



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA – VOLUME II

**OBRA EMERGENCIAL PARA ADEQUAÇÃO DA BACIA DE DISSIPAÇÃO DO
SISTEMA EXTRAVASOR DA BARRAGEM TIMBOPEBA**

VALE S.A.

CL-HC-2279-00

SETEMBRO DE 2025



ÍNDICE

7	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS RELACIONADOS A SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA	6
8	PASSIVOS AMBIENTAIS	8
9	AValiação DE IMPACTOS	9
9.1.	METODOLOGIA	9
9.2.	AValiação DE IMPACTOS AMBIENTAIS	14
9.3.	DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	17
9.3.1.	IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO FÍSICO	17
9.3.1.1.	Alteração da qualidade das águas superficiais	19
9.3.1.2.	Alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea	21
9.3.1.3.	Alteração dos níveis de pressão sonora	22
9.3.1.4.	Alteração da qualidade do ar	23
9.3.1.5.	Alteração da qualidade do solo	25
9.3.2.	IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO BIÓTICO - FAUNA	26
9.3.2.1.	Afugentamento de Fauna	29
9.3.2.2.	Alteração da composição e estruturas das Comunidades Terrestre	29
9.3.2.3.	Perda de Habitat	31
9.3.2.4.	Perda de Indivíduos da Fauna	32
9.3.2.5.	Retorno das Espécies da Fauna	33
9.3.3.	IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO BIÓTICO - FLORA	34
9.3.3.1.	Perda de Indivíduos da Flora	36
9.3.3.2.	Redução da Cobertura Vegetal	37
9.3.3.3.	Intervenção em Área de Preservação Permanente	38
9.3.3.4.	Interferência em Zona de Amortecimento de UC	39
9.3.3.5.	Redução do Fluxo Gênico em Espécies Vegetais	40
9.3.3.6.	Compactação do Solo	42
9.3.3.7.	Aumento da Incidência de Incêndios Florestais	43
9.3.3.8.	Aumento de Áreas Verdes	44
9.3.4.	IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO SOCIOECONÔMICO	45
9.3.4.1.	Geração de expectativas na população	45
9.3.4.2.	Interferência no cotidiano da população	47
10	ÁREAS DE INFLUÊNCIA	49
10.1.	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO	49
10.1.1.	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID	49
10.1.2.	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AI	49
10.2.	ÁREAS DE INFLUÊNCIA – MEIO BIÓTICO	51
10.2.1.	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)	51
10.2.2.	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AI)	51
10.3.	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO SOCIOECONÔMICO	54



10.3.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID	56
10.3.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII	56
11 PROGRAMAS, PLANOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	59
11.1. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO FÍSICO	60
11.1.1. PROGRAMA DE GESTÃO DE OBRAS	60
11.1.1.1. Introdução	60
11.1.1.2. Objetivo	61
11.1.1.3. Público-alvo	61
11.1.1.4. Atendimento a Requisitos Legais	61
11.1.1.5. Metodologia e Descrição das Ações	63
11.1.1.6. Objetivos, Metas e Indicadores	76
11.1.1.7. Acompanhamento e Avaliação	76
11.1.1.8. Cronograma	79
11.1.1.9. Responsável pela Execução	79
11.1.1.10. Inter-Relação com os Demais Programas e Planos	80
11.2. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO BIÓTICO – FLORA	80
11.2.1. PROGRAMA DE RESGATE DE GERMOPLASMA	80
11.2.2. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD)	81
11.2.3. PROGRAMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS	82
11.3. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO BIÓTICO – FAUNA	82
11.3.1. PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DE SUPRESSÃO VEGETAL, AFUGENTAMENTO E EVENTUAL RESGATE DE FAUNA	83
11.4. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO SOCIOECONÔMICO	84
12 PROGNÓSTICO AMBIENTAL	85
13 CONCLUSÃO	88
14 EQUIPE TÉCNICA	89
15 REFERÊNCIAS	90

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 FLUXOGRAMA DA RELAÇÃO ENTRE AÇÕES HUMANAS, ASPECTOS AMBIENTAIS E IMPACTOS AMBIENTAIS.	10
FIGURA 02 COMPOSIÇÃO REFERÊNCIA PARA MAGNITUDE	15
FIGURA 03 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO	50
FIGURA 04 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO BIÓTICO FAUNA E FLORA	53
FIGURA 05 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	55
FIGURA 06 ÁREAS DE INFLUÊNCIA MEIO SOCIOECONÔMICO	58
FIGURA 07 LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	67
FIGURA 08 HIERARQUIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.	69
FIGURA 09 FORMULÁRIO ORIENTATIVO PARA A CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS CONFORME A ABNT 10.004:2004	70
FIGURA 10 CORES PARA SINALIZAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DE RESÍDUOS	71



LISTA DE TABELAS

TABELA 01	PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	10
TABELA 02	CRITÉRIOS COM PESOS ATRIBUÍDOS PARA CÁLCULOS DA AIA	15
TABELA 03	ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS DO MEIO FÍSICO	18
TABELA 04	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	20
TABELA 05	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA DINÂMICA HÍDRICA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA	22
TABELA 06	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA	23
TABELA 07	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO AR ...	25
TABELA 08	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO ..	26
TABELA 09	ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS PARA AS FASES DO EMPREENDIMENTO – MEIO BIÓTICO FAUNA.	28
TABELA 10	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – AFUGENTAMENTO DA FAUNA	29
TABELA 11	AVALIAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – ALTERAÇÃO DA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURAS DAS COMUNIDADES TERRESTRES	30
TABELA 12	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – PERDA DE HABITAT.....	32
TABELA 13	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – PERDA DE INDÍDUOS DA FAUNA.....	33
TABELA 14	AVALIAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – RETORNO DAS ESPÉCIES DA FAUNA. .	34
TABELA 15	ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS PARA AS FASES DO EMPREENDIMENTO – MEIO BIÓTICO FLORA.	35
TABELA 16	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – PERDA DE INDÍDUOS DA FLORA.	37
TABELA 17	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL – REDUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL.	38
TABELA 18	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – INTERVENÇÃO EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.	39
TABELA 19	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – INTERFERÊNCIA EM ZONA DE AMORTECIMENTO DE UC	40
TABELA 20	AVALIAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – REDUÇÃO DO FLUXO GÊNICO EM ESPÉCIES VEGETAIS	42
TABELA 21	AVALIAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – COMPACTAÇÃO DO SOLO	43
TABELA 22	AVALIAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – AUMENTO DA INCIDÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS.	44
TABELA 23	AVALIAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – AUMENTO DE ÁREAS VERDES.....	45
TABELA 24	IDENTIFICAÇÃO DO IMPACTOS AMBIENTAIS – MEIO SOCIOECONÔMICO	45
TABELA 25	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO DE GERAÇÃO DE EXPECTATIVA NA POPULAÇÃO	47



TABELA 26	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO DE INTERFERÊNCIA NO COTIDIANO DA POPULAÇÃO .	48
TABELA 27	PLANOS, PROGRAMAS E MEDIDAS PARA A MITIGAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS	59
TABELA 28	REQUISITOS E NORMAS APLICÁVEIS PARA A ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE OBRA	61
TABELA 29	AÇÕES A SEREM CONSIDERADAS POR ASPECTO GERADO NAS ATIVIDADES DO PROJETO	64
TABELA 30	ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	66
TABELA 31	CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS CONFORME A ABNT NBR 10.004:2024	70
TABELA 32	MODELO <i>CHECKLIST</i> SUGERIDO PARA MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS.....	76
TABELA 33	PADRÕES E LIMITES LEGAIS ESTABELECIDOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR	77
TABELA 34	ESTRUTURA DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR.....	77
TABELA 35	SÍNTESE DAS INSPEÇÕES E MANUTENÇÕES DOS SISTEMAS DE DRENAGEM E DE CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS.....	79
TABELA 36	CRONOGRAMA DAS AÇÕES PREVISTAS NO PROGRAMA DE GESTÃO DE OBRAS	79
TABELA 37	PLANOS, PROGRAMAS E MEDIDAS PARA A MITIGAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS	84
TABELA 38	PROGNÓSTICO DA IMPLANTAÇÃO DA OBRA EMERGENCIAL DE ADEQUAÇÃO DA BACIA DE DISSIPAÇÃO DA BARRAGEM TIMBOPEBA	86
TABELA 39	EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR.....	89



7 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS RELACIONADOS A SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA

O conceito de serviços ecossistêmicos é fundamental para uma gama de aplicações tanto no sentido de conservação, de apropriação, de gestão e de transformações decorrentes do reconhecimento da sua importância para atividades humanas.

A valoração destes serviços influencia direta e positivamente a sustentabilidade destas atividades (SLOOTWEG & VAN BEUKERING, 2008). Isto, porque em um contexto de informações bem documentadas sobre os serviços ecossistêmicos, a elucidação de seus valores facilita a representação dos três pilares básicos da sustentabilidade: o financeiro, o social e o ambiental (ANDRADE et al., 2010).

Conforme o Art. 2º da Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021 considera-se serviços ecossistêmicos os benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, nas seguintes modalidades:

- 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.

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM), publicada em 2005, também utiliza a mesma classificação citada acima. Entretanto, atualmente, com a iniciativa da Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) e da Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES), são consideradas apenas as categorias de provisão, regulação e



culturais.

Considerando-se as fitofisionomias representadas pela Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e/ou avançado de regeneração natural, que serão alvo da supressão vegetal da intervenção ambiental objeto do presente estudo, os principais serviços ambientais potencialmente impactados pelas intervenções sob a Mata Atlântica, são os serviços de regulação em função da manutenção da biodiversidade local, climática e dos recursos hídricos diagnosticados.

Considerando os serviços como proteção contra processos erosivos, manutenção da dinâmica e da qualidade hídrica superficial, a retirada da vegetação pode incidir em prejuízo direto, uma vez que a exposição dos solos, associada a outros fatores como compactação dos solos e a alteração do regime natural do escoamento superficial alteram as propriedades físicas do solo, influenciam negativamente na capacidade de infiltração e retenção dessas águas, tornando a área mais susceptível ao carreamento de sedimentos e vazões de picos elevadas, no período chuvoso, podendo incidir sobre as drenagens locais, inseridas dentro da área de influência demarcada.

É importante salientar que todos estes serviços ambientais impactados pela intervenção sobre a vegetação nativa são reversíveis, desde que devidamente executadas as ações de mitigação de impactos propostas neste mesmo documento e detalhadas no Programa de Controle Ambiental (PCA).



8 PASSIVOS AMBIENTAIS

De acordo com Sanchez (2001), o termo passivo ambiental se refere ao “acúmulo de danos ambientais que devem ser reparados a fim de que seja mantida a qualidade ambiental de determinado local”. Considerando um contexto de mineração, o passivo ambiental abrange as áreas remanescentes de atividades extrativas e instalações que apresentem risco potencial permanente, atual ou futuro, no que compreende os aspectos socioambientais afetados pela atividade desempenhada (SECOM TCU, 2021).

Na área do projeto não existem fontes potenciais de contaminação mapeada. Sendo assim, não há trabalho de investigação confirmatória na área.

No que se refere ao meio biótico e físico, no âmbito das obras de Adequação na Bacia de Dissipação Barragem Timbopeba, não foram identificados passivos ambientais, visto que não houve danos relacionados ao projeto.



9 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

A avaliação de impactos ambientais assegura que as considerações ambientais sejam tratadas e incorporadas no processo decisório. A partir da definição dos impactos é possível antever, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos nos meios socioeconômico, biótico e físico, bem como potencializar os impactos positivos.

Cabe lembrar o que é considerado impacto ambiental, com base na Resolução CONAMA 001/86, a seguir parcialmente transcrita:

“...qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais...”

Sendo assim, a avaliação dos impactos das intervenções ambientais é baseada na elaboração de matriz de impactos de correlação entre causa e efeito. Na matriz, para cada fase a ser considerada, as ações são identificadas e avaliadas quanto à sua influência nos meios físico, biótico e socioeconômico, e a partir desta avaliação são descritos os impactos gerados.

As interações com o ambiente produzidas pelas etapas da intervenção são analisadas por meio da categorização e da valoração em classes, com base em diferentes critérios determinados pela equipe técnica da Clam Meio Ambiente.

9.1. METODOLOGIA

A metodologia de avaliação de impactos ambientais considera as principais ações humanas (atividades, produtos ou serviços provenientes), que geram aspectos ambientais que, por sua vez, têm o potencial de resultar em impactos ambientais.

Desta forma, antes de apresentar o método de avaliação dos impactos proposto, faz-se necessário uma breve conceituação sobre aspecto ambiental.

De acordo com a NBR ISO 14001:2015, aspecto ambiental é um elemento das atividades, produtos ou serviços que pode interagir com meio ambiente. Não é propriamente o objetivo dessas atividades, mas resulta do processo decorrente delas. Um exemplo disso é a atividade de tráfego de veículos por vias não pavimentadas, que apresenta como aspecto ambiental indissociável a emissão de particulados.

Um aspecto ambiental pode resultar em um impacto ambiental. Um aspecto ambiental significativo pode resultar em impactos ambientais significativos.

No caso do exemplo acima, o impacto ambiental associado ao aspecto “emissão de particulados” seria a alteração da qualidade do ar, conforme ilustrado na Figura 01.

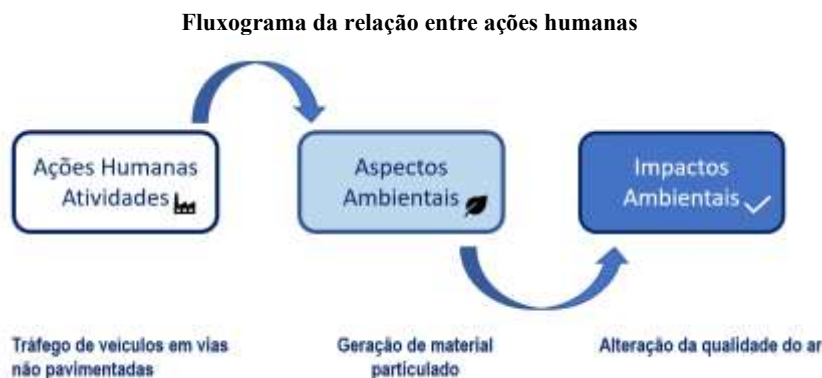


Figura 01 Fluxograma da relação entre ações humanas, aspectos ambientais e impactos ambientais.

Para a Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA), a Clam utiliza uma ferramenta denominada AIAweb, que é uma matriz para levantamento das atividades envolvidas na caracterização das intervenções, aspectos e impactos ambientais associados.

Os impactos são caracterizados de acordo com os critérios da Tabela 01.

Tabela 01 Parâmetros para avaliação e classificação de impactos ambientais

ID	Critérios	Classificação
A	Natureza	Positivo/ Negativo/Duplo Efeito
B	Abrangência	Pontual/Local/Regional
C	Fase de ocorrência	Planejamento/Implantação/Operação/Desativação
D	Incidência	Direto/Indireto
E	Duração	Temporário/Permanente/Cíclico
F	Prazo	Imediato/Médio Prazo/Longo Prazo
G	Reversibilidade	Reversível/Irreversível
H	Ocorrência	Certa/Provável/Improvável
I	Importância	Baixa/Média/Alta
J	Magnitude	Baixa/Média/Alta
K	Cumulatividade	Cumulativo/Não cumulativo

A seguir, são apresentadas as descrições dos critérios utilizados na AIAweb.

9.1.1. Natureza (A)

Avalia-se se o impacto tem reflexos positivos (P) ou negativos (N) sobre o ambiente. Exprime o caráter da alteração causada por determinada ação.

- **Positivo:** impacto cujos efeitos se traduzem em benefícios para melhoria da qualidade ambiental de um ou mais aspectos ambientais considerados;
- **Negativo:** impacto cujos efeitos, mesmo que potenciais, traduzem-se em prejuízo à qualidade ambiental de um ou mais aspectos ambientais considerados;
- **Duplo-efeito:** impacto que pode assumir características positivas e/ou negativas ao mesmo



tempo.

9.1.2. Abrangência (B)

Avalia-se o parâmetro como pontual, local ou regional. Esta definição depende principalmente da característica do aspecto e do impacto analisados, tomando-se como referencial a capacidade de propagação daquele impacto em relação à área geográfica, a partir da Área Diretamente Afetada (ADA). Desta forma, a abrangência foi definida nos seguintes termos:

- **Pontual:** quando o impacto, ou seus efeitos, ocorre(m) ou se manifesta(m) internamente à Área Diretamente Afetada pelo empreendimento/intervenção (ADA);
- **Local:** quando o impacto, ou seus efeitos, ocorre(m) ou se manifesta(m) extrapolando os limites da ADA, mas ainda próximo ao seu entorno, restritos à Área de Influência Direta (AID);
- **Regional:** quando o impacto, ou seus efeitos, se manifesta(m) em áreas que extrapolam a Área de Influência Direta (AID), atingindo também a Área de Influência Indireta (AII).

9.1.3. Fase de Ocorrência (C)

As fases de ocorrência são as etapas sucessivas pelas quais a atividade, intervenção ou empreendimento estão relacionadas.

- **Planejamento:** a fase de planejamento do projeto/intervenção está associada à definição de escopo, criação de requisitos, levantamento de dados e informações (que podem envolver campo), estabelecimento de cronogramas, reconhecimentos de área e monitoramentos, entre outros.
- **Instalação:** é a etapa na qual o projeto/intervenção será efetivamente implantado, sendo que nesta fase, normalmente, entram as atividades de preparação do terreno, abertura de acessos, mobilização de mão de obra e aquisição de insumos e equipamentos.
- **Operação:** a fase de operação representa o funcionamento da atividade propriamente dita, considerando a produção e/ou prestação do serviço (exemplo: mina, indústria, ferrovia, linha de transmissão de energia).
- **Fechamento:** é a fase que se inicia um pouco antes do encerramento das atividades (ou final da produção) e na qual ocorrem a remoção das instalações (ou uso alternativo), a recuperação ambiental e a desmobilização da mão de obra.

9.1.4. Incidência (D)

Avalia se o impacto resulta diretamente de uma ação ou intervenção da implantação.

- **Direto:** o impacto resulta diretamente da ação ou atividade (do empreendedor ou terceiros contratados);



- **Indireto:** o impacto resulta de uma ação, indiretamente, ou se o efeito é indireto. É de segunda ou terceira ordem, a partir do impacto direto. Considera também ações de terceiros facilitadas pela presença do empreendimento (SÁNCHEZ, 2020).

9.1.5. Duração (E)

Este atributo corresponde ao tempo de duração do impacto na área em que se manifesta. Cabe destacar que, dependendo do prazo para que cada fase ocorra, é possível fazer distinção da duração entre as fases.

- **Temporário:** impacto cujos efeitos se manifestam em um intervalo de tempo limitado e conhecido, cessando uma vez eliminada a causa geradora da ação que o provocou;
- **Permanente:** impacto cujos efeitos se estendem além de um horizonte temporal conhecido, mesmo cessando a causa geradora da ação que o provocou;
- **Cíclico:** impacto cujos efeitos se estendem em um horizonte temporal cíclico, mesmo cessando a causa geradora da ação que o provocou.

Um impacto temporário indica que o ambiente tem capacidade de retornar ao seu estado diagnosticado anteriormente às influências do empreendimento. Um impacto permanente indica que o ambiente não retornará às suas características originais em um intervalo de tempo conhecido, não significando, de toda forma, que seja irreversível.

9.1.6. Prazo (F)

Este parâmetro está relacionado ao momento em o que impacto ocorre, tendo como referência o início da fase a que se refere - implantação, operação ou encerramento.

- **Imediato:** impacto cujo efeito se faz sentir imediatamente ou em curto prazo após a geração da ação impactante;
- **Médio prazo:** impacto cujo efeito se faz sentir posterior e gradativamente após a geração da ação impactante;
- **Longo prazo:** impacto cujo efeito ainda se faz sentir decorrido longo tempo após a geração da ação impactante (> um ano).

9.1.7. Reversibilidade (G)

Refere-se à possibilidade de o impacto ser revertido/reduzido ou não, mediante a adoção de medidas preventivas/ mitigadoras ou pela conclusão de etapas.

- **Reversível:** quando é possível reverter a tendência do impacto ou os efeitos decorrentes das atividades do empreendimento, levando-se em conta a aplicação de medidas para sua reparação (no caso de impacto negativo) ou a suspensão da atividade geradora do impacto; considera que, cessada a causa responsável pelo impacto, o meio alterado pode retornar a uma dada situação



de equilíbrio, semelhante àquela que estaria estabelecida, caso o impacto não tivesse ocorrido.

- **Irreversível:** quando, mesmo com a suspensão da atividade geradora do impacto, não é possível reverter a sua tendência ou quando não há medida com capacidade de restauração, seja por limitações técnicas, econômicas ou sociais.

9.1.8. Ocorrência (H)

Parâmetro que indica a probabilidade de o impacto ocorrer em qualquer uma das fases do empreendimento / atividade.

- **Certa (Real):** Indica que, independentemente de qualquer situação, o impacto ocorrerá, pois está intrinsecamente ligado ao aspecto.
- **Provável (Potencial):** Dependendo de uma situação anormal, o impacto é passível de ocorrer em qualquer uma das fases.
- **Improvável:** Necessárias condições anormais de atividades para que exista a chance do impacto ocorrer. Mesmo em condições anormais de atividades, a chance do impacto ocorrer é praticamente nula.

9.1.9. Importância (I)

A importância traduz a significância do aspecto ambiental, considerando as condições descritas no diagnóstico, estudos de modelagens de poluentes, a capacidade suporte do ambiente e os quantitativos de possíveis alterações ou carga de poluente.

- **Baixa:** Nos casos do aspecto e impacto ambientais não apresentarem características de possibilidade de ganhos ou perdas da qualidade ambiental ou de irreversibilidade; e/ou, ainda, considerando uma ocorrência restrita da atividade/empreendimento em relação ao entorno; a alteração é passível de ser percebida ou verificada sem, entretanto, caracterizar ganhos ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado.
- **Média:** Quando o aspecto e impacto ambientais já apresentarem características de ganhos ou perdas da qualidade ambiental com certo grau de irreversibilidade ou sobre um meio com maior grau de conservação; e/ou, ainda, houver possibilidade de reflexo para as adjacências da atividade/empreendimento; a alteração é passível de ser percebida ou verificada, caracterizando ganhos ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado.
- **Alta:** Quando aspecto e impacto ambientais são considerados com características de interferência, como, por exemplo, perda de espécies protegidas ou ameaçadas, comprometimento de abastecimento de água de consumo humano, grau de irreversibilidade e/ou abrangência regional; alteração é passível de ser percebida ou verificada, caracterizando ganhos ou perdas expressivas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se



comparados ao cenário ambiental diagnosticado.

9.1.10. Magnitude (J)

A magnitude é um atributo que qualifica cada um dos impactos identificados, procurando sintetizar sua avaliação. No caso da metodologia utilizada pela CLAM, a magnitude é atribuída e vinculada a outros 4 (quatro) parâmetros (Abrangência, Reversibilidade, Ocorrência e Importância) e é calculada pela ferramenta de análise, sendo um dos resultados da AIA. Como resultado, são atribuídos os seguintes níveis:

- **Alta:** impacto que altera significativamente as características de um determinado aspecto ambiental, podendo comprometer a qualidade do ambiente;
- **Média:** impacto que altera medianamente um determinado aspecto ambiental, podendo comprometer parcialmente a qualidade do ambiente;
- **Baixa:** impacto que pouco altera um determinado aspecto ambiental, sendo seus efeitos sobre a qualidade do ambiente, considerados desprezíveis.

9.1.11. Cumulatividade (K)

A cumulatividade pode assim ser descrita:

- **Cumulativo:** possui características de efeitos de impactos aditivos ou sinérgicos, derivados de outras atividades ou empreendimentos pré-existent ou futuros, percebidos na atividade/empreendimento em análise;
- **Não cumulativo:** não possui características de efeitos de impactos aditivos ou sinérgicos, derivados de outras atividades/empreendimentos, passados ou futuros.

9.1.12. Relevância

A relevância é o resultado do impacto, classificado por meio da ferramenta AIAweb. Para os impactos considerados como “Relevante” ou “Muito Relevante” será dada maior atenção e necessariamente serão propostas ações de mitigação e monitoramento, indicadas na AIA e detalhadas no capítulo específico de Planos e Programas.

9.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

A metodologia de AIA adotada para os Estudos de Impacto Ambiental leva em consideração as características apresentadas para cada impacto identificado.

Para estas avaliações, foi desenvolvida a ferramenta AIAweb, onde é classificada a relevância dos impactos em relação ao conjunto de ações/atividades, para todas as fases e meios considerados. **A avaliação de impactos já considera as medidas de controle ambiental propostas e, portanto, refere-**



se à relevância dos impactos considerados como remanescentes.

Para cada uma das atividades/ações previstas são elencados os aspectos e impactos ambientais correlacionados. Em seguida, os impactos considerados são classificados conforme os 11 (onze) parâmetros descritos anteriormente (“A” até “K”). Com base nestes parâmetros e suas classificações, São Preenchidos Os Itens Da Matriz De Impactos.

