Lima. O Tempo, Belo Horizonte, 29 out. 2018. Disponível em: https://www.otempo.com.br/cidades/comunidade-cigana-conquista-posse-de-terreno-em-nova-lima-1.2060957. Acesso em: 3 jun. 2025.

SOUZA, Renata Guimarães Vieira de. A expansão urbana da região metropolitana de Belo Horizonte e suas implicações para a redistribuição espacial da população: o caso do município de Nova Lima – 1991-2000. 2005. 159 f. Dissertação (Mestrado em Demografia) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MCCR-6W9P3T.

UFMG/CEDEPLAR. Texto para Discussão nº 525: Mercado de trabalho e mobilidade pendular na RMBH. Belo Horizonte, 2015. 24 f. ISSN 2318-2377.

VIA OURO COLETIVOS. Horários de ônibus. Disponível em: https://www.viaourocoletivos.com.br/horarios/index.html. Acesso em: abr. 2025.

15. EQUIPE TÉCNICA

A seguir é apresentada a equipe técnica multidisciplinar responsável pela elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.

No **ANEXO 15-1**, são apresentadas as Anotações de Responsabilidade Técnica - ART dos responsáveis técnicos e/ou os Certificados de Regularidade no Cadastro Técnico Federal do IBAMA - CTF da equipe técnica que elaborou o EIA/RIMA.

Quadro 15-1 - Responsável Técnico Concremat.

Nome do Profissional	Formação	Registro no Conselho	ART
Maria Josefina Reyna Kurtz	Bióloga	CRBio 4 - 106000/04-S	20251000114765

Quadro 15-2 - Equipe Técnica responsável pela elaboração do EIA/RIMA.

Nome do Profissional	Função	ART	CTF
Maria Josefina Reyna Kurtz	Coordenação Geral	20251000114765	899658
Renata Bartolette de Araujo	Coordenação - Meio Biótico	20251000115273	2033761
Milton Pereira Dias Junior	Consultor Ambiental – Meio Físico	MG20254140010	4472766
Álvaro de Freitas Viana	Consultor Ambiental - Físico - Geotecnia	2020250176232	354209
Breno Faria Simões	Consultor Ambiental - Meio Biótico - Flora	MG20254271324	7878772
Aline Viana de Sousa	Coordenação - Meio Socioeconômico	-	5910991
Cristiane Castañeda	Caracterização do Empreendimento, Análise Integrada, Prognóstico, Revisão Geral	MG20254275868	4330144
Filipi Rodrigues dos Santos	Analista Ambiental - Geoprocessamento	2020250253361	6893215
Fernando Jose Gallo Frigo	Geólogo – Diagnóstico espeleológico	MG20243248147	5620507

Quadro 15-3 - Equipe de apoio à elaboração do EIA/RIMA.

Nome do Profissional	Função	CTF
Daniela Johana Pereira Sittrop	Apoio técnico Coordenação	2142943
Ricardo Furtado e Silva	Gerente Técnico	2224861
Benoit Lagore	Analista Ambiental - Geoprocessamento	2694830
Clara Maia Bevilaqua Contursi	Analista Ambiental – Análise de Alternativas	7502126
Thais Lima Verde Monteiro	Analista Ambiental – Meio Físico	6319665
José Jonas Silva da Costa	Analista Ambiental - Meio Físico	8092024
Luciana Seixas Fernandes	Analista Ambiental - Meio Físico	207479
Mickael Viana Machado	Analista Meio Biótico – Flora (revisão)	5166697
Marco Aurelio Ferreira da Silva	Analista Ambiental - Meio Biótico - Fauna	5146188
Rayssa dos Santos Nitzsche	Analista Ambiental - Meio Biótico – Fauna (apoio técnico)	8741924
Paula Regina Batista Ramos	Analista Ambiental - Meio Socioeconômico	6424358
Eduardo de Almeida Menezes	Consultor Ambiental - Meio Socioeconômico	329211
Daniel de Berrêdo Viana	Analista Ambiental - Avaliação de Impactos	2401546
Isabela Fernandes Travassos	Analista Ambiental – Meio Biótico	8516899