Os parâmetros Abrangência (B), Incidência (D), Duração (E), Reversibilidade (G), Ocorrência (H) e Importância (I) recebem atribuições de pesos (Tabela 02), utilizados para a definição da Magnitude e Relevância, conforme detalhado a seguir.

Tabela 02 Critérios com pesos atribuídos para cálculos da AIA

ID	Critérios	Classificação (peso atribuído)
B	Abrangência	Pontual (1) /Local (3) /Regional (5)
D	Incidência	Direto (5) /Indireto (3)
E	Duração	Temporário (1) /Permanente (3) /Cíclico (2)
G	Reversibilidade	Reversível (2) / Irreversível (5)
H	Ocorrência	Certa (1 – 100%) /Provável (0,5 – 50%) / Improvável (0,2 – 20%)
I	Importância	Baixa (1) /Média (3) /Alta (5)

Para definição da Magnitude são utilizados 4 (quatro) parâmetros, (Abrangência “B”, Reversibilidade “G”, Ocorrência “H” e Importância “I”) considerados significativos, retirando, desta forma, certa subjetividade no contexto da avaliação. A multiplicação dos pesos destes parâmetros resulta, portanto, em um valor que serve de base para enquadrar a Magnitude (Figura 02).

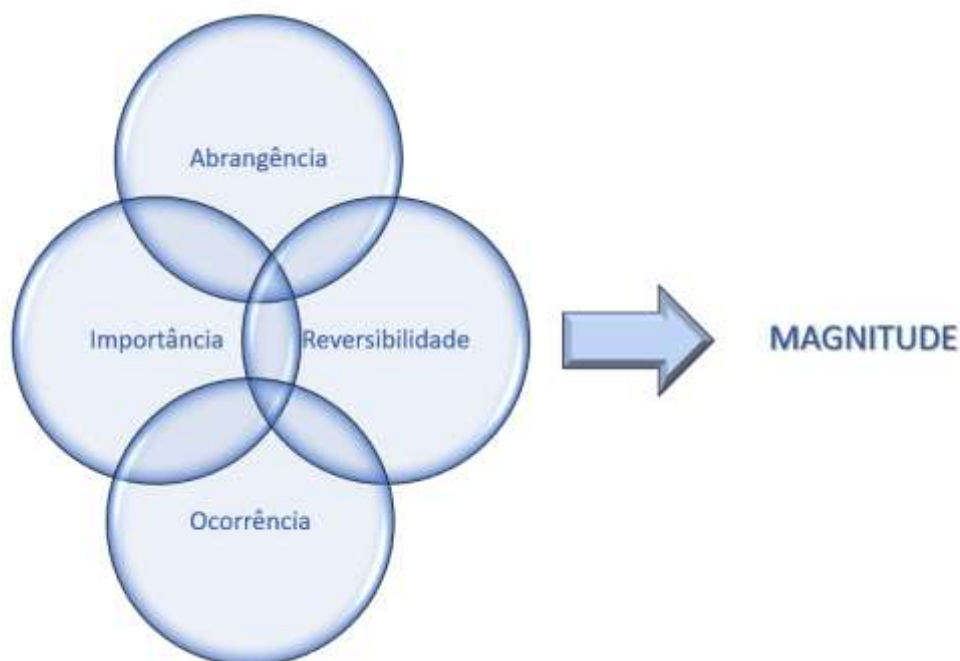


Figura 02 Composição referência para magnitude

Dentro de intervalos pré-determinados do cálculo anterior, a Magnitude pode resultar nas seguintes



classificações e pesos: “Alta” (5), “Média” (3) ou “Baixa” (1).

Uma vez definido o peso do parâmetro Magnitude “J”, este é utilizado como fator de ponderação para os parâmetros Incidência “D” e Duração “E”, resultando em intervalos de valores definidos que resultam na Relevância Final do Impacto: Irrelevante, Relevante ou Muito Relevante.

Relevância Final do Impacto = Peso Magnitude x Peso Incidência x Peso Duração

A Relevância Final do Impacto classifica o grau de atenção do empreendedor na proposição de medidas mitigadoras (no caso de impactos negativos) ou potencializadoras (no caso de impactos positivos).

O norteammento da definição, proposição e/ou continuidade de monitoramentos e programas ambientais também poderá ser definido com base no resultado da avaliação de impactos.





9.3. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

9.3.1. Impactos Relacionados ao Meio Físico

Os impactos no meio físico relativos ao projeto Regularização da Obra Emergencial para Adequação da Bacia de Dissipação da Barragem Timbopeba estão apresentados na Tabela 03, juntamente com os respectivos aspectos e atividades. Esses impactos são detalhados nos itens subsequentes.



Tabela 03 Atividades, aspectos e impactos do Meio Físico

Impacto	Aspectos - Fase de Implantação								Atividades
	Geração de área com remoção de solo	Geração de área com solo exposto	Geração de efluentes líquidos	Geração de gases de combustão	Geração de material solto	Geração de material particulado	Geração de níveis de pressão sonora	Geração de resíduos sólidos	
Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea		B I							Execução de cortes, aterros e terraplenagem
Alteração da qualidade das águas superficiais					B I				Execução de cortes, aterros e terraplenagem
			B I					B I	Funcionamento do canteiro de obras
								B I	Supressão Vegetal
Alteração da qualidade do ar						M R			Execução de cortes, aterros e terraplenagem
				B I		B I			Movimento de máquinas e veículos pesados
Alteração da qualidade do solo	B I								Execução de cortes, aterros e terraplenagem
			B I					B I	Funcionamento do canteiro de obras
Alteração dos níveis de pressão sonora							B I		Movimento de máquinas e veículos pesados
Legenda:	Natureza		Magnitude		Relevância				
	 Negativo		A: Alta		R: Relevante				
	 Positivo		M: Média		I: Irrelevante				
			B: Baixa		MR: Muito Relevante				



Com o objetivo de tornar a leitura mais fluida e a avaliação de impacto ambiental mais eficiente, foram agrupadas, dentro de uma mesma atividade, ações de menor porte, porém correlacionadas. Essa estratégia visa evitar a duplicidade na aplicação ou avaliação dos impactos ambientais. Assim, as atividades apresentadas na matriz são descritas a seguir, juntamente com suas respectivas subatividades, a fase em que ocorrem e os aspectos ambientais associados.

A atividade de supressão vegetal referente ao projeto de Obra Emergencial para Adequação da Bacia de Dissipação da Barragem Timbopeba ocorrerá nas porções da Área Diretamente Afetada (ADA) compostas por formações naturais. Esta etapa abrange apenas derrubada, traçamento e desgalhamento, ocorrendo exclusivamente na fase de implantação e gerando resíduos sólidos, que compreende o resíduo vegetal proveniente das folhagens e material lenhoso, destinados à comercialização.

A execução de cortes, aterros e terraplanagem engloba todas as intervenções em solo para conformação geométrica dos taludes e para implantação e manutenção da infraestrutura de drenagem temporária e definitiva, para a condução e direcionamento adequado das águas pluviais da bacia para áreas adjacentes, prevenindo processos erosivos e minimizando o assoreamento. A atividade ocorre exclusivamente na fase de implantação e está associada à geração de material particulado, material solto e área com solo exposto.

O projeto necessitou de diferentes maquinários e veículos para a supressão de vegetação, movimentação de insumos e solo, e demais atividades relacionadas. Os aspectos e impactos decorrentes da movimentação de máquinas e veículos pesados são: emissão de gases de combustão, geração de material particulado e ruído.

A atividade de funcionamento do canteiro de obras envolve as estruturas de apoio necessárias à execução das demais etapas, incluindo área de vivência, refeitório, instalações sanitárias, almoxarifado e escritório de apoio. Os principais aspectos ambientais estão associados à presença humana, como a geração de resíduos sólidos e de efluentes líquidos.

9.3.1.1. Alteração da qualidade das águas superficiais

O impacto analisado refere-se à possível alteração na qualidade das águas superficiais, com variações que extrapolem os limites estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes e pertinentes. Essa alteração pode decorrer de mudanças nos parâmetros físicos, químicos ou biológicos da água, levando à melhora ou degradação da sua qualidade.

No projeto esse impacto está susceptível a ocorrer na fase de implantação, devido à geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e material solto proveniente das atividades de supressão vegetal, execução de cortes, aterros e terraplanagem e funcionamento do canteiro de obras. Essas atividades são detalhadas no item 9.3.1 e na Caracterização do Empreendimento (Volume I). A avaliação foi realizada com base na matriz de impacto, utilizando os seguintes parâmetros:

1. **Natureza:** Negativa, pois as atividades têm potencial de degradação da qualidade da água;
2. **Abrangência:** Local, considerando que os cursos d'água interceptam ou estão muito próximos à ADA e podem carrear os efeitos até a barragem de Natividade, localizada a jusante, que limita os efeitos;



3. **Incidência:** Direta, uma vez que há relação direta entre as atividades e o impacto analisado;
4. **Duração:** Temporária, uma vez que, cessadas as atividades, os cursos d'água tendem a restabelecer gradualmente suas condições de qualidade por meio do processo de autodepuração;
5. **Temporalidade:** Médio prazo, visto que os efeitos tendem a ocorrer de forma gradual;
6. **Reversibilidade:** Reversível, pois com suspensão da atividade ou adoção de medidas reparadoras, os efeitos do impacto podem ser revertidos;
7. **Ocorrência:** Provável, uma vez que os cursos d'água interceptam a ADA, estando próximos ou inseridos nas áreas de desenvolvimento das atividades. Entretanto, o impacto ocorrerá apenas em caso de falha nos sistemas de controle;
8. **Importância:** Baixa, uma vez que o impacto referente aos aspectos de geração de material solto, resíduos sólidos e efluentes líquidos será limitado pela barragem de Natividade, localizada imediatamente a jusante das intervenções, antes do distrito de Antônio Pereira;
9. **Cumulatividade:** Cumulativo, pois o impacto pode se somar a outros já existentes na circunvizinhança, especialmente em função da atividade de mineração na Mina Timbopeba.

A partir dessa análise, a matriz classificou a **Magnitude** como **baixa** e o impacto **irrelevante** de alteração da qualidade das águas superficiais na fase de implantação do projeto, conforme demonstrado na Tabela 04.

No projeto, como medida de controle para os resíduos, está sendo executado o Programa de Gestão de obras, em que se tem ações voltadas para o adequado gerenciamento de resíduos sólidos, com foco na diminuição da geração. Assim como, para o controle de material solto, que visa identificar e monitorar potenciais processos erosivos e de assoreamento dos corpos d'água, além de propor ações para mitigar e controlar a erosão, bem como a construção de sistemas de drenagem, compostos por canal de drenagem, *sumps*, entre outros.

Tabela 04 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração da qualidade das águas superficiais

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão vegetal	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de material solto	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Funcionamento do canteiro de obras	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Funcionamento do canteiro de obras	Geração de efluentes líquidos	Alteração da qualidade das águas superficiais	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

9.3.1.2. Alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea

O impacto de alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea é decorrente da remoção da cobertura vegetal, que deixa o solo exposto e reduz o atrito superficial, facilitando o escoamento da água. Essa condição aumenta a vulnerabilidade do solo aos agentes de intemperismo e à ação direta da precipitação, podendo provocar compactação, surgimento de processos erosivos e aumento da velocidade do escoamento superficial. Como consequência, há redução nas taxas de infiltração e evapotranspiração, com incremento do escoamento superficial, o que pode gerar alterações no regime de vazão dos corpos hídricos a jusante, carreamento de materiais soltos e flutuações no nível do lençol freático.

No projeto esse impacto poderá ocorrer na fase de implantação, devido à geração de áreas com solo exposto em virtude da execução de cortes, aterros e terraplenagem, conforme detalhado no item 9.3.1 e na Caracterização do Empreendimento (Volume I). A avaliação desse impacto foi realizada com base na matriz de impacto, utilizando os seguintes parâmetros:

1. **Natureza:** Negativa, uma vez que as atividades do empreendimento interferem desfavoravelmente na dinâmica hídrica local, promovendo alterações nos processos naturais de infiltração e escoamento;
2. **Abrangência:** Local, pois os efeitos serão sentidos de forma direta, além dos limites da ADA;
3. **Incidência:** Direta, pois o impacto decorre em razão da exposição do solo provocada pelas intervenções necessárias para o desenvolvimento do projeto;
4. **Duração:** Temporária, à medida que as atividades cessarem os meios começarão a se recuperar;
5. **Temporalidade:** Média, pois os efeitos serão sentidos gradativamente após a exposição, além de serem intensificados pela ação dos agentes climáticos;
6. **Reversibilidade:** Reversível, uma vez que, com o fim das atividades da fase de implantação, as medidas de recuperação reduzirão a velocidade de escoamento e poderão aumentar a permeabilidade do solo;
7. **Ocorrência:** Certa, dada a necessidade de intervenções em solo para conformação geométrica dos taludes e implantação da infraestrutura de drenagem, ações que inevitavelmente irão expor o solo e interferir no escoamento superficial;
8. **Importância:** Baixa, pois interferem no escoamento superficial próximo a áreas de barragem, onde há acumulação de água, além da aplicação de ações de revegetação após as obras;



9. **Cumulatividade:** Cumulativo, considerando as atividades executadas na Mina Timbopeba.

A partir dessa análise, a matriz classificou a **Magnitude** como **baixa** e a **Relevância** como **irrelevante**, conforme demonstrado na Tabela 05.

Como medidas de controle e mitigação do impacto de alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea, devem ser executadas ações voltadas à melhoria da infiltração de água, em detrimento do escoamento superficial. Destacam-se os sistemas de drenagem já previstos no Volume I do EIA, o controle da supressão vegetal e a recuperação de taludes, os quais serão abordados no Programa de Gestão de Obras e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Tabela 05 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração da dinâmica hídrica superficial e subterrânea

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de áreas com solo exposto	Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporário	Médio	Reversível	Certa	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

9.3.1.3. Alteração dos níveis de pressão sonora

O impacto analisado refere-se à possível alteração dos níveis de pressão sonora, com variações que extrapolem os limites estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes e pertinentes.

No projeto esse impacto poderá ocorrer na fase de implantação devido à geração de ruído na atividade de movimentação de máquinas e veículos pesados, conforme detalhado no item 9.3.1 e na Caracterização do Empreendimento (Volume I). A avaliação deste impacto foi realizada com base na matriz de impacto, utilizando os seguintes parâmetros:

1. **Natureza:** Negativa, pois a atividade tem potencial de aumentar os níveis de pressão sonora local, ocasionando incomodo aos receptores e a superação dos limites estabelecidos pela legislação;
2. **Abrangência:** Local, dado que há receptores nas intermediações da ADA;
3. **Incidência:** Direta, uma vez que há relação direta entre as atividades e o impacto analisado;
4. **Duração:** Temporária, pois assim que cessar a utilização dos veículos e maquinário os ruídos cessam;
5. **Temporalidade:** Imediato, dado que a emissão sonora ocorre simultaneamente à atividade geradora;
6. **Reversibilidade:** Reversível, pois com suspensão da atividade ou adoção de medidas controle, os efeitos do impacto podem ser revertidos e/ou evitados;
7. **Ocorrência:** Provável, pois só ocorrerá o impacto em caso de falha das medidas de controle implementadas;



8. **Importância:** Baixa, uma vez que os receptores se encontram a cerca de 2 km da ADA, sendo que a topografia e a vegetação atuam na atenuação do impacto;
9. **Cumulatividade:** Cumulativo, pois o impacto pode se somar a outros já existentes na circunvizinhança, principalmente ao ruído proveniente das demais atividades executadas na Mina Timbopeba.

A partir dessa análise, a matriz classificou a **Magnitude** como **baixa** e o impacto como **irrelevante**, conforme demonstrado na Tabela 06.

Apesar da classificação do impacto gerado pelo projeto, é fundamental a adoção de medidas voltadas à prevenção e ao controle da emissão de ruídos. Para isso, estão sendo implementadas rotinas de manutenção e controle dos equipamentos e veículos utilizados. Essas ações serão conduzidas no âmbito do Programa de Gestão de Obras, visando garantir a conformidade com os limites estabelecidos pela legislação vigente e minimizar os efeitos sobre a comunidade e o meio ambiente.

Tabela 06 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração dos níveis de pressão sonora

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído	Alteração dos níveis de pressão sonora	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

9.3.1.4. Alteração da qualidade do ar

O impacto analisado refere-se à possível alteração da qualidade do ar, com variações que possam exceder as concentrações estabelecidas pelas legislações pertinentes. No projeto esse impacto está associado a geração de material particulado, resultante da execução de cortes, aterros e terraplenagem e movimentação de máquinas e veículos pesados, assim como a geração de gases de combustão pela movimentação de máquinas e veículos pesados. Essas atividades são detalhadas no item 9.3.1 e na Caracterização do Empreendimento (Volume I).

A avaliação da alteração da qualidade do ar na fase de implantação foi realizada com base na matriz de impacto, utilizando os seguintes parâmetros:

1. **Natureza:** Negativa, pois as atividades têm potencial de elevar as concentrações de poluente na atmosfera;
2. **Abrangência:** Regional, considerando que o ar é um meio com alta capacidade de dispersão, podendo levar os poluentes além da AID com o auxílio dos ventos, principalmente considerando a localização da ADA a montante e em maior altitude em relação aos receptores do distrito de Antônio Pereira;
3. **Incidência:** Direta, uma vez que há relação direta entre as atividades e o impacto analisado;
4. **Duração:** Temporária, pois com a finalização das atividades não haverá mais emissão de



material particulado e os gases presentes na atmosfera tendem a se transformar e/ou se dissolver com a ajuda de eventos naturais como a precipitação;

5. **Temporalidade:**

- Imediata, para o impacto relacionado ao aspecto de material particulado, cujos efeitos são perceptíveis assim que gerado; e
- Médio, para o impacto relacionado ao aspecto de gases de combustão, cujos efeitos ocorrem após interação com a atmosfera;

6. **Reversibilidade:** Reversível, pois com suspensão da atividade ou adoção de medidas controle, os efeitos do impacto podem ser revertidos e/ou evitados;

7. **Ocorrência:** Provável, pois estão sendo implementadas medidas de controle no projeto a fim de evitar o impacto, no entanto, em condições anormais de funcionamento ou falha das medidas e/ou condições meteorológicas adversas, pode ocorrer a alteração da qualidade do ar causando a superação dos limites estabelecidos pelas legislações vigentes e pertinentes;

8. **Importância:**

- Média, para o impacto associado à geração de material particulado durante as obras, considerando a localização da ADA a cerca de 2 km dos receptores, em posição de maior altitude, além da predominância de origem dos ventos de noroeste contribuir para a dispersão de partículas em direção ao distrito, que se insere a sudeste da ADA;
- Baixa, para o impacto relacionado ao aspecto de geração de gases de combustão e material particulado da atividade de movimentação de máquinas e veículos pesados, uma vez que a frota a ser utilizada de equipamentos e veículos é reduzida;

9. **Cumulatividade:** Cumulativo, pois na região há áreas adjacentes ao projeto sem pavimentação, que podem contribuir com a suspensão de material particulado.

A partir dessa análise, a matriz classificou a **Magnitude** como **baixa** e o impacto como **irrelevante** para o impacto relacionado à atividade de movimentação de máquinas e veículos pesados, conforme demonstrado na Tabela 07. Já para o impacto relacionado a execução de cortes, aterros e terraplenagem a **Magnitude** foi **média** e a **Relevância** classificada como **relevante**.

Para mitigar o impacto relacionados à alteração da qualidade do ar, é essencial a implementação de medidas de controle de emissões atmosféricas em cada área e fonte específica, garantindo que as concentrações dos parâmetros permaneçam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação ambiental.

Para o controle de fontes móveis está sendo realizada a manutenção preventiva dos equipamentos e veículos visando a minimização de emissão de particulados e gases de combustão. Já para a mitigação das emissões ocasionadas em razão das áreas de solo exposto está sendo aplicada a umectação, conforme determinado no Programa de Gestão de Obras.



Tabela 07 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração da qualidade do ar

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de material particulado	Alteração da qualidade do ar	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Média	Média	Cumulativo	Relevante
Movimentação veículos e equipamentos	Geração de gases de combustão	Alteração da qualidade do ar	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Médio	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
	Geração de material particulado		Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

9.3.1.5. Alteração da qualidade do solo

A alteração da qualidade do solo pode ocorrer devido às mudanças nas suas características físicas, resultando na modificação de sua estrutura original. Atividades como escavação e movimentação podem expor camadas inferiores do solo, que, desprovidas de sua estrutura física e biológica original, bem como da vegetação nativa, o tornam mais suscetível ao empobrecimento, à alteração das suas propriedades físico-químicas e ao aumento da vulnerabilidade a processos erosivos.

Além disso, a danificação da estrutura do solo está intimamente relacionada à modificação do escoamento superficial e subsuperficial de águas pluviais, assim como à perda de nutrientes essenciais. A exposição dessas áreas, especialmente durante o período chuvoso, pode acelerar processos erosivos e o carreamento de sedimentos.

A disposição e o lançamento inadequados de resíduos sólidos e efluentes líquidos também pode afetar negativamente a qualidade do solo. A lixiviação de resíduos e o contato direto de efluentes líquidos e oleosos com o solo têm o potencial de alterar sua composição química.

Na fase de implantação do projeto o impacto de alteração da qualidade do solo está associado ao aspecto de geração de área com remoção de solo resultante da execução de cortes, aterros e terraplanagem, aos aspectos de geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos da atividade de funcionamento do canteiro de obras. Essas atividades são detalhadas no item 9.3.1 e na Caracterização do Empreendimento (Volume I). A avaliação da alteração da qualidade do solo foi realizada com base na matriz de impacto, utilizando os seguintes parâmetros:

1. **Natureza:** Negativa, pois as atividades têm potencial de alterar sua estrutura física e biológica e elevar as concentrações de substâncias químicas no solo;
2. **Abrangência:** Pontual, pois o solo é um meio com baixa taxa de dispersão, sendo a contaminação manifestada no ponto de ocorrência;
3. **Incidência:** Direta, uma vez que há relação direta entre as atividades e o impacto analisado;
4. **Duração:** Permanente, uma vez que o solo não possui capacidade natural de regeneração em



curto ou médio prazo após a finalização da atividade impactante. A remediação da qualidade do solo geralmente depende de intervenções antrópicas específicas, como técnicas de tratamento físico, químico ou biológico, além da eventual necessidade de remoção do material contaminado. Dessa forma, os efeitos persistem mesmo após o fim da ação geradora;

5. **Temporalidade:** Médio prazo, pois os efeitos do impacto serão sentidos à medida que aumenta a concentração das substâncias no solo ou a exposição aos agentes erosivos, sendo um mecanismo gradativo;
6. **Reversibilidade:** Reversível, pois com aplicação de medidas reparadoras de tratamento do solo os efeitos do impacto podem ser revertidos;
7. **Ocorrência:** Provável, pois estão sendo implementadas medidas de controle no projeto a fim de evitar o impacto, no entanto, em condições anormais de funcionamento ou falha das medidas, pode ocorrer a alteração da qualidade do solo;
8. **Importância:** Baixa, uma vez que estão sendo aplicadas medidas de controle para resíduos sólidos e efluentes líquidos e o solo movimentado será reconformado e revegetado após as obras;
9. **Cumulatividade:** Cumulativo, pois na região há presença de outras atividades que podem impactar na qualidade do solo.

A partir dessa análise, a matriz classificou a **Magnitude** como **baixa** e o impacto como **irrelevante** para a alteração da qualidade do solo na fase de implantação, conforme demonstrado na Tabela 08.

A fim de evitar o impacto negativo, estão sendo desenvolvidos no empreendimento as medidas de controle como destinação correta de efluentes, gerenciamento de resíduos sólidos e implantação de sistemas de drenagem.

Os mecanismos de controle do impacto de alteração da qualidade do solo estão apresentados no Programa de Gestão de Obras e no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Tabela 08 Avaliação e Classificação do Impacto Ambiental – Alteração da qualidade do solo

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de área com remoção de solo	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Funcionamento do canteiro de obras	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Médio	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
	Geração de efluentes líquidos										Baixa	Baixa		

9.3.2. Impactos Relacionados ao Meio Biótico - Fauna

O Meio Biótico faz referência ao conjunto de seres vivos e suas interações com o ambiente (SÁNCHEZ,



2020), o que engloba as formações vegetais, a composição das espécies da fauna, bem como a influência da cobertura vegetal sobre a fauna de modo geral (SÁNCHEZ, 2020). Nesse contexto, as atividades relativas as intervenções na Barragem de Timbopeba, no município de Ouro Preto no Estado de Minas Gerais, são aqui destacadas em relação as áreas de estudo local (AEL) e regional (AER), em menção à área diretamente afetada (ADA) do referido projeto, no contexto do Meio Biótico (Fauna e Flora).

Os impactos relacionados às fases de implantação das obras, bem como a avaliação de cada uma delas frente às características dos parâmetros solicitados no Termo de Referência para os estudos ambientais do Meio Biótico, estão resumidos e detalhados na Tabela 09.


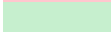
Desta maneira, o presente documento tem como objetivo principal, identificar e qualificar os impactos ambientais gerados a partir da implementação das atividades, além de propor medidas de mitigação e/ou compensação para estas, a fim de reduzir os impactos negativos e maximizar os impactos positivos quando possível.



Tabela 09 Atividades, aspectos e impactos para as fases do empreendimento – Meio Biótico Fauna.

Impacto	Aspectos - Fase de Implantação				Atividade
	Geração de áreas reabilitadas	Geração de áreas sem vegetação	Geração de paisagem antropizada	Geração de pressão sobre a fauna	
Afugentamento da Fauna				M R	Movimento de máquinas e veículos pesados
Alteração da composição e estrutura das comunidades terrestres			M R		Estabilização geotécnica de estruturas
			B R		Execução de cortes, aterros e terraplenagem
			B R		Obras civis de drenagem
Perda de habitat		M R			Supressão vegetal
Perda de indivíduos da fauna				A MR	Supressão vegetal
Retorno de espécies da Fauna	M R				Reabilitação de áreas

Legenda:

Natureza		Magnitude	Relevância
	Negativo		
	Positivo	A: Alta M: Média B: Baixa	R: Relevante I: Irrelevante MR: Muito Relevante

Fonte: CLAM, 2025.



9.3.2.1. Afugentamento de Fauna

As atividades de supressão da vegetação, corte, aterro e terraplanagem, que ocorrerão durante a fase de implantação das obras do referido processo, terão como consequência o aumento da atividade de tráfego de veículos pequenos e caminhões, além da geração de ruídos. Tais atividades, tendem a provocar um deslocamento mais intenso da fauna, além disso, a retirada da cobertura vegetal implica na diminuição de áreas com recursos alimentares, abrigos e reprodução, gerando aumento do deslocamento dos organismos com ocorrência na área de estudo e adjacências.

Visto isso, a atividade de **movimentação de máquinas e equipamentos pesados**, na fase de **implantação** das obras de adequação da bacia de dissipação do sistema extravasor da barragem, sob o aspecto de **geração de pressão sobre a fauna**, gerando o impacto de **Afugentamento da Fauna**, possui natureza **negativa**, pois tende a trazer prejuízo a qualidade ambiental. A abrangência é **local**, assim como a incidência é **direta**, pois os efeitos são observados na Área Diretamente Afetada (ADA) e áreas adjacentes imediatas, onde os impactos são sentidos em maior intensidade e resultam diretamente das atividades. A duração e temporalidade são classificadas em **temporária e imediata**, respectivamente, pois o impacto acontece de forma imediata e cessam com o final das atividades. Apesar do impacto ser classificado como **reversível**, a ocorrência do impacto é **certa**, pois a pressão sobre a fauna ocorre devido a movimentação de máquinas e equipamentos, principalmente, influenciando no comportamento/relação da fauna local com o ambiente em que vivem. A importância do impacto é **alta**, pois o afugentamento da fauna gera outras consequências, como o atropelamento e a perda de indivíduos. O afugentamento da fauna é um impacto considerado **cumulativo**, considerando as características associadas a Barragem, pois os efeitos do impacto são acumulados devido a presença de atividades pré-existent (i.e., atividade mineraria da Mina de Capanema).

Visto essas características, a matriz de AIA (Tabela 10), apontou que o impacto de afugentamento da fauna, é classificado como **relevante** e sua magnitude é **média**, pois interfere diretamente nos aspectos ecológicos relacionados a biota local. No entanto, os Programas de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna é fundamental como forma de mitigação do impacto referenciado e deve ser aplicado na fase de implantação do referido empreendimento.

Tabela 10 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Afugentamento da Fauna.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Movimento de máquinas e veículos pesados	Geração de pressão sobre a fauna	Afugentamento da Fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.2.2. Alteração da composição e estruturas das Comunidades Terrestre

As comunidades terrestres são formadas por grupos de organismos que interagem entre si e com o



ambiente físico, compondo estruturas ecológicas dinâmicas e interdependentes. Alterações nessas comunidades, resultantes de ações antrópicas como desmatamento, fragmentação de habitats, supressão de vegetação nativa ou introdução de espécies exóticas, que podem levar à perda de biodiversidade, ou o desequilíbrio ecológico e à simplificação dos ecossistemas. A modificação da composição de espécies e da estrutura vertical e horizontal da vegetação, compromete a funcionalidade dos ambientes naturais, afetando processos como a ciclagem de nutrientes, polinização, dispersão de sementes e regulação microclimática. Avaliar os impactos sobre essas comunidades é essencial para mensurar a magnitude da interferência ambiental e propor medidas eficazes de mitigação e compensação.

As atividades de estabilização geotécnica de estruturas, execução de cortes, aterros e terraplanagem, e as obras civis de drenagem para a adequação bacia de dissipação do sistema extravasor da Barragem de Timbopeba, na fase de **implantação**, sob o aspecto de **Geração de paisagem antropizada**, acarreta o impacto de **Alteração da composição e estrutura das comunidades terrestres**. Esse impacto é classificado na matriz de avaliação como de natureza **negativa**, pois resulta em modificações adversas nas comunidades biológicas locais, alterando sua composição e estruturas estabelecidas ao longo dos anos.

Desse modo, a **abrangência** do impacto é **pontual**, já que os efeitos se restringem às áreas diretamente afetadas pela presença das atividades. A incidência é **direta**, considerando que as alterações nas comunidades, resultam diretamente da implantação da obra, como a supressão da vegetação e o estabelecimento de canais de drenagem. A duração é **permanente**, pois as mudanças no ambiente, tendem a se manter ao longo do tempo.

A temporalidade é **imediata**, pois o impacto acontece de forma imediata, junto à implantação das obras de adequação da Barragem. A reversibilidade é considerada **irreversível**, uma vez que a alteração nas comunidades terrestres e aquáticas, pode não ser revertida, mesmo com ações mitigadoras, devido à dificuldade de restabelecimento da composição original das espécies e suas interações. A ocorrência do impacto é **certa**, tendo em vista a natureza da atividade e seu potencial de transformação da paisagem.

O impacto apresenta **alta** importância e **média** magnitude, considerando tanto a significância ecológica das alterações quanto sua extensão e intensidade. Quanto à cumulatividade, este é um impacto **cumulativo**, pois pode se somar a outros processos de degradação ambiental existentes na região. Em função das características apresentadas, a matriz utilizada para o cálculo desta metodologia, avaliou o impacto como **relevante** (Tabela 11).

Tabela 11 Avaliação de Classificação de Impacto Ambiental – Alteração da composição e estruturas das comunidades terrestres

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Estabilização geotécnica de estruturas	Geração de paisagem antropizada	Alteração da composição e estrutura das comunidades terrestres	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante



Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Execução de cortes, aterros e terraplenagem	Geração de paisagem antropizada	Alteração da composição e estrutura das comunidades terrestres	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante
Obras civis de drenagem	Geração de paisagem antropizada	Alteração da composição e estrutura das comunidades terrestres	Negativa	Pontual	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Irreversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.2.3. Perda de Habitat

A **perda de habitat** é um impacto previsto para a fase de **implantação** da obra emergencial na Barragem de Timbopeba, por diferentes atividades, que podem levar diretamente à redução da qualidade ambiental. A perda de habitat pode ser relacionada a redução da qualidade do solo, o aumento dos processos erosivos, além da diminuição de nichos (*i.e.*, recursos alimentares e abrigos) disponíveis para a fauna terrestre e aquática. Dessa forma, na fase de implantação, a **supressão da vegetação, gera áreas sem vegetação** e consequentemente a **perda de habitats**.

Ao ser analisado, de acordo com a metodologia de avaliação de impacto, sua natureza é **negativa**, uma vez que alterações na composição vegetal, geram perda de habitats e/ou da qualidade destes, aos quais são utilizados pelas espécies da fauna localmente. A abrangência é **local**, pois os impactos tendem a ser localizados na ADA e áreas adjacentes imediatas. A incidência é **direta**, dado que a execução da atividade provoca efeitos direcionados a perda de habitats, utilizados pela fauna local, principalmente, dos grupos que possuem baixa mobilidade, como anfíbios, répteis, aves terrestres e pequenos mamíferos não voadores.

Além disso, o impacto possui duração **permanente**, pois as áreas que sofrerão supressão receberão atividades de caráter fixo e contínuo. A temporalidade é classificada como **imediata**, pois a pressão sobre a fauna é verificada imediatamente com o início da atividade causadora do impacto. Desse modo, a perda de habitat é **reversível** pois, ao final da atividade, haverá recomposição vegetal devido a implementação do Programa de Recuperação de áreas degradadas (PRAD), assim, diminuindo a pressão sobre a fauna, ocasionada pela perda de habitat. A ocorrência é **certa**, visto que este impacto está intrinsecamente relacionado a atividade apontada nesta avaliação.

O impacto é de importância **alta**, uma vez que pode afetar diretamente espécies endêmicas e/ou ameaçadas, altera ciclos ecológicos essenciais e reduz significativamente os serviços ecossistêmicos associados. A perda de habitat é **cumulativa**, pois tende a impactar diretamente as comunidades da fauna, que possuem relações estreitas com outras atividades relacionadas regionalmente, como as associadas a Mina de Capanema.

Sendo assim, o impacto da perda de habitat, pela execução da atividade de supressão vegetal, é classificado como **relevante** (Tabela 18), dado os efeitos sobre a fauna local. Neste contexto, como medida mitigadora do impacto, serão implementados os Programas de Acompanhamento de Supressão



Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna, como forma de acompanhar o aspecto de Geração de áreas sem vegetação, e assim, obter subsídios para proposição de medidas de conservação das espécies da fauna local, caso necessário.

Tabela 12 Avaliação e classificação de impacto ambiental – Perda de Habitat.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Perda de habitat	Negativa	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.2.4. Perda de Indivíduos da Fauna

A redução da diversidade de fauna local, não implica necessariamente na redução regional das espécies, uma vez que indivíduos com aptidão de deslocamento alta, podem se deslocar com eficiência maior, migrando localmente para outros ambientes com nichos disponíveis, como áreas de proteção próximas (a saber, Floresta Estadual do Uaimi). Por outro lado, a redução da riqueza encontrada, pode afetar diretamente o ecossistema, uma vez que os impactos ambientais tendem a afetar principalmente espécies de pequeno porte, que possuem áreas de vida reduzidas e capacidade de locomoção baixa (e.g., pequenos mamíferos não voadores, anfíbios e répteis), uma vez que representam grupos com espécies, diretamente dependentes de fragmentos florestais de modo geral.

Como dito, a Supressão da vegetação tende a gerar pressão na fauna local, provocando a perda direta de espécies da fauna, e/ou a dispersão de indivíduos para áreas adjacentes, que podem não apresentar as condições favoráveis à sua sobrevivência, além de causar estresse.

Desse modo, a atividade de **Supressão da vegetação**, na fase de **implantação** da intervenção, sobe o aspecto de **Geração de pressão sobre a fauna**, gerando a **perda de indivíduos da fauna**, apontou uma matriz na avaliação de impacto, que indica natureza **negativa**, pois o impacto tem efeitos adversos, causando perdas significativas para a fauna local, principalmente sobre as espécies que possuem pouca capacidade de deslocamento (e.g., pequenos mamíferos não voadores, anfíbios e répteis), o que pode comprometer a dinâmica ecológica local. A abrangência é **local**, uma vez que os efeitos estão limitados à área diretamente afetada pela supressão da vegetação. A incidência é **direta**, dado que o impacto resulta diretamente das atividades de supressão, afetando de forma passiva os organismos que habitam as áreas impactadas. A duração é classificada como **temporária**, pois o impacto tende a ser observado enquanto a atividade for executada. A temporalidade é apontada como **imediate**, pois tende a ser observado imediatamente após o início das atividades de supressão. A reversibilidade é classificada como **irreversível**, visto a perda de indivíduos e as alterações no habitat causadas pela supressão, podem apresentar resistência para serem revertidas, mesmo com medidas de mitigação. A ocorrência é **provável**, pois trata-se de uma área com grau considerável de alteração antrópica já consolidado. Considerando a magnitude, essa foi caracterizada como **cumulativa**, pois se soma as demais alterações locais pré-existentis ou potenciais, aumentando a pressão sobre os ecossistemas afetados. A importância



desse impacto foi julgada como **alta**, pois se trata da perda de espécies da fauna. A relevância e a magnitude, a partir dos cálculos da matriz de AIA, apontaram o impacto como **muito relevante** e de **alta** magnitude (Tabela 13), visto as ações de supressão da vegetação estabelecidas na área, tende a impactar na perda de indivíduos da fauna.

No entanto, ressalta-se a importância de um planejamento rigoroso, com a adoção de medidas mitigadoras que busquem reduzir suas consequências e atender às obrigações ambientais e éticas aplicáveis. Para isso, deve ser aplicado o Programa de Acompanhamento de Supressão vegetal, afugentamento e eventual resgate de fauna, como forma de mitigar os efeitos das atividades de supressão sobre a fauna local.

Tabela 13 Avaliação e Classificação de Impacto Ambiental – Perda de Indivíduos da Fauna.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão vegetal	Geração de pressão sobre a fauna	Perda de indivíduos da fauna	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Irreversível	Provável	Alta	Alta	Cumulativo	Muito Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.2.5. Retorno das Espécies da Fauna

Após as ações voltadas as obras de adequação no sistema da Barragem de Timbopeba, devem ser observadas uma recomposição da paisagem nas áreas alteradas, de forma a reintegrá-las à paisagem local, promovendo a reabilitação paisagística e topográfica da região. Sendo assim, a recuperação da área, por sua vez, terá como consequência o aumento da disponibilidade de habitats e recursos disponíveis, tornando o ambiente mais heterogêneo, o que contribui para o retorno da fauna e aumento da biodiversidade, e de suas funções ecológicas.

De modo geral, os grupos faunísticos com ocorrência na área de estudo do meio biótico, se beneficiarão do aumento das áreas verdes, sendo este aspecto, avaliado em diferentes grupos da fauna (*i.e.*, Herpetofauna, Avifauna e Mastofauna terrestre e voadora). O aumento das áreas verdes, contribui para a recolonização, especialmente de espécies generalistas, *a priori*, uma vez que a implantação dessas áreas não acarretará necessariamente em habitats complexos o suficiente para abrigar espécies especialistas, em um curto período. Além disso, outros benefícios são esperados, com o aumento das áreas verdes, como a regulação térmica, o escoamento superficial, a modulação de doenças infecciosas transmitidas por vetores, a melhoria na qualidade do ar, a redução de ruídos, além dos benefícios associados à saúde humana.

A atividade de **Reabilitação de áreas** ocorrerá na fase de **implantação** da obra de adequação da bacia de dissipação da Barragem de Timbopeba (Tabela 14), sob o aspecto de **Geração de áreas reabilitadas**, gerando um impacto de **Retorno de espécies da fauna**. A matriz indicou o impacto como de natureza **positiva**, pois o retorno das espécies da fauna é reflexo de ambientes mais estruturados e complexos. A abrangência é classificada como **local**, pois os efeitos poderão ser sentidos nas áreas de



ADA e adjacentes imediatas, onde os efeitos diretos do impacto podem ser sentidos em maior intensidade. Quanto a incidência, esta é pontuada como **direta**, pois os resultados dos impactos tendem a ser diretamente das ações da atividade. A duração é pontuada como **permanente**, pois os efeitos do impacto tendem a ultrapassar os limites temporais prospectados. A temporalidade é de **imediata**, pois os efeitos do impacto tendem a ser sentidos junto às ações de reabilitação das áreas. No entanto, o impacto é considerado **reversível**, caso as atividades de geração de áreas reabilitadas não tenham continuidade. A ocorrência é **provável**, uma vez que o impacto está intrinsecamente relacionado a atividade. São pontuadas a importância como **alta** e magnitude como **média**, respectivamente, pois o impacto tende a influenciar na presença/conservação de espécies tidas como raras, ameaçadas e/ou de interesse científico, bem como, a reabilitação das áreas, influencia medianamente a recomposição da biodiversidade local. Os aspectos relacionados ao meio biótico, em relação ao referido impacto é pontuado como **cumulativo**, pois os processos relacionados à reintrodução das espécies sofrem influência direta de outros impactos e atividades locais. Visto isso, o impacto supracitado, foi avaliado através da matriz de AIA, como **relevante**, dado que a atividade de recomposição vegetal é primordial no reestabelecimento das espécies da fauna.

Tabela 14 Avaliação de Classificação de Impacto Ambiental – Retorno das espécies da fauna.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Reabilitação de áreas	Geração de áreas reabilitadas	Retorno de espécies da Fauna	Positiva	Local	Implantação	Direta	Permanente	Imediato	Reversível	Provável	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.3. Impactos Relacionados ao Meio Biótico - Flora

O Meio Biótico faz referência ao conjunto de seres vivos e suas interações com o ambiente (SÁNCHEZ, 2020), o que engloba as formações vegetais, a composição das espécies da fauna, bem como a influência da cobertura vegetal sobre a fauna de modo geral (SÁNCHEZ, 2020). Nesse contexto, as atividades relativas as intervenções na Barragem Timbopeba, localizada no Complexo Minerador Mariana, no estado de Minas Gerais, são aqui destacadas em relação as áreas de estudo local (AEL) e regional (AER), em menção à área diretamente afetada (ADA) do referido projeto, no contexto do Meio Biótico (Fauna e Flora).

Os impactos relacionados às fases de implantação das obras, bem como a avaliação de cada uma delas frente às características dos parâmetros solicitados no Termo de Referência para os estudos ambientais do Meio Biótico, estão resumidos e detalhados na Tabela 15.

Desta maneira, o presente documento tem como objetivo principal, identificar e qualificar os impactos ambientais gerados a partir da implementação das atividades, além de propor medidas de mitigação e/ou compensação para estas, a fim de reduzir os impactos negativos e maximizar os impactos positivos quando possível.



Tabela 15 Atividades, aspectos e impactos para as fases do empreendimento – Meio Biótico Flora.

Impacto	Aspectos - Fase de Implantação				Atividade
	Geração de áreas reabilitadas	Geração de área antropizada	Geração de áreas sem vegetação	Geração de resíduos sólidos	
Aumento da incidência de Incêndios Florestais				B I	Obras preliminares de estabilização geotécnica
Aumento de áreas verdes	M R				Recomposição vegetal
Compactação do Solo		M R			Movimento de máquinas e veículos pesados
Intervenção em Área de Preservação Permanente			M R		Supressão de vegetação nativa
Perda de indivíduos da flora			A MR		Supressão de vegetação nativa
Redução da Cobertura Vegetal			M R		Supressão de vegetação nativa
Redução do fluxo gênico em espécies vegetais			M R		Supressão de vegetação nativa
Interferência em Zona de Amortecimento de UC			M R		Supressão de vegetação nativa
Legenda:	Natureza		Magnitude		Relevância

Fonte: CLAM, 2025.



9.3.3.1. Perda de Indivíduos da Flora

Este impacto, consequência direta da **Supressão de vegetação nativa**, é definido como o de maior criticidade para o componente flora. Sua severidade é determinada pela confirmação da presença de espécies com status especial de conservação na Área Diretamente Afetada (ADA). Os levantamentos de campo registraram indivíduos de *Dalbergia nigra* (jacarandá), classificada como "Vulnerável" (VU), *Xylopia brasiliensis* (pindaíba), classificada como "Vulnerável" (VU) e *Euplassa semicostata*, classificada como "Em Perigo" (EN), todas constantes na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 148/2022). Adicionalmente, foi identificada a presença de *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo), espécie protegida pela Lei Estadual nº 20.308/2012.

Para a análise do impacto da perda de indivíduos da Flora na fase de instalação foi utilizada a matriz de avaliação de impactos cujos parâmetros selecionados são apresentados e justificados a seguir:

- 1) **Natureza:** Negativa; pelo motivo da perda da biodiversidade local, bem como a contribuição negativa para o status de conservação;
- 2) **Abrangência:** Regional, tendo em vista o status de conservação;
- 3) **Incidência:** Direta já que a ação é de supressão;
- 4) **Duração:** Permanente pelo motivo da eliminação de um espécime de uma espécie ameaçada;
- 5) **Prazo:** Longo prazo, uma vez que a percepção do impacto pode ser percebida ao longo do tempo;
- 6) **Reversibilidade:** Irreversível já que acarreta uma perda de patrimônio genético que não pode ser recuperada;
- 7) **Ocorrência:** Certa, pois a supressão de vegetação é uma atividade planejada e essencial para a execução do projeto;
- 8) **Importância** foi classificada como alta tendo em vista a relevância ecológica da flora nativa, que serve de habitat, fonte de recursos e desempenha funções ecossistêmicas vitais;
- 9) **Cumulatividade:** Não Cumulativo.

Diante da avaliação realizada, a matriz de impacto retornou como resultado que a **Magnitude** foi considerada Alta e a **Relevância** do impacto foi considerado Muito Relevante (Tabela 16).

Tendo em vista a magnitude e a relevância do impacto avaliado, para a mitigação deste impacto serão propostos os seguintes Planos e Programas: Programa de Resgate de Germoplasma e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.



Tabela 16 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Perda de Indivíduos da Flora.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Prazo (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Perda de indivíduos da flora	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Permanente	Longo Prazo	Irreversível	Certa	Alta	Alta	Não Cumulativo	Muito Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.3.2. Redução da Cobertura Vegetal

Este impacto refere-se à remoção quantitativa da vegetação nativa em suas diversas formas (herbácea, arbustiva, arbórea), decorrente da atividade de **Supressão de vegetação nativa**. Trata-se de uma consequência direta e inevitável para a implantação de acessos, canteiros de obras e demais estruturas de apoio ao projeto. O impacto se manifesta pela diminuição da área total coberta por vegetação, resultando na perda de biomassa e na alteração da estrutura do habitat.

Para a análise do impacto da redução da Cobertura Vegetal na fase de instalação foi utilizada a matriz de avaliação de impactos cujos parâmetros selecionados são apresentados e justificados a seguir:

- 1) Natureza:** Negativa pelo motivo da perda direta de biodiversidade, biomassa e estrutura do ecossistema;
- 2) Abrangência:** Local, concentrando-se na Área Diretamente Afetada (ADA) pelo projeto;
- 3) Incidência:** Direta já que a ação é de supressão;
- 4) Duração:** Temporária, pois os efeitos se manifestam em um intervalo de tempo limitado e conhecido, cessando uma vez eliminada a causa geradora da ação que o provocou;
- 5) Prazo:** Longo prazo, pois essa perda de vegetação, diversidade e funções ecossistêmicas demorarão para serem totalmente restauradas;
- 6) Reversibilidade:** Reversível, uma vez que pode ser recuperado;
- 7) Ocorrência:** Certa, pois a supressão de vegetação é uma atividade planejada e essencial para a execução do projeto;
- 8) Importância** foi classificada como alta tendo em vista a relevância ecológica da flora nativa, que serve de habitat, fonte de recursos e desempenha funções ecossistêmicas vitais;
- 9) Cumulatividade:** Não Cumulativo.

Diante da avaliação realizada, a matriz de impacto retornou como resultado que a **Magnitude** foi considerada média e a **Relevância** do impacto foi considerado relevante (Tabela 17).

Tendo em vista a magnitude e a relevância do impacto avaliado, para a mitigação deste impacto serão propostos os seguintes Planos e Programas: Programa de Resgate de Germoplasma e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.



Tabela 17 Avaliação e classificação do impacto ambiental – Redução da Cobertura Vegetal.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Prazo (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Redução da Cobertura Vegetal	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Certa	Alta	Média	Não cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.3.3. Intervenção em Área de Preservação Permanente

A intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP) é um dos impactos mais sensíveis do projeto, decorrente da **Supressão de vegetação nativa** em áreas legalmente protegidas. Conforme a Lei n.º 12.651/2012 (Código Florestal), as APPs são áreas com a função ambiental de preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Qualquer supressão de vegetação nativa em APP é tratada como uma exceção pela legislação e só pode ser autorizada em casos de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, mediante autorização do órgão ambiental competente. Como trata-se de uma obra emergencial visando a segurança da barragem, ela entra nas categorias de utilidade pública e interesse social.

Para a análise do impacto da Intervenção em Área de Preservação Permanente na fase de instalação foi utilizada a matriz de avaliação de impactos cujos parâmetros selecionados são apresentados e justificados a seguir:

- 1) Natureza:** Negativa pelo motivo da perda direta de biodiversidade, biomassa e estrutura do ecossistema;
- 2) Abrangência:** Local, concentrando-se na Área Diretamente Afetada (ADA) pelo projeto;
- 3) Incidência:** Direta já que a ação é de supressão;
- 4) Duração:** Temporária, pela possibilidade de recomposição da vegetação e das funções ambientais e sociais da APP;
- 5) Prazo:** Longo prazo, pois essa perda de vegetação, diversidade e funções ecossistêmicas demorarão para serem totalmente restauradas;
- 6) Reversibilidade:** Reversível, está condicionada à obrigação legal de promover a recuperação completa da área de APP afetada com critérios técnicos mais exigentes do que os aplicados a outras áreas;
- 7) Ocorrência:** Certa, pois é imprescindível para realização das obras;
- 8) Importância** foi classificada como alta decorrente do seu status legal de proteção e suas funções socioambientais;



9) Cumulatividade: Não Cumulativo.

Diante da avaliação realizada, a matriz de impacto retornou como resultado que a **Magnitude** foi considerada média, por ser reversível, passível de mitigações e compensações e a **Relevância** do impacto foi considerado relevante (Tabela 18).

Tendo em vista a magnitude e a relevância do impacto avaliado, para a mitigação deste impacto serão propostos o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

Tabela 18 Avaliação e classificação de impacto ambiental – Intervenção em Área de Preservação Permanente.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Prazo (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Intervenção em Área de Preservação Permanente	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Certa	Alta	Média	Não cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.3.4. Interferência em Zona de Amortecimento de UC

A Interferência em Zona de Amortecimento de UC é um impacto decorrente da **Supressão de vegetação nativa** em área classificada como Zona de Amortecimento da Floresta Estadual (FLOE) do Uaimii, unidade de conservação de uso sustentável.

A criação de UCs é regulada pela Lei Federal nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e pelo Decreto Federal nº 4.340/2002 que a regulamenta. Os territórios das UCs são delimitados e caracterizados segundo seus elementos abióticos, ecológicos, genéticos, de beleza cênica e/ou recursos essenciais, com o objetivo de preservação e/ou conservação dos mesmos e são divididas em Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

As UCs de Proteção integral têm como objetivo básico preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. São classificadas como UCs de proteção integral as Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre. Já as UCs de uso sustentável são as Áreas de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural, cujo objetivo básico é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Para a análise do impacto da Interferência em Zona de Amortecimento de Unidade de Conservação na fase de instalação foi utilizada a matriz de avaliação de impactos cujos parâmetros selecionados são apresentados e justificados a seguir:

1) Natureza: Negativa pelo motivo da perda direta de biodiversidade, biomassa e estrutura do ecossistema;



- 2) **Abrangência:** Local, concentrando-se na Área Diretamente Afetada (ADA) pelo projeto;
- 3) **Incidência:** Direta, pois decorrerem de uma ação direta sobre a vegetação situada dentro da ADA, limitando o potencial impacto ao entorno próximo;
- 4) **Duração:** Temporária, pela possibilidade de recomposição da vegetação e das funções ambientais da zona de amortecimento;
- 5) **Prazo:** Imediata, devido ao efeito imediato após a supressão de vegetação;
- 6) **Reversibilidade:** Reversível, está condicionada à obrigação legal de promover a recuperação em compensação das áreas impactadas;
- 7) **Ocorrência:** Certa, pois é imprescindível para realização das obras;
- 8) **Importância** foi classificada como média considerando que a unidade de conservação impactada pertence à categoria de uso sustentável e que a intervenção ocorre em zona de amortecimento, e não dentro dos limites da UC;
- 9) **Cumulatividade:** Não Cumulativo.

Diante da avaliação realizada, a matriz de impacto retornou como resultado que a **Magnitude** foi considerada média, por ser reversível, passível de mitigações e compensações e a **Relevância** do impacto foi considerado relevante (Tabela 19).

Tendo em vista a magnitude e a relevância do impacto avaliado, para a mitigação deste impacto serão propostos o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e Programa de Resgate de Germoplasma.

Tabela 19 Avaliação e classificação de impacto ambiental – Interferência em Zona de Amortecimento de UC

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Prazo (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Intervenção em Área de Preservação Permanente	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediata	Reversível	Certa	Média	Média	Não cumulativo	Relevante

9.3.3.5. Redução do Fluxo Gênico em Espécies Vegetais

Este impacto, também associado à **Supressão de vegetação nativa**, refere-se a uma consequência ecológica mais sutil e de longo prazo da fragmentação de habitats. A remoção de trechos de vegetação pode criar barreiras ou aumentar a distância entre populações remanescentes de uma mesma espécie. Para a flora, isso pode dificultar ou impedir processos ecológicos essenciais como a polinização (realizada por vento ou animais) e a dispersão de sementes, que são os mecanismos primários de troca de material genético (fluxo gênico) entre populações.

A redução do fluxo gênico pode levar ao isolamento reprodutivo, ao aumento da endogamia (cruzamento entre indivíduos com proximidade genética), à perda de variabilidade genética e, consequentemente, à



diminuição da capacidade de adaptação das populações a mudanças ambientais futuras.

Para a análise do impacto da Redução do Fluxo Gênico em Espécies Vegetais na fase de instalação foi utilizada a matriz de avaliação de impactos cujos parâmetros selecionados são apresentados e justificados a seguir:

- 1) Natureza:** Negativa pelo motivo da perda direta de biodiversidade, biomassa e estrutura do ecossistema;
- 2) Abrangência:** Regional, é particularmente importante, pois, ao contrário da perda direta de indivíduos (um efeito local), as consequências genéticas podem se propagar por toda a população de uma espécie na paisagem;
- 3) Incidência:** Direta, pois decorrerem de uma ação direta sobre a vegetação situada dentro da ADA, limitando o potencial impacto ao entorno próximo;
- 4) Duração:** Temporária, pela possibilidade de recomposição da vegetação e das funções ambientais da zona de amortecimento;
- 5) Prazo:** Longo prazo, pois essa perda de vegetação, diversidade e funções ecossistêmicas demorarão para serem totalmente restauradas;
- 6) Reversibilidade:** Reversível, está condicionada à obrigação legal de promover a recuperação em compensação das áreas impactadas;
- 7) Ocorrência:** Certa, pois é imprescindível para realização das obras;
- 8) Importância** foi classificada como média refletindo o tamanho reduzido do fragmento e a falta de conectividade com outros fragmentos florestais;
- 9) Cumulatividade:** Não Cumulativo.

Diante da avaliação realizada, a matriz de impacto retornou como resultado que a **Magnitude** foi considerada média, por ser reversível, passível de mitigações e compensações e a **Relevância** do impacto foi considerado relevante (Tabela 20).

Tendo em vista a magnitude e a relevância do impacto avaliado, para a mitigação deste impacto serão propostos o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e Programa de Resgate de Germoplasma.



Tabela 20 Avaliação de Classificação de Impacto Ambiental – Redução do Fluxo Gênico em Espécies Vegetais

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Prazo (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão de vegetação nativa	Geração de áreas sem vegetação	Redução do fluxo gênico em espécies vegetais	Negativa	Regional	Implantação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Certa	Média	Média	Não cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.3.6. Compactação do Solo

O **Movimento de máquinas e veículos pesados** durante a fase de implantação leva à geração de áreas antropizadas cujo solo sofre compactação. Este processo consiste na compressão das partículas do solo, resultando na redução do espaço poroso. As consequências diretas para a flora são: diminuição da aeração, redução da capacidade de infiltração e armazenamento de água, e aumento da resistência mecânica à penetração das raízes. Um solo compactado dificulta o desenvolvimento da vegetação existente em suas bordas e compromete o sucesso da regeneração natural e dos projetos de recuperação.

Para a análise do impacto da Compactação do Solo na fase de instalação foi utilizada a matriz de avaliação de impactos cujos parâmetros selecionados são apresentados e justificados a seguir:

- 1) Natureza:** Negativa pelo motivo da perda direta de biodiversidade, biomassa e estrutura do ecossistema;
- 2) Abrangência:** Local, pois a movimentação de veículos estará concentrada na ADA;
- 3) Incidência:** Direta, pois decorrerem de uma ação direta sobre a movimentação de veículos e máquinas dentro da ADA;
- 4) Duração:** Temporária, pois ocorrerá somente durante a fase de implantação;
- 5) Prazo:** Longo prazo, pois os efeitos persistem até que medidas corretivas sejam aplicadas;
- 6) Reversibilidade:** Reversível, por meio de medidas de manejo de solo;
- 7) Ocorrência:** Certa, pois é imprescindível para realização das obras;
- 8) Importância** foi classificada como alta, pois afeta diretamente a capacidade de regeneração da área;
- 9) Cumulatividade:** Cumulativo, pois a área do projeto, inserida em um contexto de mineração, pode já apresentar níveis de degradação do solo. A compactação gerada por este projeto específico se somará aos efeitos preexistentes, agravando a condição geral do solo no local, tornando os esforços de recuperação mais desafiadores e onerosos.

Diante da avaliação realizada, a matriz de impacto retornou como resultado que a **Magnitude** foi considerada média, por ser reversível, passível de mitigações e compensações e a **Relevância** do impacto foi considerado relevante (Tabela 21).

Tendo em vista a magnitude e a relevância do impacto avaliado, para a mitigação deste impacto será proposto o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.



Tabela 21 Avaliação de Classificação de Impacto Ambiental – Compactação do Solo.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Prazo (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Movimento de máquinas e veículos pesados	Geração de área antropizada	Compactação do Solo	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Longo Prazo	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.3.7. Aumento da Incidência de Incêndios Florestais

Este impacto está associado às **Obras preliminares de estabilização geotécnica**, especificamente pela **Geração de resíduos sólidos** (material vegetal seco) e pela própria operação de máquinas, que podem gerar faíscas. A acumulação de biomassa vegetal seca aumenta a carga de material combustível, enquanto as atividades operacionais podem funcionar como fontes de ignição, elevando o risco de ocorrência de incêndios florestais, especialmente durante os períodos de estiagem, que é o período de ocorrência da atividade.

Para a análise do impacto da Compactação do Solo na fase de instalação foi utilizada a matriz de avaliação de impactos cujos parâmetros selecionados são apresentados e justificados a seguir:

- 1) Natureza:** Negativa, pois em gestão de riscos ambientais, eventos de baixa probabilidade e alta consequência exigem atenção e medidas preventivas robustas;
- 2) Abrangência:** Local, pois a movimentação de veículos estará concentrada na ADA;
- 3) Incidência:** Direta, pois decorrerem de uma ação direta sobre a movimentação de veículos e máquinas dentro da ADA;
- 4) Duração:** Temporária, pois poderá ocorrer somente durante a fase de implantação;
- 5) Prazo:** Longo prazo, pois os efeitos persistem até que medidas corretivas sejam aplicadas;
- 6) Reversibilidade:** Reversível, por meio de medidas de mitigação contra incêndios florestais;
- 7) Ocorrência:** Improvável, devido as ações de controle de mitigação;
- 8) Importância** foi classificada como alta, pois afeta diretamente a capacidade de regeneração da área;
- 9) Cumulatividade:** Não Cumulativo.

Diante da avaliação realizada, a matriz de impacto retornou como resultado que a **Magnitude** foi considerada baixa, por ser reversível, passível de mitigações e compensações e a **Relevância** do impacto foi considerado irrelevante (Tabela 22).

Desconsiderar o risco de incêndio com base em uma classificação de "Irrelevante" seria uma falha. Portanto, apesar da classificação formal, a implementação de um Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais é considerada uma medida prudencial e essencial para a gestão ambiental responsável do projeto, conforme será detalhado na Seção 1.4.



Tabela 22 Avaliação de Classificação de Impacto Ambiental – Aumento da Incidência de Incêndios Florestais.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Prazo (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras preliminares de estabilização geotécnica	Geração de resíduos sólidos	Aumento da incidência de Incêndios Florestais	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Improvável	Alta	Baixa	Não cumulativo	Irrelevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.3.8. Aumento de Áreas Verdes

Este é o único impacto positivo identificado para o componente flora, previsto para ocorrer na fase de **Implantação** em paralelo com as atividades da obra emergencial. Ele resulta diretamente da atividade de "Recomposição vegetal", materializada por meio do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Este impacto representa o resultado esperado de todas as medidas de mitigação e recuperação: a reabilitação das áreas utilizadas temporariamente pelo projeto (canteiros, acessos, áreas de apoio) e sua conversão em áreas com cobertura de vegetação nativa.

Para a análise do impacto de Aumento de Áreas Verdes na fase de instalação foi utilizada a matriz de avaliação de impactos cujos parâmetros selecionados são apresentados e justificados a seguir:

- 1) Natureza:** Positiva, pois contribui para o aumento da biodiversidade local, a melhoria da qualidade do solo e da água, e o sequestro de carbono;
- 2) Abrangência:** Local, pois a revegetação será concentrada na ADA;
- 3) Incidência:** Direta, pois decorrerem de uma ação direta sobre o solo da ADA;
- 4) Duração:** Permanente, a revegetação da área permanecerá após a implantação das obras de adequação da bacia de dissipação;
- 5) Prazo:** Longo prazo, pois os efeitos persistem após a aplicação das medidas corretivas sejam aplicadas;
- 6) Reversibilidade:** Reversível, no sentido de que o processo pode ser interrompido, embora não seja o esperado;
- 7) Ocorrência:** Certa, pois está no planejamento do projeto;
- 8) Importância** foi classificada como alta, contribuindo para a biodiversidade e serviços ecossistêmicos;
- 9) Cumulatividade:** Cumulativo, pois os benefícios são duradouros.

Diante da avaliação realizada, a matriz de impacto retornou como resultado que a **Magnitude** foi considerada média, devido à sua ação local e a **Relevância** do impacto foi considerado relevante (Tabela 23).

Tendo em vista a magnitude e a relevância do impacto avaliado, para a potencialização deste impacto positivo será proposto o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.



Tabela 23 Avaliação de Classificação de Impacto Ambiental – Aumento de Áreas Verdes.

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Prazo (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Recomposição vegetal	Geração de áreas reabilitadas	Aumento de áreas verdes	Positiva	Local	Implantação	Direta	Permanente	Longo Prazo	Reversível	Certa	Alta	Média	Cumulativo	Relevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.4. Impactos Relacionados ao Meio Socioeconômico

Este item apresenta a classificação dos impactos associados ao meio socioeconômico, considerando-se as etapas de planejamento e implantação. Os impactos previstos para as obras emergenciais de Adequação da bacia de dissipação do sistema extravasor da Barragem Timbopeba estão sistematizados na Tabela 24, que os relaciona às atividades potencialmente geradoras, bem como aos respectivos aspectos e fases de ocorrência no empreendimento. Cabe destacar que, no caso do meio socioeconômico, foi considerada a fase de implantação, uma vez que a fase de planejamento se restringe às atividades de caráter projetual vinculadas às obras emergenciais. A caracterização detalhada desses impactos é apresentada nos itens subsequentes.

Tabela 24 Identificação do Impactos Ambientais – Meio Socioeconômico

Fase	Atividade	Aspecto	Impacto
Implantação	Obras de Adequação da Bacia de Dissipação	Divulgação e execução das obras e informações sobre o processo	Geração de expectativas na população
	Supressão da vegetação	Geração de ruído, vibração e particulados	Interferência no cotidiano da população

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.4.1. Geração de expectativas na população

O impacto relacionado à geração de expectativas na população manifesta-se, de forma predominante, na fase de implantação da obra emergencial de adequação da bacia de dissipação da Barragem Timbopeba. Trata-se de uma intervenção pontual, voltada para aumentar o fator de segurança da estrutura, com reflexos diretos sobre a percepção social e o bem-estar das comunidades do entorno.

Nas áreas de influência da obra, concentram-se percepções sociais particularmente sensíveis, uma vez que a comunidade ao entorno Antônio Pereira vivencia simultaneamente a expectativa positiva diante do reforço das condições de estabilidade da barragem.

Durante a fase de implantação, observa-se a predominância de expectativas positivas por parte da população diretamente associadas adequação da bacia de dissipação da barragem de Timbopeba. Essa obra constitui medida relevante de mitigação de riscos, reforçando a proteção das comunidades do



entorno imediato e ampliando a confiança social quanto à integridade da barragem. Esse cenário contribui para a redução de incertezas relacionadas a possíveis incidentes, fortalecendo a percepção de segurança operacional em escala municipal.

Paralelamente, as expectativas da população apresentam caráter ambivalente. De um lado, destacam-se os benefícios vinculados à adequação na bacia de dissipação do sistema extravasor e ao aumento do fator de segurança da barragem, com potenciais repercussões positivas sobre a estabilidade territorial e a qualidade de vida. De outro, emergem preocupações relacionadas ao incremento temporário da circulação de trabalhadores e veículos, que podem gerar percepções de risco e desconforto entre os residentes

As expectativas positivas tornam-se ainda mais evidentes, uma vez que os efeitos do reforço estrutural passam a ser percebidos como permanentes, consolidando a sensação de maior proteção e estabilidade. O fortalecimento da segurança da barragem contribui para o aumento da confiança da população local.

De forma geral, o impacto socioambiental associado à geração de expectativas se caracteriza, predominantemente, como positivo, uma vez que o reforço da segurança da barragem eleva a percepção de estabilidade territorial e hídrica, reduz riscos socioeconômicos e amplia a segurança operacional.

Justificativa dos parâmetros

1. **Natureza:** classificada como de duplo efeito, **positivo e negativo**, em função dos ganhos associados ao aumento da segurança da barragem e, simultaneamente, das percepções decorrentes do início e da divulgação das obras, que podem gerar preocupações junto à população.
2. **Abrangência:** **local**, restrita ao distrito de Antônio Pereira, por ser a comunidade do entorno imediato.
3. **Fase:** **implantação**, em função da continuidade da presença de trabalhadores durante as obras civis e atividades de supressão.
4. **Incidência:** **direta**, pois resulta da interação imediata entre o empreendimento e a comunidade.
5. **Duração:** **temporária**, limitada ao período de realização das obras e intervenções associadas.
6. **Temporalidade:** **imediata**, uma vez que a percepção da população ocorre desde o início das mobilizações.
7. **Reversibilidade:** **reversível**, pois ações de comunicação social e relacionamento comunitário podem reduzir incertezas e alinhar expectativas.
8. **Ocorrência:** **provável**, dada a experiência de outras localidades afetadas por obras similares e a evidência de apreensões já relatadas no diagnóstico.
9. **Importância:** **baixa**, pois embora relevante do ponto de vista perceptivo, não compromete de forma estrutural a dinâmica socioeconômica local.
10. **Magnitude:** **baixa**, dado que se trata de efeito predominantemente subjetivo, sem consequências permanentes.
11. **Cumulatividade:** **cumulativo**, ao se somar a percepções históricas da população em relação a empreendimentos minerários e à preocupação recorrente com barragens na região.



12. **Relevância:** irrelevante, conforme o cruzamento de magnitude e importância, ainda que demande medidas de mitigação para manter a confiança da população.

Medidas de mitigação propostas:

- Plano de Relacionamento com Comunidades: realização de ações informativas sobre objetivos, riscos e benefícios das obras. Além disso, serão divulgados os canais permanentes de comunicação e as ações de escuta ativa e respostas à população.

Tabela 25 Avaliação e classificação do Impacto de Geração de Expectativa na população

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Obras de Adequação da Bacia de Dissipação	Divulgação e execução das obras e informações sobre o processo	Geração de expectativas na população	Positiva	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante
Obras de Adequação da Bacia de Dissipação	Geração de expectativas	Geração de expectativas e incertezas na população	Negativa	Local	Implantação	Direta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

Fonte: CLAM, 2025.

9.3.4.2. Interferência no cotidiano da população

O impacto relacionado à interferência no cotidiano da população manifesta-se, sobretudo, na fase de implantação da obra emergencial de adequação da bacia de dissipação da Barragem. Esse efeito decorre, principalmente, da movimentação de trabalhadores, do tráfego de veículos e equipamentos e do funcionamento do canteiro de obras, fatores que podem ocasionar incômodos pontuais e alterar temporariamente a rotina das comunidades mais próximas ao empreendimento.

No entanto, no distrito de Antônio Pereira, esse impacto tende a ser pouco expressivo, considerando a distância geográfica em relação à área das intervenções. A comunidade não compartilha diretamente os acessos ao canteiro de obras. Além disso, não vivencia de forma significativa os efeitos da movimentação de pessoas, veículos e equipamentos, o que reduz substancialmente a percepção de incômodo. Dessa forma, as alterações no cotidiano da população de Antônio Pereira podem ser consideradas pouco relevantes, já que não comprometem de forma permanente a mobilidade ou a qualidade de vida local.

De modo geral, a interferência no cotidiano da população de Antônio Pereira é caracterizada como de baixa magnitude e baixa importância, sendo irrelevante do ponto de vista da significância ambiental, uma vez que não há consequências permanentes nem efeitos estruturais sobre a dinâmica social do distrito.



Justificativa dos parâmetros:

1. **Natureza: negativa**, em função das interferências temporárias sobre a rotina da população.
2. **Abrangência: local**, restrita ao distrito de Antônio Pereira, ainda que de forma reduzida em virtude da distância do canteiro de obras.
3. **Fase: implantação**, relacionadas à circulação de trabalhadores, veículos e equipamentos.
4. **Incidência: indireta**, pela distância significativa do distrito das obras;
5. **Duração: temporária**, limitada ao período de realização das obras e da presença do canteiro.
6. **Temporalidade: imediata**, uma vez que os efeitos se manifestam desde o início da mobilização.
7. **Reversibilidade: reversível**, já que cessam com a finalização das atividades de implantação.
8. **Ocorrência: provável**, considerando a experiência de outros empreendimentos similares, embora com baixa intensidade em Antônio Pereira.
9. **Importância: baixa**, em virtude da distância da comunidade em relação ao empreendimento e da limitada percepção de impactos.
10. **Magnitude: baixa**, pois, do ponto de vista perceptivo, não se verificam consequências permanentes.
11. **Cumulatividade: cumulativo**, podendo gerar sensação de insegurança entre a população local, além de preocupações relacionadas à saúde.
12. **Relevância: irrelevante**, considerando o cruzamento entre magnitude e importância.

Medidas de mitigação

- **Programa de Gestão de Obras:** contempla o planejamento das frentes de serviço e da logística de transporte de trabalhadores, priorizando o uso em rotas e horários controlados, bem como o monitoramento e controle de ruídos, poeira e vibrações.

Tabela 26 Avaliação e classificação do Impacto de Interferência no cotidiano da população

Atividade	Aspecto	Impacto	Natureza (A)	Abrangência (B)	Fase (C)	Incidência (D)	Duração (E)	Temporalidade (F)	Reversibilidade (G)	Ocorrência (H)	Importância (I)	Magnitude (J)	Cumulatividade (K)	Relevância
Supressão vegetal	Geração de ruído, vibração e particulados	Interferências no cotidiano da população	Negativa	Local	Implantação	Indireta	Temporária	Imediato	Reversível	Provável	Baixa	Baixa	Cumulativo	Irrelevante

Fonte: CLAM, 2025.



10 ÁREAS DE INFLUÊNCIA

10.1. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO

De acordo com a Resolução CONAMA nº 01/1986, os estudos de impacto ambiental devem incluir a delimitação dos limites de área geográfica afetada pelos impactos, direta e indiretamente, denominadas por áreas de influência do Projeto. Posto isto, são estabelecidas duas áreas de acordo com a extensão dos impactos: Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII).

10.1.1. Área de Influência Direta – AID

A Área de Influência Direta (AID) foi delimitada considerando o espaço geográfico diretamente suscetível aos efeitos da implantação do projeto. Essa delimitação levou em conta, prioritariamente, os potenciais impactos sobre a qualidade do ar, ruído e qualidade das águas superficiais e o receptor mais próximo da ADA: distrito Antônio Pereira, em Ouro Preto/MG.

A delimitação da AID seguiu critérios topográficos e hidrográficos, considerando os divisores de água naturais e a elevação do terreno com altitudes que variam de cerca de 800 m a 1000 m, que atuam como barreiras físicas naturais à dispersão de poluentes, especialmente aqueles relacionados à qualidade do ar. Foram utilizadas estruturas minerárias, como estrada e maciço da barragem, para limitar as porções norte e oeste da área, enquanto a porção sul englobou todo o território urbanizado, considerando a direção de origem dos ventos a noroeste. O polígono seguiu pelos divisores de águas a leste, interceptando o rio Gualaxo do Norte em altitude próxima a 740 m.

10.1.2. Área de Influência Indireta – AII

A Área de Influência Indireta (AII) foi definida com base nos impactos ambientais de maior abrangência e relevância, especialmente aqueles relacionados à qualidade do ar. A delimitação considerou elementos naturais que atuam como barreiras físicas à dispersão de poluentes, bem como a dinâmica dos corpos hídricos da região.

A AII foi delimitada a partir dos divisores de água que se encontram em elevações que variam de cerca de 970 m a 1400 m, englobando os cursos hídricos afluentes do rio Gualaxo do Norte. Na porção leste a área possui os mesmos limites que a AID e considera a topografia local, que atua como barreiras naturais à propagação de poluentes, especialmente os atmosféricos.

O mapa da Figura 03 apresenta a delimitação da AID e da AII, em relação à ADA.

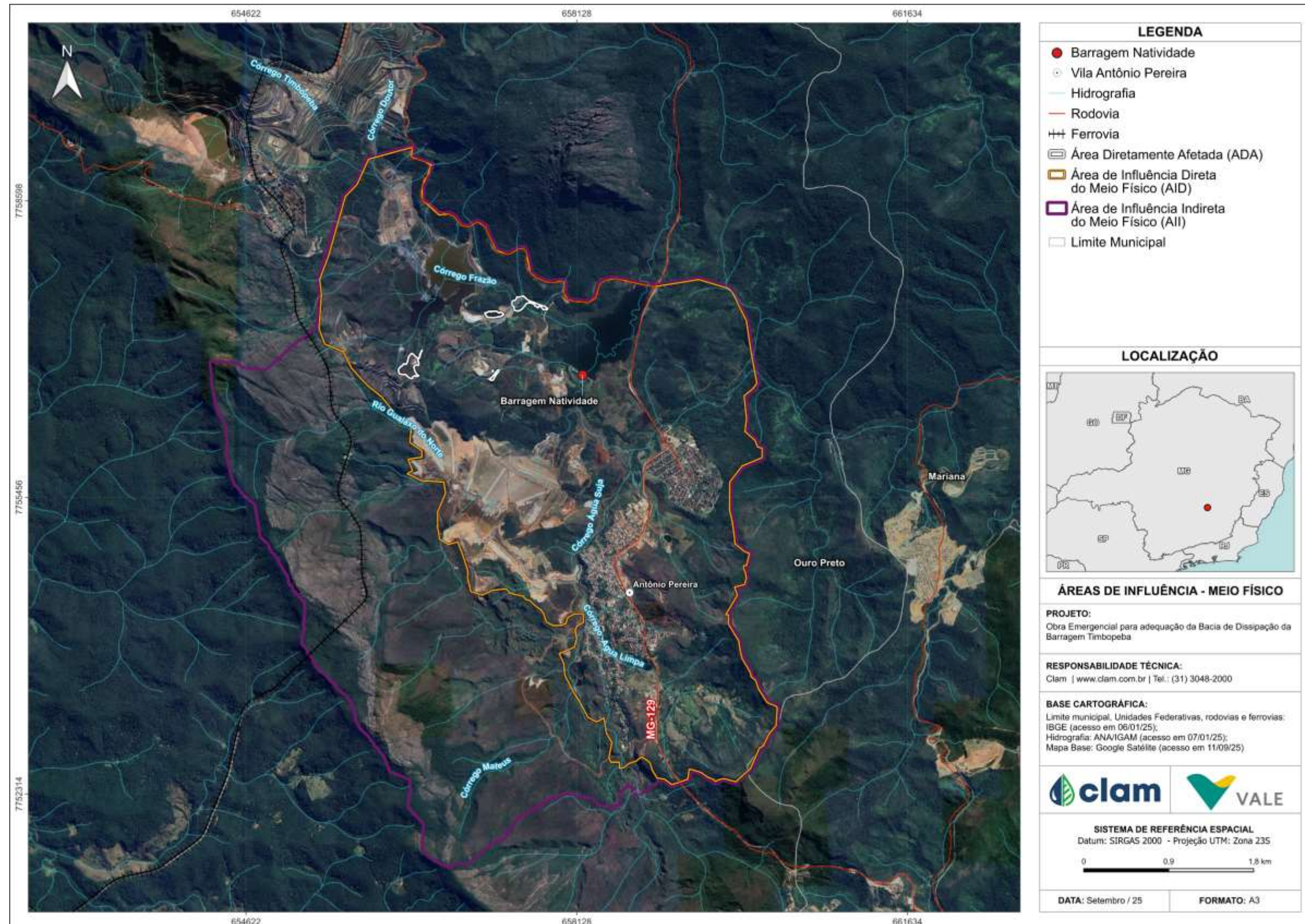


Figura 03 Áreas de Influência do Meio Físico



10.2. ÁREAS DE INFLUÊNCIA – MEIO BIÓTICO

10.2.1. Área de Influência Direta (AID)

A delimitação da Área de Influência Direta (AID) da obra emergencial para adequação da Bacia de Dissipação da Barragem Timbopeba, está diretamente relacionada às ações de supressão vegetal e influência sobre os corpos hídricos, previstos para a execução das obras de adequação. Essa definição foi realizada com base na avaliação dos impactos diretos e indiretos decorrentes das intervenções planejadas. No contexto dos ecossistemas terrestres, a delimitação considerou os remanescentes florestais no entorno da Área Diretamente Afetada (ADA), os aspectos geomorfológicos locais e as áreas limítrofes a perímetros urbanos e vias de acesso, que funcionam como barreiras físicas relevantes para o deslocamento das comunidades faunísticas.

Essa abordagem se justifica pelo fato de que, diante da movimentação intensa de veículos e da operação de maquinários, a fauna tende a se deslocar em busca de abrigo e recursos em áreas mais propícias, como fragmentos florestais remanescentes. Assim, a AID foi delimitada ao norte e leste pelos fragmentos florestais que permeiam a Barragem de Timbopeba; a oeste, pelas estruturas da Barragem Doutor e pelas características do relevo, e a sul, por vias e estruturas urbanas do Distrito de Antônio Pereira (Figura 04).

10.2.2. Área de Influência Indireta (AII)

A delimitação da Área de Influência Indireta (AII), foi vinculada às ações de supressão vegetal e influência sobre os corpos hídricos, previstos para as obras do empreendimento, e definida com base em uma avaliação integrada dos impactos ambientais sobre o Meio Biótico. Essa definição considerou, de forma conjunta, as informações obtidas nas diagnoses ecológicas e a análise georreferenciada no contexto da localização da Barragem. Ao se analisar a área de inserção da ADA e da AID, foi identificada, ao longo da AID, a presença de fragmentos de vegetação com diferentes graus de conservação e densidade, os quais foram considerados relevantes para a conservação da fauna regional. Esses fragmentos também foram avaliados como potenciais áreas de abrigo para a fauna em eventuais situações de deslocamento, em resposta às perturbações decorrentes da instalação da obra emergencial. Além disso, foram considerados aspectos locais como as características do relevo, a disposição das vias de tráfego e a presença de áreas urbanas no entorno. O delineamento da AII contempla, portanto, não apenas a ADA e a AID, mas também áreas adjacentes que apresentam potencial para sofrer impactos indiretos sobre o meio biótico, ainda que de forma secundária, atenuada ou difusa.

Nesse contexto, os limites da AII foram definidos da seguinte forma: ao norte, o relevo encaixado; a oeste, os limites da Floresta Estadual do Uaimií; e a leste e sul, fragmentos florestais e o Distrito de Antônio Pereira.

Conclui-se, portanto, que os limites estabelecidos para a AII abarcam de forma adequada os impactos previstos e representam, de maneira geograficamente referenciada, a abrangência espacial desses efeitos. Ressalta-se, contudo, que, por se tratar de impactos relacionados ao meio biótico, a delimitação apresentada deve ser compreendida como referência técnica para a proposição de medidas mitigadoras,



podendo ser ajustada conforme o aprofundamento dos estudos ambientais e o monitoramento dos efeitos ao longo do tempo.

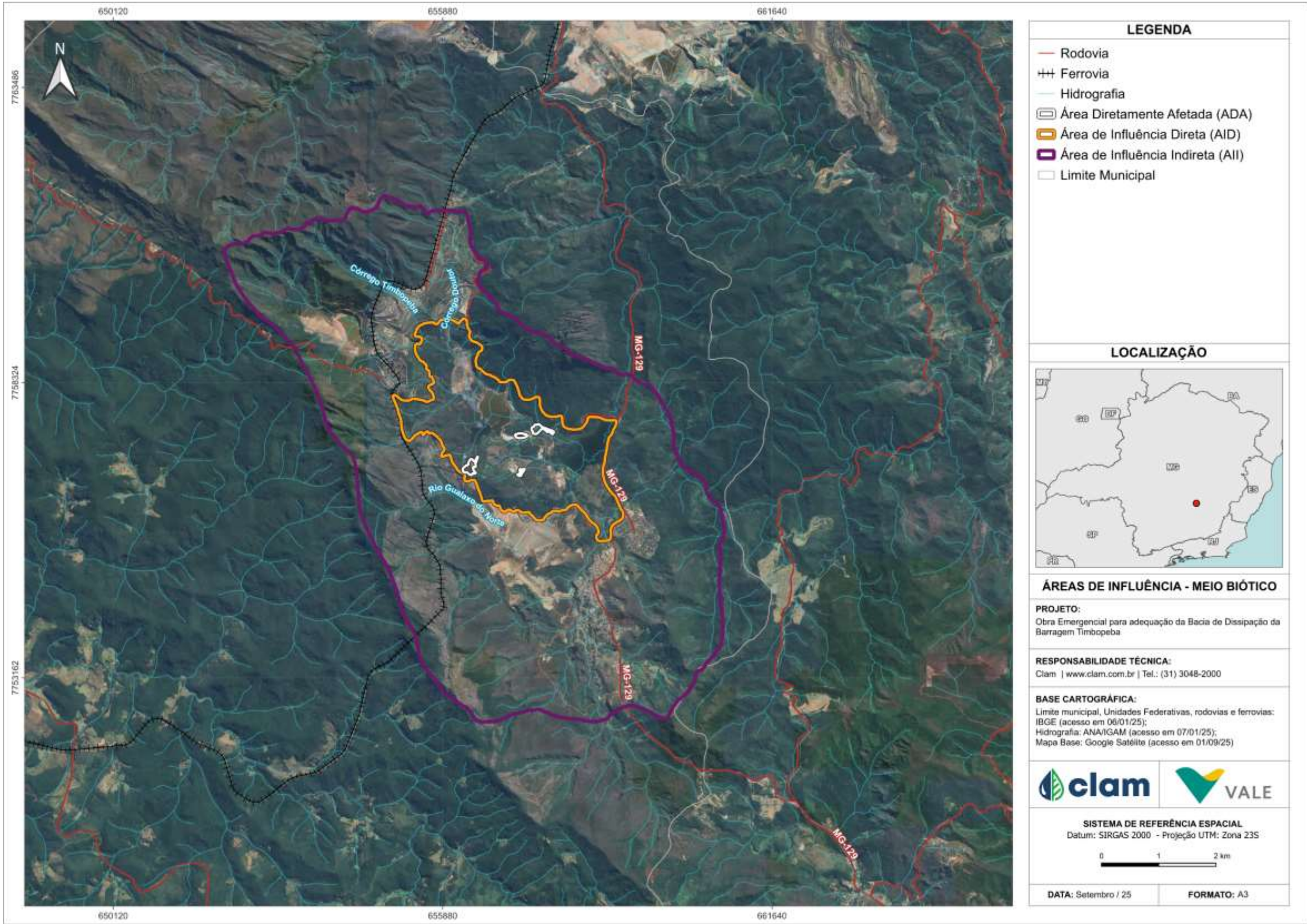


Figura 04 Áreas de Influência do Meio Biótico Fauna e Flora



10.3. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO SOCIOECONÔMICO

A delimitação das áreas de influência do meio socioeconômico fundamenta-se no diagnóstico realizado, integrando a Área de Estudo Local (AEL) e a Área de Estudo Regional (AER) com a leitura das frentes de intervenção da obra emergencial de adequação do canal de dissipação da Barragem de Timbopeba, no município de Ouro Preto/MG. O procedimento considera, de forma articulada, a ADA, os arranjos operacionais temporários (canteiros de apoio, pátios e acessos sob controle do empreendimento) e os vetores de interação socioeconômica identificados no território.

A análise espacial observa como mobilidade, prestação de serviços, uso e ocupação do solo, logística de suprimentos e rotinas produtivas locais se relacionam à execução das atividades, de modo a circunscrever os espaços com maior suscetibilidade a variações perceptíveis no cotidiano. A AEL abrange o entorno operacional imediato e os trechos públicos de acesso que concentram circulação de trabalhadores, veículos e equipamentos, onde os efeitos tendem a ser mais imediatos e perceptivos. A AER compreende o recorte municipal-regional funcionalmente conectado a essas rotinas, no qual eventuais efeitos difusos e temporários (demandas pontuais por bens e serviços, ajustes logísticos e fluxos de informação) se manifestam em escala limitada.

Registra-se, por fim, que a área de intervenção corresponde ao conjunto constituído pela estrutura da barragem e do canal de dissipação e pelas estruturas temporárias indispensáveis à execução (canteiros, pátios e áreas de circulação operacional). Essa definição assegura coerência metodológica entre o diagnóstico socioeconômico, a localização das atividades e a magnitude esperada dos efeitos, permitindo avaliar impactos e medidas de gestão com rastreabilidade e precisão.

A seguir, a Figura 05 apresenta as áreas de influência do empreendimento e, a seguir, os itens 10.3.1 Área de Influência Direta – AID e 10.3.2 Área de Influência Indireta – AII apresentam caracteristicamente, a Área de Influência Direta e a Área de Influência Indireta, respectivamente.

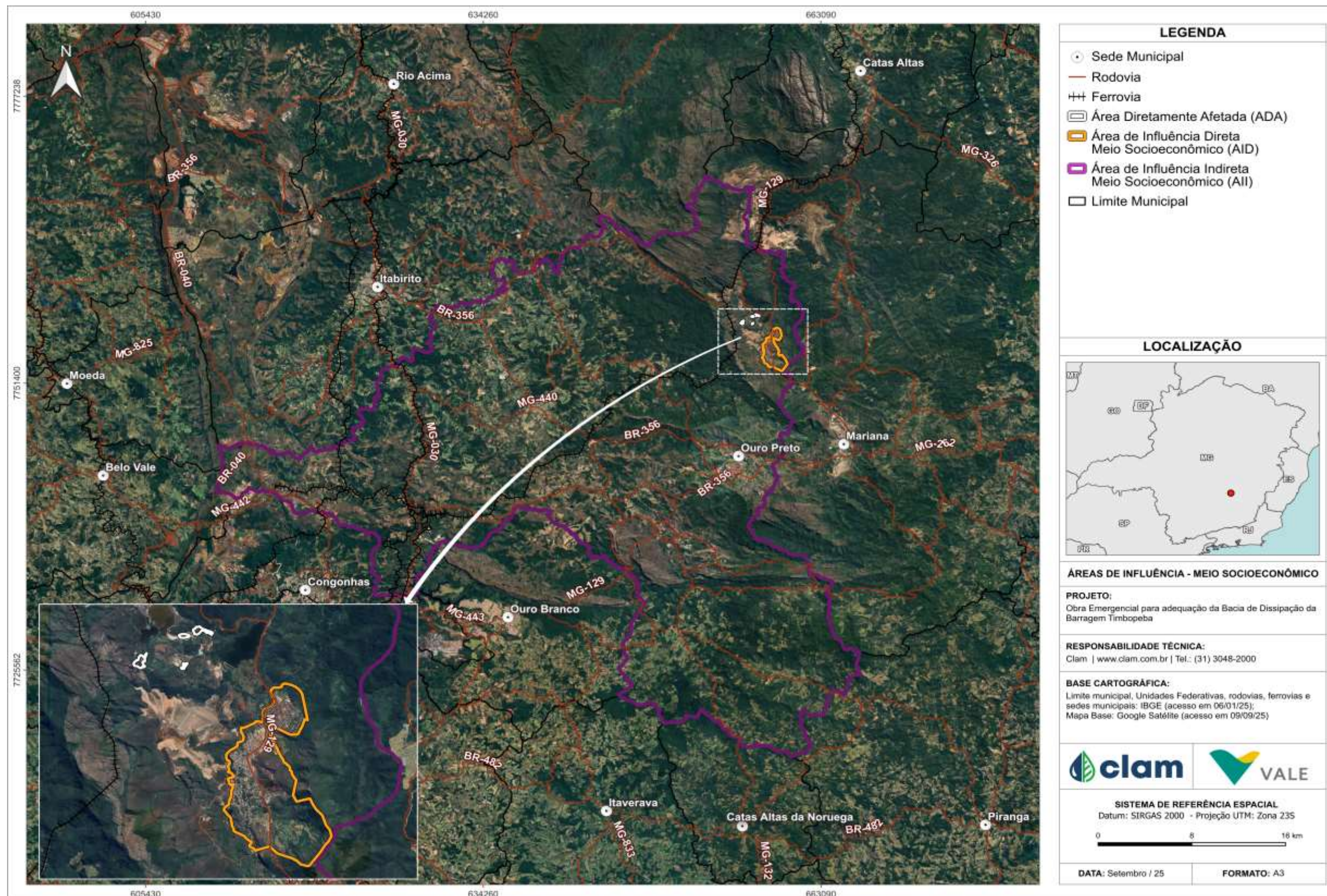


Figura 05 Áreas de Influência do Empreendimento



A definição das Áreas de Influência do Meio Socioeconômico foi estruturada a partir das informações obtidas no diagnóstico socioeconômico, considerando os territórios que compõem a Área de Estudo Local (AEL) e a Área de Estudo Regional (AER), bem como a análise dos impactos ambientais decorrentes da obra emergencial para adequação da bacia de dissipação do sistema extravasor da Barragem Timbopeba, localizada no município de Ouro Preto/MG.

O processo de delimitação considerou a interação entre a dinâmica socioeconômica local e regional, a área diretamente afetada pelas intervenções e a magnitude dos efeitos esperados, de forma a identificar as áreas mais suscetíveis a alterações decorrentes do empreendimento. Ressalta-se que a área de intervenção corresponde à Barragem de Timbopeba e às estruturas temporárias necessárias à execução das obras, incluindo canteiros de apoio e áreas de circulação operacional.

A delimitação das áreas de influência do meio socioeconômico fundamenta-se no diagnóstico realizado, integrando a Área de Estudo Local (AEL) e a Área de Estudo Regional (AER) com a leitura das frentes de intervenção da obra emergencial de adequação do canal de dissipação da Barragem de Timbopeba, no município de Ouro Preto/MG. O procedimento considera, de forma articulada, a ADA, os arranjos operacionais temporários (canteiros de apoio, pátios e acessos sob controle do empreendimento) e os vetores de interação socioeconômica identificados no território.

10.3.1. Área de Influência Direta – AID

A Área de Influência Direta (AID) para o meio socioeconômico foi delimitada com base na identificação e análise dos potenciais impactos locais associados à execução das obras emergenciais de Adequação da bacia de dissipação do sistema extravasor da Barragem Timbopeba. Esta definição considerou não apenas a área de intervenção física do empreendimento, mas também o alcance territorial das alterações temporárias capazes de afetar a percepção da população residente em seu entorno imediato.

Além das áreas da VALE, a AID compreende o distrito de Antônio Pereira, núcleo populacional cuja localização geográfica, proximidade física em relação à estrutura e uso compartilhado das vias de acesso com o empreendimento o tornam mais suscetível a interferências diretas. Essa vulnerabilidade decorre tanto da intensidade das atividades previstas quanto da percepção social associada à segurança e ao acompanhamento das obras, que impactam diretamente o sentimento coletivo de estabilidade e bem-estar territorial.

O distrito de Antônio Pereira, por ser o núcleo social mais próximo e funcionalmente relacionado às atividades do empreendimento, concentra percepções sociais de maior sensibilidade, que combinam expectativas positivas, vinculadas ao reforço da segurança estrutural da barragem.

Assim, a AID representa a área de maior vulnerabilidade e exposição direta aos efeitos socioeconômicos do empreendimento, constituindo-se como prioridade para as medidas de gestão social, abrangendo estratégias de comunicação técnica e transparente, controle de tráfego e minimização de incômodos.

10.3.2. Área de Influência Indireta – AI

Os efeitos indiretos associados às obras emergenciais da Barragem Timbopeba, localizada no Complexo Mariana, extrapolam os limites imediatos da ADA, alcançando dimensões mais amplas no território

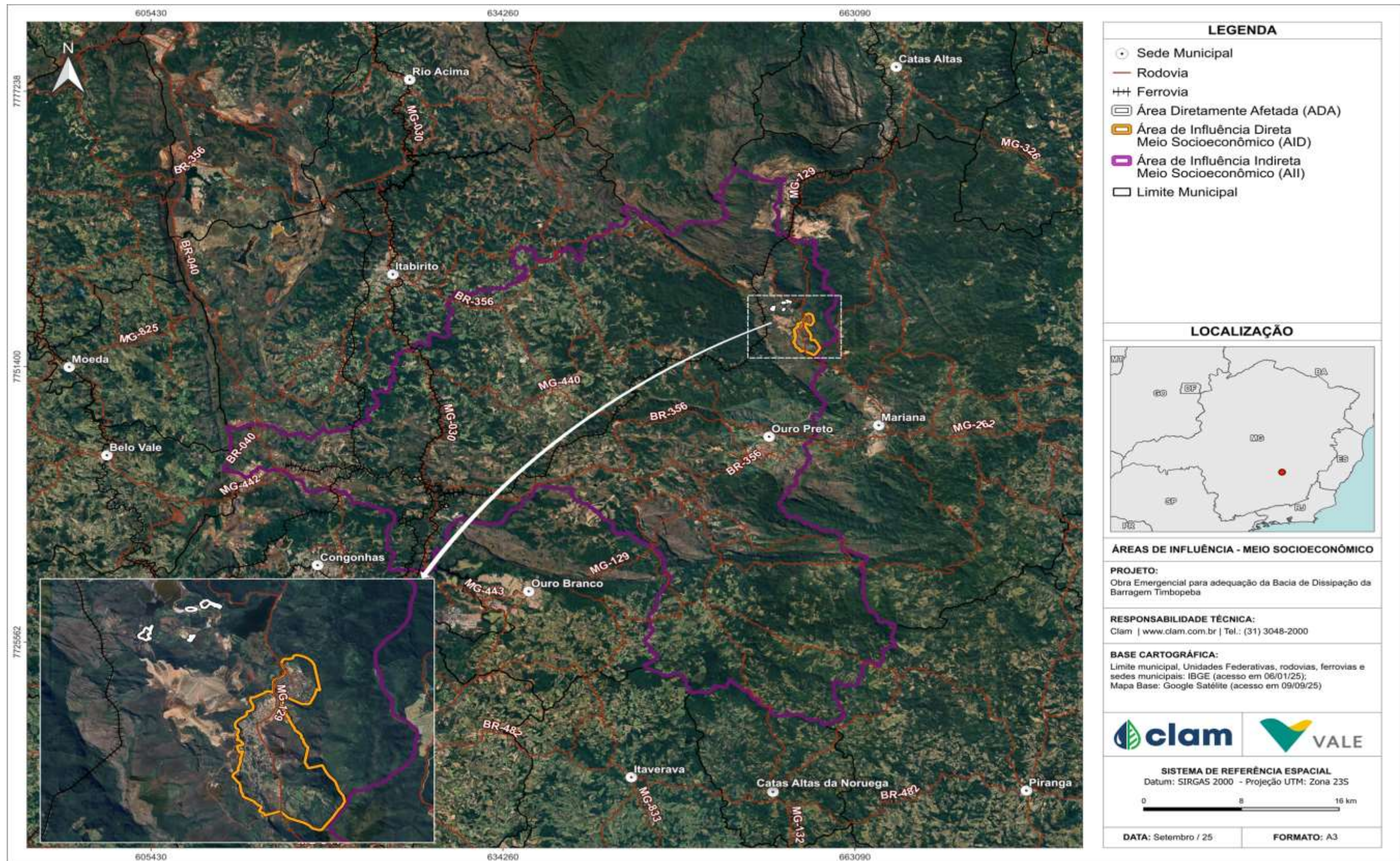


municipal. Por essa razão, definiu-se como Área de Influência Indireta (AII) para o meio socioeconômico a totalidade do município de Ouro Preto, considerando o potencial de repercussão das intervenções sobre a dinâmica social local.

A delimitação do município como AII se justifica pela abrangência dos impactos indiretos, que, embora não decorram de forma imediata das frentes de serviço, refletem na organização socioespacial e na atividade econômica. Durante a fase de implantação das obras emergenciais, a mobilização de trabalhadores e o aumento da demanda por insumos e serviços tendem a gerar efeitos que se estendem para além da comunidade diretamente afetada.

Adicionalmente, a elevação do fator de segurança da barragem decorrente das obras emergenciais contribui para ampliar a percepção de segurança em todo o município. Ainda que esse efeito seja intangível, ele repercute na vida cotidiana da população, reduzindo apreensões sociais associadas a possíveis riscos e fortalecendo a confiança da comunidade em relação às medidas adotadas.

Assim, a definição do município de Ouro Preto como AII permite uma abordagem mais abrangente dos efeitos indiretos, garantindo que sejam contempladas tanto as repercussões econômicas quanto aquelas vinculadas à percepção social.





11 PROGRAMAS, PLANOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste item será apresentado a proposição dos Programas, Planos e Medidas de Mitigação dos impactos ambientais, levantados no capítulo de Avaliação de Impactos, considerados negativos e/ou medidas potencializadoras dos impactos positivos ao longo da fase de implantação do Projeto. As medidas propostas visam tornar os impactos esperados assimiláveis pelo meio ambiente e socialmente aceitáveis. Conforme USAID (2005) as medidas aqui indicadas podem ser classificadas como:

- **Mitigadora:** quando a ação resulta na redução dos efeitos do impacto ambiental negativo;
- **Controle:** quando a ação tem como objetivo acompanhar as condições do fator ambiental afetado de modo a validar a avaliação do impacto negativo identificado e/ou da eficácia da medida mitigadora proposta para este impacto, e servir de subsídio para proposição de mitigação ou mesmo para aumento do conhecimento tecnológico e científico;
- **Compensatória:** quando a ação objetiva compensar um impacto ambiental negativo significativo e não mitigável através de melhorias em outro local ou por novo recurso, dentro ou fora da área de influência do empreendimento;
- **Potencializadora:** quando a ação resulta no aumento dos efeitos do impacto ambiental positivo.

Além disso, as medidas mitigadoras podem ser avaliadas quanto ao caráter, podendo ser: I) preventiva: quando a ação resulta na prevenção da ocorrência total ou parcial do impacto ambiental negativo e, II) corretiva: quando a ação resulta na correção total ou parcial do impacto ambiental negativo que já ocorreu.

O documento em questão, é parte integrante dos estudos ambientais, que possuem como finalidade subsidiar os processos de licenciamento ambiental junto aos órgãos ambientais responsáveis. Destaca-se, que as atividades de manejo de fauna e flora a serem executadas pelas equipes em campo visam a conservação das espécies nativas, sobretudo buscando mitigar e/ou anular os impactos diretos e indiretos provenientes das atividades de implantação do referido projeto, prevenindo a exposição aos riscos ou danos em função das atividades.

A Tabela 27 abaixo apresenta os planos e os programas propostos e executados para a mitigação e minimização dos impactos do projeto.

Tabela 27 Planos, Programas e Medidas para a mitigação e minimização de impactos

Impacto	Planos/Programas/Medidas	Meio
Alteração dos níveis de pressão sonora	Programa de Controle e Monitoramento de Ruído	Físico
Alteração da qualidade do ar	Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas	
Alteração da qualidade das águas superficiais	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Programa de Gestão de Efluentes	



Impacto	Planos/Programas/Medidas	Meio
	Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa	
Alteração da qualidade do solo	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa	
Alteração da dinâmica hídrica superficial/subterrânea	Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa	
Geração de áreas sem vegetação	Programa de Resgate de Germoplasma Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)	Flora
Geração de área antropizada	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)	
Geração de resíduos sólidos	Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais Programa de Educação Ambiental	
Geração de áreas reabilitadas	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)	
Afugentamento da Fauna	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna	Fauna
Perda de habitat	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna	
Perda de indivíduos da fauna	Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna	
Geração de expectativas e incertezas na população	Plano de Relacionamento com Comunidade	Socioeconômico
Interferência no cotidiano da população		
Alteração da paisagem		
Alteração na dinâmica da Economia Local		

11.1. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO FÍSICO

11.1.1. Programa de Gestão de Obras

11.1.1.1. Introdução

O Programa de Gestão de Obras abrange um conjunto de diretrizes e ações de controle, de modo a garantir que as atividades vinculadas às intervenções geradas pelas obras emergenciais para a adequação da bacia de dissipação da barragem de Timbopeba, sejam executadas em conformidade legal, com relação às questões ambientais.

As atividades poderão gerar impactos em diferentes matrizes ambientais durante a fase de implantação, de forma que se faz necessário a aplicação de medidas de controle ambiental de caráter preventivo e mitigador.

O programa envolve diretamente as empresas contratadas, que são os sujeitos diretos das ações geradoras de impactos e, concomitantemente, gestoras desses possíveis impactos.



11.1.1.2. Objetivo

O Programa de Gestão de Obras tem como objetivo geral garantir que os parâmetros monitorados estejam em conformidade com os padrões normativos estabelecidos.

11.1.1.3. Público-alvo

O público-alvo deste Programa são todos os colaboradores (próprios e terceirizados) envolvidos na fase de implantação do Projeto e toda a população que possa, direta ou indiretamente, ser afetada pelas atividades do empreendimento.

11.1.1.4. Atendimento a Requisitos Legais

Na Tabela 28 apresenta-se as leis, resoluções, requisitos legais e normais aplicáveis para elaboração do Programa de Gestão de Obras.

Tabela 28 Requisitos e normas aplicáveis para a elaboração do Programa de Gestão de Obra	
Requisito Legal	Descrição
Âmbito Federal	
Lei Federal 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.
Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei Federal nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos
Resolução CONAMA nº 01/1990	Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.
Resolução CONAMA nº 05/1989	Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR.
Resolução CONAMA nº 08/1993	Complementa a Resolução no 18/86, que institui, em caráter nacional, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, estabelecendo limites máximos de emissão de poluentes para os motores destinados a veículos pesados novos, nacionais e importados.
Resolução CONAMA nº 16/1995	Dispõe sobre os limites máximos de emissão de poluentes para os motores destinados a veículos pesados novos, nacionais e importados, e determina a homologação e certificação de veículos novos do ciclo Diesel quanto ao índice de fumaça em aceleração livre.
Resolução CONAMA nº 237/97	Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimento sujeitos ao licenciamento ambiental.
Resolução CONAMA nº 275/2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos e recomenda sua adoção na identificação de coletores e transportadores
Resolução CONAMA nº 307/2002	- Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.
Resolução CONAMA nº 313/2002	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos;
Resolução CONAMA nº 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 401/2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 416/2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada
Resolução CONAMA nº 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).



Requisito Legal	Descrição
Âmbito Federal	
Resolução CONAMA nº 491/2018	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.
Resolução CONAMA nº 450/2012	Altera a Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleos lubrificantes usados ou contaminados
Resolução CONAMA nº 506/2024	Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Revoga os arts. 1º ao 8º, os arts. 12 a 14 e o Anexo I da Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018; e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989.
Resolução DC ANTT nº 5.998/2022	Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, aprova suas Instruções Complementares, e dá outras providências.
ABNT NBR 10.151:2019 (Revisão 2020)	Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral.
Norma ABNT NBR 12.897:1993	Emprego do opacímetro de amostragem e de fluxo total, para medição da fuligem do gás de escape de motores Diesel operando em regime constante e transiente.
Norma ABNT NBR 13.037:2001	Veículos rodoviários automotores - Gás de escape emitido por motor diesel em aceleração livre - Determinação da opacidade.
Instrução Normativa IBAMA nº 06/2010	Estabelece os requisitos técnicos para regulamentar os procedimentos para avaliação do estado de manutenção dos veículos em uso.
Portaria IBAMA nº 85/1996	Dispõe que toda empresa possuidora de frota de transporte de carga ou de passageiros, cujos veículos sejam movidos a óleo diesel, deverão criar e adotar um programa interno de autofiscalização da correta manutenção da frota quanto a emissão de fumaça preta, conforme diretrizes constantes do anexo desta portaria
Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Deliberação nº 11/2017	Disciplina a implementação de sistemas de logística reversa.
Portaria MMA nº 280/2020	Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019
Instrução Normativa IBAMA nº 01/2013	Regulamenta o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (CNORP), estabelece sua integração com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF-APP) e com o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF-Ainda), e define os procedimentos administrativos relacionados ao cadastramento e prestação de informações sobre resíduos sólidos, inclusive os rejeitos e os considerados perigosos.
Instrução Normativa IBAMA nº 13/2012	Publica a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos, a qual será utilizada pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental e pelo Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos, bem como por futuros sistemas informatizados do Ibama que possam vir a tratar de resíduos sólidos.
Norma ABNT NBR 1.585:1986	Veículos rodoviários - Código de ensaio de motores - Potência líquida efetiva.
Norma ABNT NBR 6.016:2015	Gás de escape de motor Diesel - Avaliação de teor de fuligem com a escala de <i>Ringelmann</i> .
ABNT NBR 10.004:2004	Resíduos Sólidos - Classificação
ABNT NBR 10.004:2024*	Resíduos Sólidos - Parte 1: Requisitos de classificação
ABNT NBR 10.004:2024*	Resíduos Sólidos - Parte 2: Sistema geral de classificação de resíduos (SGCR)
ABNT NBR 10.005:2004	Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.006:2004	Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
ABNT NBR 10.007:2004	Amostragem de Resíduos Sólidos.
ABNT NBR 10.151:2019 (Revisão 2020)	Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral.



Requisito Legal	Descrição
Âmbito Federal	
ABNT NBR 11.174:1990	Armazenamento de Resíduos Sólidos. Classes II – Não Inertes e III – Inertes.
ABNT NBR 12.807:1993	Resíduos de Serviços de Saúde - Terminologia.
ABNT NBR 12.808:1993	Resíduos de Serviços de Saúde - Classificação.
ABNT NBR 12.809:2013	Resíduos de serviços de saúde - Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
ABNT NBR 12.810:2020	Coleta de resíduos de serviços de saúde
ABNT NBR 12.235:1992	Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos.
Norma ABNT NBR 12.897:1993	Emprego do opacímetro de amostragem e de fluxo total, para medição da fuligem do gás de escapamento de motores Diesel operando em regime constante e transiente.
Norma ABNT NBR 13.037:2001	Veículos rodoviários automotores - Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre - Determinação da opacidade.
ABNT NBR 13.221:2003	Transporte Terrestre de Resíduos.
Norma ABNT NBR 1585:1986	Veículos rodoviários - Código de ensaio de motores - Potência líquida efetiva.
ABNT NBR 17.100:2023	Gerenciamento de Resíduos
Âmbito Estadual	
Lei nº 7.302/1978	Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais.
Lei Estadual nº 7.772/1980	Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.
Lei Estadual nº 13.199/1999	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Lei Estadual nº 10.100/1990	Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais.
Lei nº 18.031/2009	Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos.
Lei nº 21.972/2016	Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA – e dá outras providências.
Lei Estadual nº 24.439/2023	Altera a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
Deliberação COPAM/CERH-MG N°1/2008	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

11.1.1.5. Metodologia e Descrição das Ações

No Programa de Gestão de Obras as ações de controle ambiental consistem na utilização de procedimentos e equipamentos para conferir conformidade às boas práticas ambientais antecipando a prevenção de não conformidades.

A Tabela 29 apresenta as medidas que deverão ser consideradas conforme os impactos de cada atividade necessária para execução do projeto.



Tabela 29 Ações a serem consideradas por aspecto gerado nas atividades do projeto

Aspecto	Ações	Controle
Geração de resíduos sólidos	Gerenciamento adequado dos resíduos, incluindo a segregação por tipologia e acondicionamento em Depósitos intermediários de Resíduos (DIR) e destinação para empresas ambientalmente licenciadas.	Fiscalização em campo por meio da gerenciadora da obra. Conferência do correto acondicionamento e segregação no DIR e encaminhamento para a CMD.
Geração de efluentes sanitários	Gerenciamento dos efluentes de forma adequada e eficiente, incluindo a limpeza dos banheiros diariamente e a coleta dos efluentes por caminhões de sucção (limpa fossa) licenciados, bem como a destinação final realizada por empresa licenciada.	Fiscalização em campo por meio da gerenciadora da obra.
Geração de ruído	Realização de manutenção de máquinas e equipamentos em oficinas que atendem a frota da(s) empreiteiras fora da área de intervenção. Orientação aos motoristas para evitar o uso das buzinas desnecessariamente.	Fiscalização em campo por meio da gerenciadora da obra; Apontamento de ruído excessivo, realização de testes de opacidade. Caso seja identificado veículo inconforme, este deverá ser removido da área de trabalho e encaminhamento para manutenção.
Geração de gases de combustão e geração de material particulado.	Realização de manutenção de máquinas e equipamentos em oficinas que atendem a frota da(s) empreiteiras fora da área de intervenção; Umectação das vias de acesso internas não pavimentadas; Monitoramento da qualidade do ar.	Fiscalização de campo pela gerenciadora; Indicação de não conformidades observadas durante o monitoramento da qualidade do ar; Caso seja identificado veículo inconforme, este deverá ser removido da área de trabalho e encaminhamento para manutenção.
Geração de material solto	Instalação de dispositivos de drenagem pluvial e de contenção de sedimentos; Monitoramento e controle de processos erosivos.	Fiscalização de campo pela gerenciadora; Indicação de processos erosivos observados durante as atividades.

11.1.1.5.1. Controle e Monitoramento da Qualidade do Ar

11.1.1.5.1.1. Controle de Particulados e Gases de Combustão

Durante a fase de implantação, nas etapas de execução de cortes, aterros e terraplenagem, bem como na movimentação de máquinas e veículos pesados, ocorre a geração de emissões de material particulado e gases de combustão.

Os principais controles adotados pelo projeto são:

- Manutenção preventiva de veículos e equipamentos;
- Umectação das vias de acesso e locais de solo exposto.

O plano de manutenção dos veículos e equipamentos é realizado conforme a Instrução Normativa IBAMA nº 06/2010.

A umectação das vias para controle de poeira foi realizada por caminhões-pipa que percorrem toda a extensão da ADA. A intensidade e a frequência dessa aspersão variaram de acordo com as condições de implantação e meteorológicas.

Foram realizadas inspeções diárias em veículos e equipamentos antes do início das atividades, com o



objetivo de identificar possíveis anormalidades. Nessas inspeções, foram verificadas as condições dos pneus, indícios de vazamentos, níveis de água e óleo e o consumo médio de combustível do último turno. A geração de gases devido à queima de óleo diesel foi minimizada por meio de manutenções periódicas, programadas conforme a frequência recomendada pelos fabricantes.

As emissões de material particulado provenientes dos motores a diesel resultam principalmente da combustão incompleta e da formação de partículas de fuligem, processos que são evitados por meio de manutenção e regulagem adequadas. Além disso, os gases (CO, NOx e HC) são significativamente reduzidos quando ocorre uma queima eficiente do combustível, o que também depende da manutenção apropriada dos veículos e equipamentos.

A manutenção preventiva atua como medida de controle, pois garante que veículos e equipamentos operem em bom estado. Um motor em boas condições favorece a combustão mais completa do combustível, reduzindo a geração de poluentes. Da mesma forma, um sistema de escapamento em conformidade contribui para o adequado direcionamento e, quando aplicável, a filtragem dos gases emitidos, minimizando a liberação de material particulado e outros contaminantes na atmosfera.

Adoção de inspeções periódicas e uso de combustíveis de melhor qualidade são medidas complementares que potencializam a eficiência desse controle. Essa manutenção inclui revisões programadas, trocas de peças, regulagem de motores e demais componentes, além de verificações de funcionamento e vazamentos. O objetivo é assegurar o bom funcionamento, a eficiência e a segurança dos veículos e equipamentos, prevenindo defeitos que possam causar danos, paralisações ou impactos ambientais. As manutenções são realizadas conforme a periodicidade e as especificações recomendadas pelos fabricantes, sendo devidamente registradas.

11.1.1.5.1.2. Monitoramento das Emissões Atmosféricas

O monitoramento das emissões atmosféricas em veículos e equipamentos foi realizado por meio da medição da fumaça preta emitida pelos escapamentos, utilizando duas metodologias de ensaio: a escala *Ringelmann* ou o Opacímetro.

O monitoramento de opacidade das emissões de gases de combustão segue a Resolução CONAMA nº 16/1995, que determina a aplicação da Norma ABNT NBR 13.037:2001 e estabelece o Valor Máximo Permitido (VMP) para veículos que atendem à fase III da Resolução CONAMA nº 08/1993.

O controle de fumaça preta é realizado com base na escala *Ringelmann*, conforme metodologia descrita na Norma ABNT NBR 6.016:2015, que define as diretrizes de impressão da escala, método de ensaio e análise de resultados.

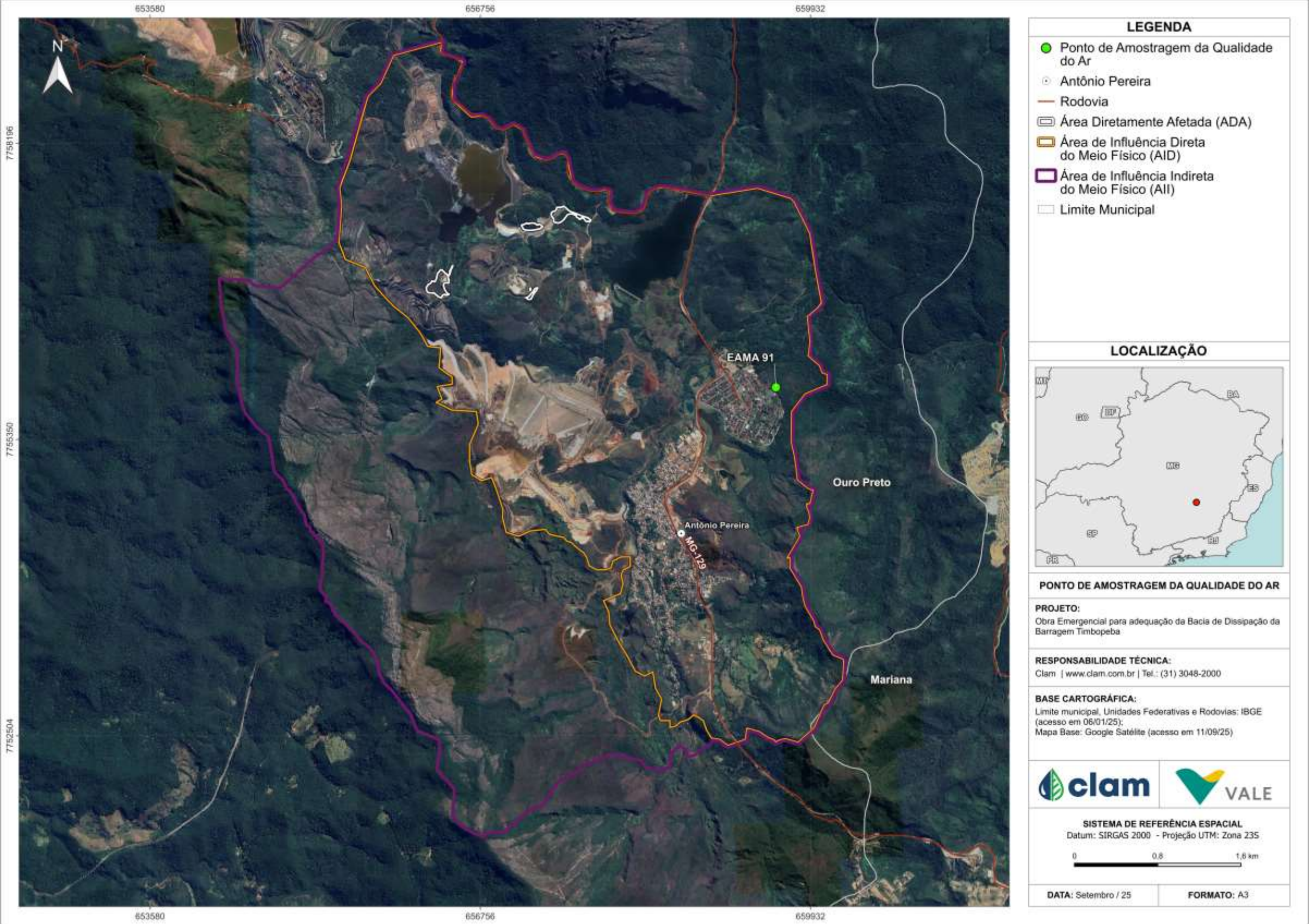
11.1.1.5.1.3. Monitoramento da Qualidade do Ar

O monitoramento da qualidade do ar foi realizado de forma contínua na estação automática localizada no distrito de Antônio Pereira, sendo coletados dados de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (MP₁₀), com frequência diária (Tabela 30). A localização geográfica da estação EAMA 91 pode ser vista na Figura 07.



Tabela 30 Estação de monitoramento da qualidade do ar

Estação	Coordenadas			Distância aproximada da ADA (km)	Parâmetros Avaliados
	Datum horizontal SIRGAS 2000, Fuso 23S				
	Longitude	Latitude			
EAMA 91	6596000	7755851	2,94	PTS e MP ₁₀	





11.1.1.5.2. Controle de Ruído

As emissões de ruído na implantação do projeto têm origem na movimentação veículos e equipamentos pesados. Considerando as especificidades de cada etapa do processo, foram adotados métodos de controle adequados, tais como:

- Plano de manutenção de veículos e equipamentos;
- Controle da velocidade nas vias;
- Uso consciente da buzina.

O plano de manutenção preventiva consiste em um cronograma estruturado com checklist, seguindo a Instrução Normativa IBAMA nº 06/2010. O objetivo é evitar a geração de ruídos por falhas mecânicas ou desgaste de peças.

Durante o tráfego de veículos de diferentes portes, o som dos motores e o atrito dos pneus com o solo elevam os níveis de pressão sonora. Assim, o controle de velocidade foi aplicado nas vias de acesso e áreas internas, a fim de reduzir os níveis de ruído proveniente dessa ação.

Quanto ao uso consciente das buzinas, a equipe recebeu orientações específicas para evitar o uso excessivo, reduzindo incômodos e prevenindo alterações desnecessárias nos níveis sonoros.

11.1.1.5.3. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

O Gerenciamento de Resíduos Sólidos do projeto foi executado com base nas etapas de geração (origem e quantidade), segregação, coleta, armazenamento, transporte interno e externo e destinação final ambientalmente adequada e sustentável dos resíduos.

Esse engloba um modelo baseado na hierarquia do gerenciamento de resíduos sólidos da ABNT NBR 17.100:2023, conforme demonstrado pela Figura 08, que visa:

- A não geração de resíduos sólidos;
- Redução da geração de resíduos;
- Redução da toxicidade dos resíduos;
- Reúso dos resíduos;
- Reciclagem/ Recuperação dos resíduos;
- Redução do volume de resíduos;
- Destinação final adequada.



Figura 08 Hierarquização do gerenciamento de resíduos sólidos.

As etapas do gerenciamento de resíduos do Projeto estão pautadas nas seguintes etapas:

- Prevenção, Minimização e não geração;
- Geração e classificação dos resíduos;
- Segregação;
- Manuseio, acondicionamento e armazenamento;
- Transporte interno e externo; e
- Destinação final.

11.1.1.5.3.1. Prevenção, Minimização e não geração

É essencial que em todas as atividades tenha-se foco não apenas na eficiência operacional, mas também na redução do uso de produtos, visando eliminar ou minimizar a geração de resíduos.

Ao adotar práticas de redução de desperdício e reutilização de materiais, as instalações podem não apenas diminuir o impacto ambiental, mas também obter benefícios econômicos significativos. Recomenda-se a realização de campanhas de conscientização sobre a importância do gerenciamento e reaproveitamento de resíduos.

11.1.1.5.3.2. Geração e Classificação

Os resíduos gerados no projeto incluem embalagens, resíduos de banheiros e refeitórios, além de resíduos decorrentes de supressão vegetal.

Resíduos domésticos e urbanos

A classificação considera a identificação do processo ou atividade de origem, os constituintes e as características dos resíduos baseadas nas matérias-primas e insumos. Os resíduos provenientes das atividades desenvolvidas no Projeto, devem ser classificados quanto à periculosidade conforme os critérios da norma ABNT NBR 10.004:2004 (Resíduos Sólidos – Classificação). Esta atualização da norma não subdivide os resíduos não perigosos em não inertes e inertes, visto isso, os resíduos serão divididos em Classe I - Resíduo Perigoso e Classe II - Resíduo Não Perigoso. A Tabela 31 apresenta a



descrição de cada uma das duas classes, enquanto a Figura 09 ilustra as etapas de classificação no fluxograma, conforme a norma ABNT NBR 10.004:2024.

Tabela 31 Classificação de Resíduos conforme a ABNT NBR 10.004:2024

Classe	Descrição
Resíduos classe I - Perigosos	São aqueles que apresentem periculosidade por suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, que possam apresentar risco a saúde pública e/ou meio ambiente ou pelo menos uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
Resíduos classe II – Não Perigosos	São aqueles que não possuem características de periculosidade.

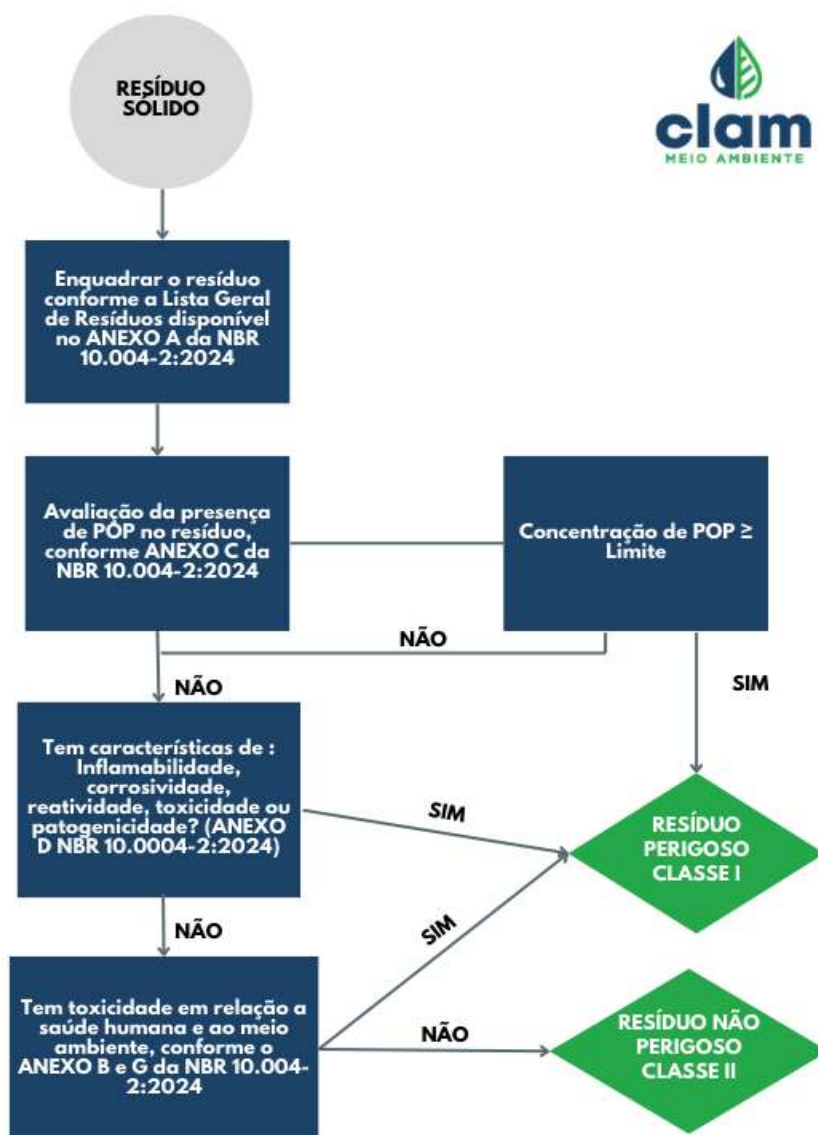


Figura 09 Formulário orientativo para a classificação dos resíduos conforme a ABNT 10.004:2024



11.1.1.5.3.3. Segregação

A segregação adequada de resíduos sólidos evita a mistura de materiais incompatíveis, promove a aplicação da hierarquia de gestão e conserva a qualidade dos resíduos passíveis de reutilização ou reciclagem, além de reduzir o volume de resíduos perigosos. Essa etapa deve ocorrer diretamente no ponto de geração, considerando as características químicas e biológicas do resíduo, assim como seu estado físico (sólido ou líquido).

A segregação na área geradora envolve a coleta seletiva, ou seja, a separação dos resíduos conforme as Classes definidas pela Norma ABNT NBR 10.004:2024, com o uso do padrão de cores estabelecido pela Resolução CONAMA nº 275/2001 (Figura 10), a fim de maximizar a eficiência na reutilização e reciclagem, bem como evitar a contaminação de resíduos Classe II por resíduos de Classe I. Os resíduos segregados foram inicialmente acondicionados em coletores, caçambas e sacolas plásticas específicas.

Os coletores de resíduos foram disponibilizados próximos às fontes de geração, em locais visíveis e de fácil acesso. Destaca-se que, para resíduos líquidos, é importante considerar a necessidade de acondicionamento e compatibilidade da embalagem.

A Figura 10 apresenta os códigos de cores para sinalização das tipologias de materiais, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 275/2001, que devem ser adotados para identificação dos resíduos.



Figura 10 Cores para sinalização das tipologias de resíduos
Fonte: CLAM (2025)

11.1.1.5.3.4. Manuseio, acondicionamento e armazenamento

Após a segregação dos resíduos, o manuseio foi realizado com cautela para evitar danos aos profissionais envolvidos na coleta, garantir a integridade da segregação e prevenir vazamentos. Dado o risco potencial de acidentes durante o manuseio, os profissionais devem utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) e/ou coletiva, conforme previsto na Norma Regulamentadora 6 – NR 6, Anexo I, do Manual de Segurança e Medicina do Trabalho. Para o manuseio de frascos e embalagens de produtos perigosos, é obrigatória a utilização de EPIs, de acordo com as especificações descritas nas fichas de dados de segurança (FDS).

Em relação ao armazenamento de resíduos, as estruturas devem ser projetadas, construídas, equipadas e operadas de forma ambientalmente adequada às tipologias a receber, a fim de evitar danos ou riscos à



saúde pública e ao meio ambiente (ABNT, 2023). O armazenamento de resíduos perigosos (Classe I) deve ser realizado conforme a ABNT NBR 12.235:1992, que define os tipos de estruturas adequadas, como tanques, diques, tambores, contêineres e bacias de contenção, além de especificar as condições do local, como ventilação e impermeabilização do solo. Para os resíduos não perigosos (Classe II), a referência é a ABNT NBR 11.174:1990, que fornece orientações sobre os locais de armazenamento e operações das instalações, incluindo sinalização e outros aspectos.

O acondicionamento e armazenamento em diferentes tipos de estruturas é descrito a seguir, fornecendo orientações sobre as práticas adequadas.

Resíduos de Classe II

Os resíduos de Classe II, que possuem características de biodegradabilidade e solubilidade em água, devem ser armazenados em locais cobertos e com piso impermeabilizado. Já os resíduos que não possuem essas características, podem ser armazenados à céu aberto ou em locais cobertos, sem necessidade de piso impermeabilizado, considerando:

- Se em forma de pó, grãos ou flocos, deve-se evitar o arraste eólico (pelo vento) e/ou arraste pela chuva;
- Se em tambores, *big bag's*: proporcionar empilhamento seguro dos tambores e cobrir os *big bags's* com plásticos resistentes, de forma a se evitar empoçamento de água e possível proliferação de vetores (caso seja em área aberta).
- Pneus e outros resíduos que possuem cavidades, devem ser estocados em local fechado ou aberto (nesse caso, cobrir com lonas ou plásticos resistentes, de forma a se evitar empoçamento).

Resíduos Classe I

O armazenamento de Resíduos Classe I (Perigosos) deve ser realizado sobre *pallet* e em edificações cobertas e estanques, devidamente impermeabilizadas, ventiladas e adequadamente sinalizadas, com sistema elétrico antiexplosivo e sistema de proteção em caso de incêndio.

No caso de resíduos:

- Sólidos: estocar em local coberto e impermeabilizado;
- Líquidos: é necessária bacia de contenção, sinalização de segurança e de comunicação de risco, Kit de emergência e sistema de contenção de vazamentos de líquidos dimensionado para 10% do volume armazenado.
- Inflamáveis, explosivos ou combustíveis: devem ser armazenados separadamente dos demais resíduos perigosos, em bacia de contenção impermeabilizada, é necessário extintor de incêndio, iluminação adequada, sinalização de segurança e de comunicação de risco.

11.1.1.5.3.5. Orientações gerais para as estruturas de armazenamento e acondicionamento

- As estruturas de acondicionamento não devem apresentar defeitos estruturais, amassados ou ferrugem acentuada;



- Os resíduos líquidos e pastosos devem ser armazenados em área segregada e provida de um kit de contenção de vazamentos de líquidos. Deverá ter ainda, uma bacia de contenção, a qual deve ter capacidade suficiente para conter, no mínimo, 10% do volume total dos contêineres e/ou tambores ou o volume do maior recipiente armazenado, qualquer que seja o seu tamanho;
- O local de armazenamento deve ser sinalizando, quanto as tipologias armazenadas, os riscos provenientes e números a serem acionados em casos de emergências;
- Devem sempre ser mantidas fechadas, exceto por ocasião da manipulação dos resíduos;
- Dispostas na área respeitando-se as características de compatibilidade e armazenadas de forma a facilitar inspeções visuais;
- Inspeccionadas, periodicamente, a fim de detectar possíveis pontos de deterioração e vazamentos causados por corrosão ou outros fatores;
- O armazenamento temporário do resíduo deve ser feito por período máximo de 150 dias para os resíduos Classe I (Perigosos) e 180 dias para resíduos Classe II.

11.1.1.5.3.6. Transporte interno e externo

Transporte interno

As atividades de coleta e transporte interno de resíduos seguiram as diretrizes estabelecidas nas etapas anteriores. Esse processo ocorre quando as estruturas de armazenamento nas áreas geradoras atingem sua capacidade máxima.

Transporte externo

Para o transporte externo, o empreendimento foi responsável por gerenciar o processo de emissão de documentação e todas as autorizações necessárias para garantir que o transporte externo ocorresse de maneira adequada, por empresas terceirizadas licenciadas, conforme as legislações federais, estaduais e municipais. Essas autorizações foram armazenadas em um diretório ou sistema definido pela própria empresa, facilitando a consulta a esses documentos quando necessário.

O transporte de resíduos perigosos (Classe I) deve ser acompanhado de uma cópia da Ficha de Emergência, bem como de uma versão física ou digital do documento de rastreio. Além disso, é necessária a inspeção das condições do veículo, assegurando que ele esteja em conformidade com os critérios estabelecidos pelas normas técnicas ABNT NBR 7.500:2023 e ABNT NBR 13.221:2023, a fim de garantir uma logística segura. Ademais, todo transporte foi precedido de emissão do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), utilizando o sistema estadual.

Por fim, o transporte dos resíduos deve atender às exigências de acordo com a classificação dos resíduos, considerando os respectivos riscos e os critérios de classificação constantes na Resolução ANTT nº 5.998/2022 para o transporte rodoviário de produtos perigosos (Classe I), que também exige licenciamento ambiental conforme a Resolução CONAMA nº 237/97, por parte da transportadora.

11.1.1.5.3.7. Destinação final

De acordo com a Lei Federal nº 12.305/2010 e a ABNT NBR 17.100:2023, os resíduos devem ter uma



destinação final ambientalmente adequada, que varia conforme o tipo de resíduo e pode incluir reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético, entre outras destinações autorizadas pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). A disposição final deve seguir normas operacionais específicas para evitar riscos à saúde pública e segurança, além de minimizar impactos ambientais.

Nesta etapa, o empreendimento foi responsável por gerenciar e armazenar os Certificados de Destinação Final (CDF) emitidos pelas empresas contratadas que realizaram o transporte de resíduos do projeto.

11.1.1.5.4. Gestão de Efluentes

No projeto ocorre a geração de efluentes sanitários em função da presença de colaboradores envolvidos na execução das atividades previstas na fase de implantação do projeto. Para atender a essa demanda, são utilizados banheiros hidráulicos devidamente estruturados para garantir condições adequadas de higiene e saúde aos trabalhadores.

A manutenção desses sistemas, bem como a coleta, transporte e remoção periódica dos efluentes gerados, constitui responsabilidade direta do projeto ou, quando aplicável, de empresa terceirizada contratada para a execução das atividades. Do mesmo modo, a destinação final dos efluentes deve ser realizada de forma ambientalmente adequada, em conformidade com as normas técnicas e legais vigentes, de modo a assegurar a proteção do solo e das águas superficiais.

O Programa será aplicado para assegurar a gestão adequada dos efluentes, bem como promover inspeções periódicas e sistemáticas, garantindo que todas as etapas sejam executadas corretamente e reforçando o compromisso de evitar os possíveis impactos associados a geração de efluentes.

11.1.1.5.5. Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa

O monitoramento e controle de processos erosivos parte do mapeamento das áreas que possuam vulnerabilidade erosiva, que pode se basear em um conjunto de fatores como análise climática, topográfica, e uso, cobertura e propriedades do solo, mediante a interferência antrópica. Para evitar o carreamento de material solto e alteração da estrutura do solo, foi realizado o monitoramento de processos erosivos existentes, implantação de sistemas de drenagem pluvial, além de técnicas de recuperação de áreas, quando possível.

O processo de implantação do empreendimento envolve diferentes estruturas, que são: vias de acesso, canteiro de obras e obras de adequação. A implantação dessas estruturas pode acarretar na exposição do solo, surgimento de processos erosivos e carreamento de material solto, portanto, essas são alvos de monitoramento constante, tal como, ações preventivas para evitar o carreamento de material solto.

O projeto realiza a aplicação do programa de forma que haja:

- Realização de ações de prevenção adequada a cada caso;
- Realização de ações de controle de carreamento de sedimentos e assoreamento de cursos d'água através da implantação de dispositivos e estruturas de drenagem e contenção de sedimentos.



11.1.1.5.5.1. Sistema de Controle de Sedimentos

Para reter sedimentos e reduzir a velocidade do escoamento superficial, são instalados sistemas de drenagem compostos por canaletas, descidas d'água e dissipadores de energia, além de sistemas de contenção, distribuídos ao longo da ADA.

Esses sistemas são planejados estrategicamente de acordo com a disposição das águas pluviais na ADA e passam por manutenção e limpeza periódicas, garantindo máxima eficiência e evitando obstruções.

11.1.1.5.5.2. Recuperação de Taludes

O solo com cobertura vegetal, principalmente em áreas com vulnerabilidade erosiva, se torna uma barreira natural em períodos chuvosos. Isso ocorre uma vez que, na falta de obstáculos à enxurrada, há aumento na velocidade de escoamento, e consequentemente, eleva a probabilidade de carreamento do solo, resultando no surgimento ou intensificação de processos erosivos. Diante disso, além das estruturas supracitadas, faz-se necessária a reconformação topográfica nas áreas, sempre que possível, assim como constante monitoramento e manutenção destas, visando principalmente a estabilização geotécnica, a redução da velocidade de escoamento, o aumento do tempo de permanência, assim como da taxa de infiltração do solo, e evitando a exposição do solo.

Salienta-se que, a execução dos procedimentos para recuperação das áreas alteradas deverá ser conjugada com as ações previstas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) deste PCA, o qual norteará a formação das equipes responsáveis (profissionais habilitados) sobre métodos, espécies e proporção para a execução das atividades previstas neste tópico.

As técnicas a serem adotadas para a recuperação de taludes vão variar de acordo com a necessidade de cada área, baseada na susceptibilidade a processos erosivos e as características da conformação do terreno, como altura e inclinações acentuadas, recomendado soluções de engenharia civil.

11.1.1.5.5.3. Monitoramento de processos erosivos

O monitoramento de processos erosivos e instabilidades geotécnicas (movimentos de massa) é realizado por meio de inspeções visuais, com registro fotográfico e descrição detalhada das áreas. As inspeções podem ser divididas em duas etapas: Inspeções Prévias e Inspeções Programadas, sendo elas descritas abaixo:

- Inspeções prévias: orienta-se que seja feita inspeções antes do início das obras de instalação do projeto, objetivando-se a identificação de processos de degradação já existentes;
- Inspeções programadas: orienta-se a programação de vistorias de campo programadas ao longo do período de implantação do empreendimento. O objetivo é identificar novos processos e monitorar os já existentes.

As inspeções visuais deverão ser realizadas nas seguintes áreas:

- Taludes de corte/aterro e áreas terraplanadas que apresentem substrato (solo/ rocha) exposto;
- Áreas onde houver concentração de descarga pluvial (talvegues naturais a jusante de áreas terraplanadas);



- Pontos de descarga de dispositivos de drenagem superficial (saídas d'água, bueiros, etc.) em estradas de acesso (taludes de corte/aterro) e em platôs formados na terraplanagem.

Os processos erosivos e de instabilidades verificados deverão sempre ser registrados em *checklist* de levantamento de campo, contendo as seguintes informações:

- Data, nomenclatura e localização do ponto monitorado (coordenadas geográficas - SIRGAS 2000/23S);
- Descrição da área e entorno (relevo, declividade, vegetação, tipo de material);
- Tipologia, caracterização e dimensão do processo erosivo ou instabilidade identificados (voçoroca, ravina, sulco, erosão laminar, deslizamento etc.);
- Indicação da presença de dispositivos de controle (condição atual, se faz necessária ou não a manutenção e/ou limpeza do mesmo).

A Tabela 32 apresenta uma sugestão de modelo de *checklist* a ser seguido durante o monitoramento destas áreas.

Tabela 32 Modelo *checklist* sugerido para monitoramento de processos erosivos

Monitoramento de Processos Erosivos – Recomendações Técnicas							
Ponto	Coordenada	Data vistoria	Descrição da área e entorno	Caracterização processo erosivo/ instabilidade identificada	Dispositivos de controle existente? (se sim, qual a condição atual)	Necessidade Monitoramento	Recomendação técnica
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

O modelo acima servirá de base para uma Análise Preliminar de Risco (APR), tal como auxílio das ferramentas já adotadas no Projeto.

11.1.1.6. Objetivos, Metas e Indicadores

O objetivo específico do programa é garantir que os parâmetros monitorados estejam de acordo com os padrões normativos. O item de meta e indicadores não se aplica ao Programa de Gestão de Obras, visto que as medidas executadas devem cumprir os padrões definidos na legislação.

11.1.1.7. Acompanhamento e Avaliação

Para acompanhamento e avaliação das medidas e ações previstas para o Programa de Gestão de obras, indica-se:

- Reporte e evidência das atividades realizadas, por meio de relatórios de execução com evidências fotográficas.

E ainda, para cada ação, seguem as indicações:

11.1.1.7.1. Controle e Monitoramento da qualidade do ar

Os dados de monitoramento devem ser comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 506/2024, que atualizou a Resolução CONAMA n° 491/2018. No âmbito estadual, a Deliberação Normativa COPA n° 248/2023, estabelece diretrizes para o gerenciamento da qualidade do



ar no Estado de Minas Gerais, incluindo os procedimentos para avaliação, controle e divulgação dos dados, em consonância com os padrões nacionais. Todas as legislações supracitadas possuem os mesmos limites de concentração para os parâmetros de qualidade do ar, conforme Tabela 33.

Para as Partículas Totais em Suspensão (PTS), a comparação deve ser realizada com base no Padrão de Qualidade do Ar Final (PF). Já para o parâmetro MP₁₀, devem ser utilizados os Padrões de Qualidade do Ar Intermediário – Nível 2 (PI-2), vigente a partir de 1º de janeiro de 2025.

Tabela 33 Padrões e limites legais estabelecidos para avaliação da qualidade do ar

Parâmetros	Padrão	Valor
Partículas Totais em Suspensão - PTS	PF – Concentração média geométrica anual	80 µg/m³
	PF – Concentração média de 24 horas	240 µg/m³
Material Particulado – MP ₁₀	PI – 2 - Concentração média aritmética anual	35 µg/m³
	PI – 2 - Concentração média de 24 horas	100 µg/m³

Fonte: CLAM, adaptado de BRASIL, 2024.

Além disso, deve ser utilizado o Índice de Qualidade do Ar (IQAr), criado com o objetivo de facilitar a comunicação e divulgação da informação à população, calculado a partir da equação abaixo e classificado conforme as faixas de concentração dos parâmetros de qualidade do ar, conforme apresentado na Tabela 34.

Na equação, são utilizados os seguintes valores:

- I_{ini} e I_{fin} : Valores inicial e final do índice para a respectiva faixa de classificação;
- C_{ini} e C_{fin} : Concentração mínima e máxima do parâmetro para a mesma faixa;
- C : Concentração medida do parâmetro no ar.

$$IQAr = I_{ini} + \frac{I_{fin} - I_{ini}}{C_{fin} - C_{ini}} \times (C - C_{ini})$$

Tabela 34 Estrutura do índice de qualidade do ar

Qualidade	Índice	MP ₁₀	MP _{2,5}
		(µg/m³)	(µg/m³)
		24h	24h
N1 - Boa	0 - 40	0 – 45	0 – 15
N2 - Moderada	41 - 80	>50 – 100	>25 – 50
N3 - Ruim	81 - 120	>100 – 150	>50 – 75
N4 - Muito Ruim	121 - 200	>150 – 250	>75 – 125
N5 - Péssima	201 - 400	>250 – 600	>125 – 300

Fonte: CLAM, adaptado de MMA, 2020.



11.1.1.7.2. Controle de Ruído

O acompanhamento das ações de controle de ruído consiste na realização contínua de inspeções nos veículos e nas vias, a fim de garantir que os sistemas de controle estejam sendo aplicados de forma adequada e eficiente.

11.1.1.7.3. Gerenciamento de resíduos sólidos

A avaliação e o acompanhamento do gerenciamento de resíduos são realizados por meio de inspeções periódicas e sistemáticas dos recipientes de coleta seletiva e nos locais de armazenamento e destinação dos resíduos, de forma a garantir a eficácia das ações. Mensalmente são gerados inventários de resíduos, por classe de resíduos.

Além disso, as boas práticas realizadas no processo deverão ser mantidas e aprimoradas, bem como os incentivos e ações implementadas, por exemplo, o investimento em novas tecnologias, incentivo da logística reversa, capacitação e treinamento dos trabalhadores quanto as etapas de gerenciamento de resíduos, implementação do Programa de Educação Ambiental por meio de diálogos, informes, dicas, dinâmicas, exposições que sejam relacionados à sustentabilidade, meio ambiente, política dos 5R's, entre outros temas.

11.1.1.7.4. Gestão de Efluentes

A avaliação e o acompanhamento da gestão dos efluentes líquidos está sendo realizada por meio de inspeções periódicas e sistemáticas nos banheiros hidráulicos, assegurando a eficácia das ações implementadas e o cumprimento das exigências legais e ambientais aplicáveis.

Além disso, as boas práticas adotadas no processo estão sendo continuamente mantidas e aprimoradas, incluindo a execução adequada das rotinas de limpeza, higienização e esvaziamento dos banheiros hidráulicos, de modo a evitar situações de transbordo ou contaminação do solo e das águas.

11.1.1.7.5. Monitoramento e Controle dos Processos Erosivos e Movimentação de Massa

Os resultados do monitoramento são classificados em diferentes categorias, de acordo com a probabilidade, severidade e riscos, de modo a permitir a adoção de ações assertivas que visem preservar, mitigar e/ou corrigir, evitando incidentes ambientais. Com base nos resultados, as seguintes ações são sugeridas:

- Manutenção ou desobstrução (limpeza) dos dispositivos de drenagem, para permitir o escoamento adequado;
- Instalação de novas estruturas de dissipação de energia ou contenção de sedimentos, quando necessário;
- Reconformação ou rebatimento de taludes de corte/aterro.

Na Tabela 35, a seguir, estão indicadas, de forma sintética, as atividades de inspeção e ações corretivas para os períodos de estiagem e de chuva.

No caso de necessidade de manutenção e/ou recomposição dos dispositivos de drenagem, de contenção de sedimentos ou de regularização das superfícies de taludes (retaludamento) a avaliação será feita por



profissional capacitado (engenheiro geotécnico), o qual irá definir a melhor forma de execução dessas intervenções.

Tabela 35 Síntese das inspeções e manutenções dos sistemas de drenagem e de contenção de sedimentos

Estrutura	Inspeção	Ação corretiva
Áreas de execução de cortes	Verificação da geometria, e do perfil transversal e longitudinal	Regularização das superfícies dos taludes (retaludamento)
	Verificação de desenvolvimento de erosões e instabilidades	Preenchimento de trechos erodidos com material resistente ao arraste
	Verificação de assoreamento a jusante	Remoção do material depositado
Dispositivos de drenagem (descidas e saídas d'água, canaletas, valetas e bueiros)	Verificação da integridade da estrutura	Limpeza, adequação ou recuperação, se necessário
	Verificação de erosões nos lançamentos dos dispositivos de drenagem	Preenchimento de trechos erodidos com material resistente ao arraste
	Verificação de assoreamento a jusante dos dispositivos	Remoção do material depositado
Sistemas de contenção de sedimentos	Avaliação da integridade do sistema	Recomposição, quando necessário
	Avaliação de assoreamento do sistema	Limpeza com remoção de sedimentos

11.1.1.8. Cronograma

Todas as atividades relacionadas ao programa de Gestão de Obras são apresentadas na Tabela 36.

Tabela 36 Cronograma das ações previstas no Programa de Gestão de Obras

Atividade	Período						
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7
Acompanhamento dos controles ambientais	Contínuo						
Monitoramento da qualidade do ar	Contínuo						
Manutenção preventiva de veículos e equipamentos	Contínuo*						
Inventário de resíduos	Contínuo						
Etapas do Gerenciamento de Resíduos	Contínuo						
Inspeções sistemáticas	Contínuo						
Inspeções sistemáticas e destinação de efluentes	Contínuo						
Inspeção e monitoramento	Contínuo						
Manutenções Corretivas	Conforme necessidade						
Limpeza sistema de drenagem	Conforme necessidade						
Revegetação das áreas afetadas							X

*Será executado conforme o planejamento interno e recomendações do fabricante.

11.1.1.9. Responsável pela Execução

A execução deste programa é de responsabilidade das equipes atuantes no projeto e dos colaboradores



terceirizados. A validação do programa é de competência do órgão ambiental responsável.

11.1.1.10. Inter-Relação com os Demais Programas e Planos

O Programa de Gestão de Obras está inter-relacionado com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

11.2. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO BIÓTICO – FLORA

O objetivo geral dos programas propostos é estabelecer os parâmetros e procedimentos a serem aplicados para a proteção e recuperação do componente flora. As especificidades de cada programa visam atingir os seguintes objetivos:

- Minimizar a perda de diversidade genética da flora local, resgatando material propagativo de espécies de interesse para a conservação;
- Restabelecer a cobertura vegetal nativa e as funções ecológicas em todas as áreas impactadas;
- Assegurar a recuperação integral das Áreas de Preservação Permanente (APP) que sofrerem intervenção;
- Avaliar a eficácia das ações de recuperação e monitorar a saúde dos fragmentos de vegetação remanescentes;
- Reduzir o risco de ignição de incêndios florestais e estabelecer uma capacidade de resposta rápida para seu combate;
- Conscientizar os colaboradores do projeto e engajar a comunidade local na valorização da flora nativa e na importância da recuperação ambiental.
- Todos os Programas associados à Flora possuem inter-relação com o Programa de Acompanhamento de supressão vegetal, afugentamento e eventual resgate de fauna

11.2.1. Programa de Resgate de Germoplasma

Este programa é uma medida mitigatória essencial, executada em conjunto com as frentes de supressão de vegetação. Equipes especializadas, compostas por biólogos e engenheiros florestais, atuarão previamente e durante as operações de remoção da cobertura vegetal para identificar, coletar e destinar adequadamente o material genético da flora local. O foco é resgatar propágulos (sementes, frutos), plântulas e indivíduos de espécies com status especial de conservação (ameaçadas, raras, endêmicas) ou com valor ecológico particular (epífitas, cactáceas), visando preservar a diversidade genética e fornecer insumos de origem local para os projetos de recuperação.

O programa será executado em três fases distintas, de forma integrada ao cronograma de supressão da vegetação:

Fase 1: Definição de Prioridades: A metodologia prevê o resgate de 100% do material genético disponível das espécies: *Dalbergia nigra* (jacarandá), classificada como "Vulnerável" (VU), *Xylopia brasiliensis* (pindaíba), classificada como "Vulnerável" (VU) e *Euplassa semicostata*, classificada como



“Em Perigo” (EN), constantes na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 148/2022); e *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo), espécie protegida pela Lei Estadual nº 20.308/2012.

Fase 2: Execução do Resgate: As equipes de resgate atuarão imediatamente antes e durante as operações de supressão. As técnicas de coleta serão específicas para cada tipo de material:

- **Germoplasma:** Coleta de sementes, frutos, bulbos e outras estruturas reprodutivas;
- **Plântulas e Indivíduos Jovens:** Resgate de plantas de pequeno porte com torrão para transplante direto ou para aclimação em viveiro;
- **Epífitas e Outras Formas de Vida:** Remoção cuidadosa de epífitas, que serão transplantados para árvores receptoras (forófitos) em fragmentos florestais adjacentes e preservados, utilizando técnicas que garantam sua fixação e sobrevivência;

Fase 3: Destinação do Material: O material coletado terá destinação planejada para maximizar seu aproveitamento:

- **Viveiro do Projeto:** Parte do material poderá ser encaminhada para um viveiro temporário para beneficiamento, armazenamento e produção de mudas;
- **Uso Direto na Recuperação:** Sementes e plântulas poderão ser utilizadas diretamente nas ações do PRAD;

Este programa estabelece um elo fundamental entre o impacto inevitável da perda de vegetação e a solução para a recuperação, transformando um passivo ambiental em um ativo para a restauração ecológica.

11.2.2. Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)

O PRAD é o principal instrumento técnico e legal para a reabilitação ambiental das áreas que serão utilizadas durante a fase de implantação do projeto, como canteiros de obras, acessos e áreas de apoio. Este programa estabelece as diretrizes e metodologias para reverter os quadros de degradação, como a compactação do solo e a ausência de vegetação, visando restabelecer a cobertura vegetal nativa e as funções ecológicas do ecossistema, com especial atenção à recuperação integral das Áreas de Preservação Permanente (APP) afetadas. Sua implementação seguirá as seguintes etapas:

Diagnóstico da Degradação: Caracterização detalhada de cada área a ser recuperada, incluindo análise da compactação do solo, avaliação do potencial de regeneração natural e identificação de fatores limitantes.

Preparo da Área: Ações de reabilitação do substrato, como descompactação do solo por meio de escarificação, correção de processos erosivos e, se necessário, melhoria da fertilidade.

Seleção de Métodos de Restauração: Com base no diagnóstico, serão selecionadas as estratégias mais adequadas para cada situação:

- **Plantio de Mudas em Área Total:** Utilizado em áreas com alta degradação e baixo potencial de regeneração;



- **Condução da Regeneração Natural:** Isolamento da área para permitir que o banco de sementes e a chuva de sementes de áreas vizinhas promovam a recuperação;

Produção e Seleção de Espécies: As mudas utilizadas serão de espécies nativas de ocorrência regional, priorizando aquelas produzidas a partir do germoplasma resgatado, garantindo assim a identidade genética local.

Implantação e Manutenção: As atividades de plantio serão seguidas por um período de manutenção (geralmente de 2 a 3 anos), que inclui controle de espécies invasoras, combate a formigas cortadeiras, adubação de cobertura e replantio de mudas mortas, para garantir o sucesso do estabelecimento da vegetação.

11.2.3. Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais

Este programa é uma medida de gestão de risco essencial, desenhado para proteger as áreas em recuperação, os fragmentos de vegetação remanescentes e as áreas adjacentes ao empreendimento. As equipes do projeto, compostas por profissionais treinados e equipados, atuarão na implementação de medidas preventivas, como a construção de aceiros e o manejo de material combustível. Além disso, o programa estabelece uma capacidade de resposta rápida para o combate a princípios de incêndio, por meio de uma brigada de incêndio, visando minimizar os danos à flora e à fauna em caso de ocorrência.

Ações de Prevenção:

- **Gestão de Combustível:** Manejo adequado dos resíduos vegetais gerados pela supressão, evitando seu acúmulo em condições de risco;
- **Criação de Aceiros:** Construção e manutenção periódica de faixas livres de vegetação (aceiros) no perímetro de áreas críticas, como canteiros de obras e depósitos de materiais;
- **Controle de Fontes de Ignição:** Procedimentos rigorosos para atividades a quente (solda, corte) e manutenção preventiva de máquinas e veículos.

Estrutura de Combate:

- **Brigada de Incêndio:** Formação, treinamento e certificação de uma equipe de trabalhadores do projeto para atuarem como brigadistas de primeira resposta;
- **Equipamentos:** Utilização de um kit de combate a incêndios florestais, incluindo bombas costais, abafadores, sopradores e ferramentas manuais.
- **Articulação Institucional:** Estabelecimento de um plano de comunicação e cooperação com o Corpo de Bombeiros local e outras brigadas da região, para atuação conjunta em eventos de maior magnitude.

11.3. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO BIÓTICO – FAUNA

O objetivo do referido plano, é estabelecer os devidos parâmetros a serem aplicados aos programas de Acompanhamento de Supressão Vegetal, Afugentamento e Eventual Resgate de Fauna proposto. Tais especificidades, se encontram descritas abaixo:



- Minimizar os impactos diretos sobre a fauna local;
- Indicar a direção e acompanhar as ações de supressão vegetal e intervenção ambiental;
- Realizar o afugentamento da fauna nas áreas foco, previamente ao início das atividades, priorizando o deslocamento das espécies em direção às regiões definidas;
- Resgatar os animais feridos e/ou impossibilitados de se locomoverem;
- Averiguar e garantir a destinação adequada para cada indivíduo resgatado durante a supressão;
- Localizar ninhos de aves na área foco da supressão e isolá-los ou realocá-los, quando necessário e viável.

11.3.1. Programa de acompanhamento de supressão vegetal, afugentamento e eventual resgate de fauna

As equipes de fauna, compostas por biólogos, médicos veterinários e auxiliares de campo responsáveis pelo acompanhamento das atividades, realizarão os trabalhos em conjunto com as frentes de supressão. Elas atuarão efetuando o afugentamento dos animais e quando for necessário, serão realizados resgates para as áreas de soltura estabelecidas previamente. Caso sejam capturados indivíduos feridos, debilitados ou que os responsáveis julguem necessitar de atendimento especializado, estes serão encaminhados para as clínicas/hospitais veterinários conveniados.

Para o acompanhamento junto às atividades de supressão da vegetação, estabelecem-se as seguintes ações:

- Planejamento dos trabalhos com a equipe da empresa responsável pelas ações de supressão vegetal, de acordo com o cronograma de execução;
- Treinamentos e orientações aos trabalhadores que realizarão as atividades de supressão vegetal, no sentido de esclarecer a importância em favorecer o deslocamento passivo da fauna para as áreas seguras de entorno, minimizando o risco de possíveis acidentes com os animais e a necessidade do resgate, quando necessário;
- Acompanhamento pleno das ações de supressão vegetal desde o início das atividades até a sua finalização, conduzindo e/ou realocando os exemplares da fauna incapazes de se deslocar sozinhos ou prestando atendimento aos que se encontrarem feridos ou debilitados.

Os trabalhos efetivamente realizados em campo, serão padronizados a partir dos seguintes procedimentos: (I) Inicialmente se avaliará o *layout* da área a ser suprimida, visando a realização da vistoria *in loco* para reconhecimento das áreas e das atividades de afugentamento; (II) Conhecimento prévio da área e definição da programação para atuação das equipes que percorrerão previamente a região delimitada, identificando os locais com potencial ocorrência da fauna, as possíveis situações de risco e o adequado direcionamento das atividades. Esse procedimento, possibilitará o afugentamento e o deslocamento passivo da fauna local; (III) As equipes percorrerão a área destinada à supressão vegetal concomitantemente à busca de espécies de hábitos crípticos ou com menor capacidade de deslocamento, tais como as serpentes, os anfíbios e pequenos mamíferos roedores. Com isso, serão identificadas



situações de risco para a fauna e para as equipes na frente de trabalho. Além disso, os profissionais buscarão por ninhos de aves, tocas, além de outros abrigos, revirando troncos e pequenas rochas, visando certificar-se da presença ou ausência dos animais.

Por fim, ressalta-se que as equipes de manejo de fauna realizarão os trabalhos em conjunto com as equipes de supressão, desde o início até a conclusão. Dessa maneira, as atividades ocorrerão de forma otimizada, segura e priorizando o bem-estar dos animais.

11.4. PROGRAMAS ASSOCIADOS AO MEIO SOCIOECONÔMICO

A mitigação dos impactos identificados para o meio socioeconômico vincula-se a três instrumentos centrais de gestão socioambiental. São eles o Programa de Comunicação Social (PCS), Programa de Gestão de Obras (PGO) e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). O PCS constitui a principal ferramenta de diálogo com a comunidade, voltado à difusão transparente de informações, ao registro e encaminhamento de demandas sociais e ao fortalecimento da relação de confiança com os moradores do distrito de Antônio Pereira.

Por sua vez, o PGO se concentra no controle das frentes de serviço, estabelecendo protocolos de saúde e segurança ocupacional, bem como medidas operacionais destinadas à redução de incômodos ambientais, tais como ruídos, vibrações e emissão de poeira. Finalmente, o PRAD direciona-se à recomposição ambiental das áreas marginais afetadas pela supressão vegetal, atenuando as alterações visuais no entorno da barragem e contribuindo para restabelecer a qualidade paisagística.

Esses três programas, em conjunto, asseguram uma abordagem integrada de mitigação e gestão, contemplando desde a redução de incômodos cotidianos e riscos à população até a requalificação da paisagem local. A seguir, a Tabela 37 organiza os Programas conforme os impactos que pretendem mitigar ou compensar.

Tabela 37 Planos, Programas e Medidas para a mitigação e minimização de impactos

Impacto	Planos/Programas	Meio
Geração de expectativas na população	Plano de Relacionamento com Comunidades	Meio Socioeconômico
Interferência no cotidiano da população	Programa de Gestão de Obras	
	Plano de Relacionamento com Comunidades	

Em relação ao Programa de Educação Ambiental (PEA) voltado ao público externo ao empreendimento, a Vale S.A. aguarda a manifestação da solicitação de dispensa do PEA, protocolado junto ao SEI, vinculado ao número de processo 2090.01.0010704/2025-17.



12 PROGNÓSTICO AMBIENTAL

Com o objetivo de contextualizar os aspectos ambientais e os impactos associados às diferentes etapas do projeto, foi elaborado o prognóstico ambiental, contemplando dois cenários distintos: o primeiro sem a realização das intervenções previstas na fase de implantação, como mostra a Tabela 38.



Tabela 38 Prognóstico da implantação da obra emergencial de adequação da bacia de dissipação da Barragem Timbopeba

Tema	Atributo	SEM o Projeto	COM o Projeto
Físico	Solos	<p>Na ausência do projeto as áreas de influência apresentam usos antrópicos como mineração e pastagem, que podem gerar ou intensificar processos erosivos em áreas de maior declividade pela exposição do solo.</p> <p>O diagnóstico apontou área significativas classificadas como de susceptibilidade muito alta e alta, especialmente nas encostas de maior declividade, nos topos de cristas e nos setores com solos rasos na área de estudo. Áreas de susceptibilidade média e baixa restringem-se a fundos de vale e depressões, onde predominam solos mais profundos e declividade reduzida.</p> <p>Na área de estudo do projeto há predominância de Cambissolos Háplicos distróficos e distróferricos, que apresentam profundidade rasa a moderada, menor desenvolvimento pedogenético e elevada vulnerabilidade à erosão quando submetidos à supressão da cobertura vegetal ou movimentação mecânica.</p>	<p>Com a execução do projeto as áreas com remoção de solo devido às obras ficam suscetíveis a processos erosivos e há potencial de ocorrência de contaminação por resíduos sólidos e efluentes líquidos sanitários na área do canteiro de obras. O contato desses materiais com o solo pode ocasionar a introdução de compostos químicos indesejáveis, alterando a composição natural dos horizontes do solo.</p> <p>Ao longo das etapas do projeto, estão sendo implementadas medidas mitigadoras e de controle, com ênfase no gerenciamento adequado de resíduos sólidos e efluentes líquidos. A recomposição vegetal, associada à formação de áreas reabilitadas, irá se configurar como medida positiva para a redução da exposição e instabilidade do solo frente às intervenções de movimentação de terra.</p> <p>Dessa forma, considerando a extensão da ADA e a efetividade das medidas de controle ambiental aplicadas, os impactos decorrentes das atividades de implantação foram classificados como irrelevantes. Todas as ações necessárias estão previstas no Programa de Gestão de Obras.</p>
	Recursos Hídricos	<p>Na ausência da implantação do projeto os recursos hídricos da região estão sujeitos a alterações, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, em decorrência das atividades minerárias da Mina Timbopeba, que podem comprometer os parâmetros físicos e químicos e a qualidade ecológica do curso d'água.</p> <p>A Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto está contida na sub-bacia do rio Gualaxo do Norte, contribuinte da bacia do rio do Carmo, que compõe a Circunscrição Hidrográfica do rio Piranga (DO1), pertencente à Unidade Estratégica dos afluentes do rio Doce, no município de Ouro Preto/MG. Os trechos próximos à ADA se enquadram em Classe 2 e apresentaram não conformidades pontuais em parâmetros físicos e metais.</p>	<p>Durante a fase de implantação do projeto a qualidade das águas superficiais pode ser temporariamente alterada em função da geração de material solto, geração de resíduos sólidos e efluentes. Esses impactos, no entanto, são considerados temporários e reversíveis, desde que sejam adotadas medidas eficazes de controle ambiental e mitigação. Ademais, os potenciais impactos serão limitados pela barragem de Natividade, localizada imediatamente a jusante das intervenções, antes do distrito de Antônio Pereira.</p> <p>Nesse sentido, foram implementadas ações voltadas ao tratamento e destinação adequada dos resíduos sólidos, bem como ações vinculadas ao Programa de Gestão de Obras, que visa identificar e monitorar potenciais processos erosivos e de assoreamento dos corpos d'água, além de propor ações para mitigar e controlar a erosão, bem como a construção de sistemas de drenagem.</p>
	Qualidade do Ar	<p>Em um cenário sem a implantação do projeto, observa-se que, de maneira geral, a região apresenta qualidade do ar em conformidade com a resolução CONAMA n° 491/18 e n° 506/24. Os dados de monitoramentos da qualidade do ar da EAMA91 apresentaram aumento das concentrações médias diárias nos meses característicos do período de estiagem, entre abril e setembro, uma vez que a precipitação atua como medida de controle natural, com desvios pontuais em alguns dias de 2023 e 2024.</p> <p>A análise da direção dos ventos mostrou que a região do distrito de Antônio Pereira ventos provenientes de noroeste, sendo que os resultados de qualidade do ar podem ser influenciados por atividades de mineração da Mina Timbopeba.</p>	<p>Na fase de implantação, as obras e a movimentação veículos e equipamentos pesados podem gerar a emissão de material particulado. Adicionalmente, há a emissão de gases provenientes da queima de combustíveis utilizados nesses equipamentos.</p> <p>O impacto associado à geração de material particulado durante as obras foi classificado como relevante considerando a localização da ADA a cerca de 2 km dos receptores, em posição de maior altitude, além da predominância de origem dos ventos de noroeste contribuir para a dispersão de partículas em direção ao distrito, que se insere a sudeste da ADA.</p> <p>Dessa forma, em relação à emissão de gases, estão sendo realizadas manutenções periódicas e monitoramento por meio de inspeção e avaliação colorimétrica. Para a mitigação das emissões de particulados foi aplicada a umectação em razão das vias não pavimentadas e áreas de solo exposto, conforme determinado no Programa de Gestão de Obras. Vale ressaltar que a duração desse impacto é temporária e cessará juntamente com o fim das obras do projeto.</p>
	Ruído	Na ausência da implantação do projeto, os níveis de ruído na área são influenciados por fontes	Em função da movimentação veículos e equipamentos pesados durante a fase de



Tema	Atributo	SEM o Projeto	COM o Projeto
		externas, como atividades antrópicas executadas distrito de Antônio Pereira e atividades minerárias da Mina Timbopeba. Esses elementos constituem fontes de emissão sonora capazes de interferir na paisagem acústica local, independentemente da execução do projeto.	implantação, há geração de ruídos na ADA, o impacto foi classificado como irrelevante, uma vez que os receptores se encontram a cerca de 2 km da ADA e a topografia e vegetação atuam na atenuação do impacto. No entanto, estão sendo adotadas medidas voltadas à prevenção e ao controle da emissão de ruídos, vinculadas ao Programa de Gestão de Obras, durante a fase de implantação.
Fauna	Biodiversidade	Com o cenário se mantendo sem as atividades propostas para adequação da bacia de dissipação da Barragem de Timbopeba – Ouro Preto, tende-se a manter a distribuição e as características da fauna local, sem a incorporação dos impactos previstos e sem o aumento da pressão sobre tais comunidades presentes na área.	Durante o período de implantação das obras de adequação da bacia de dissipação da Barragem de Timbopeba, os principais impactos previstos sobre a fauna local são: Afugentamento, pressão, perda de indivíduos da fauna, geração de áreas sem vegetação e consequentemente presença de paisagem antropizada. Após a conclusão das obras, localmente ainda são incidentes os impactos de perda da fauna e/ou alteração das populações, bem como fragmentação de habitats. Contudo, pelo fato do empreendimento se tratar de algo estrutural e pontual, indivíduos da fauna afugentados tendem a retornar à utilização dos locais de origem, ocupando novamente as áreas adjacentes à estrutura, principalmente a partir da recuperação da vegetação a longo prazo.
Flora	Biodiversidade	A tendência seria a manutenção das condições atuais da vegetação, com a perpetuação dos fragmentos existentes e seus atuais níveis de conectividade e resiliência. A dinâmica ecológica local seguiria seu curso natural, sem a introdução de novos vetores de estresse ou de recuperação.	Curto Prazo (Fase de Implantação): Ocorrerão os impactos negativos diretos e inevitáveis, como a supressão de vegetação, perda de indivíduos ameaçados de extinção e protegidos, intervenção em APP, intervenção em zona de amortecimento de UC e compactação do solo. Nesta fase, a qualidade ambiental local do componente flora será drasticamente reduzida. Longo Prazo: A implementação bem-sucedida dos programas ambientais propostos reverterá o cenário negativo inicial. O PRAD, nutrido pelo germoplasma resgatado, promoverá a reabilitação das áreas degradadas. O monitoramento garantirá a eficácia da restauração, levando ao estabelecimento de uma nova cobertura vegetal nativa. O resultado final esperado é a concretização do impacto positivo "Aumento de Áreas Verdes", com potencial para melhorar a conectividade ecológica e a resiliência da paisagem em relação ao cenário pré-projeto.
Socioeconômico	Expectativa da população	A expectativa da população tende a permanecer estável, uma vez que não se anteveem alterações na dinâmica socioeconômica local. Sem a obra, as atividades econômicas e a infraestrutura seguirão de acordo com os padrões habituais, sem modificações substanciais na qualidade de vida dos moradores. No entanto, é relevante destacar que a não realização da obra pode manter receios quanto à estabilidade e à segurança do empreendimento.	Com a implantação do projeto, observa-se um duplo efeito. De um lado, o aumento do fator de segurança da barragem reforça a confiança da população quanto à estabilidade estrutural, ampliando a percepção de proteção e reduzindo incertezas associadas a acidentes. De outro, a execução das obras pode gerar desconfortos temporários, vinculados ao aumento de circulação de trabalhadores, veículos e equipamentos, os quais podem impactar a percepção de tranquilidade da comunidade, ainda que de forma limitada pela distância geográfica.
	Cotidiano da População	Sem a realização das obras, a qualidade de vida da população de Antônio Pereira permaneceria inalterada, uma vez que não há proximidade direta entre a comunidade e a área da barragem. Nesse cenário, não se anteveem alterações em relação a ruídos, vibrações, emissões de particulados ou tráfego de veículos e caminhões, mantendo-se as condições socioeconômicas e ambientais atuais. Entretanto, a ausência de intervenções implica também na não elevação do fator de segurança da barragem, o que pode perpetuar a percepção de incertezas em relação à sua estabilidade.	Com a implantação do projeto, embora haja intensificação temporária da movimentação de trabalhadores, veículos e equipamentos no entorno imediato da barragem, tais efeitos não se estendem de forma significativa até o distrito de Antônio Pereira, em razão da distância geográfica. Dessa forma, a percepção de impactos sobre a rotina da comunidade é considerada mínima, sem consequências permanentes ou alteração da dinâmica local.



13 CONCLUSÃO

Este Estudo de Impacto Ambiental (EIA) apresentou de forma clara o objetivo da realização do Projeto de Adequação da Bacia de Dissipação da Barragem Timbopeba localizado no município de Ouro Preto, Minas Gerais.

Considerando a documentação de projeto recebida, o EIA retrata em seu capítulo de caracterização os aspectos e atividades a serem desenvolvidas nas diversas fases da intervenção necessária (planejamento e implantação), bem como suas relevâncias e justificativa.

Nos diagnósticos ambientais as condições socioambientais foram devidamente caracterizadas, de forma detalhada, possibilitando o conhecimento da área no âmbito regional e local. Foi realizada análise dos possíveis impactos ambientais em todas as fases da execução da Obra, com foco na supressão vegetal da área de FESD-M, considerando as características e atividades que vão ocorrer e a interrelação com as condições ambientais conhecidas nos diagnósticos temáticos (meios físico, biótico e socioeconômico).

Diante da avaliação de impactos foram propostas medidas de mitigação de impactos negativos, bem como de potencialização de impactos positivos, de forma a possibilitar que a execução da obra de implantação do vertedouro de soleira livre da barragem Piabas não perturbe a qualidade ambiental de forma permanente e irreversível.

O prognóstico ambiental demonstrou que é muito provável, que apenas na fase de implantação, de forma temporária, os impactos associados às atividades necessárias poderão ser perceptíveis e, que com a finalização os aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico tendem a não sofrerem impactos negativos.

Ressalta-se que a área selecionada para adequação da bacia de dissipação se encontra em ambiente integrado às atividades minerárias existentes, contando com algumas parcelas em área de fragmento florestal. Considerando toda a avaliação realizada neste estudo de impacto ambiental conclui-se que a execução do Projeto, desde que sejam cumpridos os planos de controle ambiental e os programas de mitigação e monitoramentos propostos, apresenta uma solução ambientalmente viável.



14 EQUIPE TÉCNICA

Tabela 39 Equipe Técnica Multidisciplinar

Profissional	Responsabilidade Técnica	Formação	Registro Profissional	Nº ART ou equivalente	CTF
Fernanda Antunes de Lacerda	Elaboração do capítulo de Caracterização do Empreendimento	Engenharia Ambiental, Gestão Ambiental	CREA MG - 229991/D	MG20254306913	6339942
Luiza de Almeida Cascão	Coordenação de Geoprocessamento	Engenharia Ambiental	CREA MG - 345238	MG20254207205	8183431
Priscila Vieira Oliveira e Silva	Coordenação de Meio Físico	Engenharia Ambiental e Sanitária	CREA MG - 337.010	MG20254299236	8183052
Gabriela Pereira Alves	Coordenação de Licenciamento/Fauna	Ciências Biológicas	CRBio - 117803/04-D	20259999010194629	7576913
Gustavo Cardoso Carvalho	Coordenação Temática de Fauna	Geografia	CREA MG - 108245/D	MG20254292509	2695008
Pablo Moreno Souza Paula	Elaboração de Estudos da Temática de Fauna	Ciências Biológicas	CRBio - 030943/04/D	20251000114083	2086512
Gerson Muzzi Magalhaes	Elaboração do Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico	Ecologia, Zoologia	CRBio - 112458/04/D	20251000113143	6317117
Guilherme Moreira Santos	Elaboração do Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico	Ecologia, Zoologia	CRBio - 104218/04/D	20251000113682	5495989
Jessica Stephanie Kloh	Elaboração do Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico	Ecologia, Zoologia	CRBio - 098668/04/D	20251000114379	5051810
Ingrid Vitória Sousa Nogueira	Coordenação De Estudos De Flora E Inventário Florestal	Ciências Biológicas	CRBio/MG - 128.011/04/D	20251000115495	8247146
Mateus dos Reis	Elaboração dos Estudos de Flora	Engenharia Florestal	CREA MG - 232464	MG20254239418	8268214
Helga Kress Meireles	Coordenação de Socioeconomia	Geografia	CREA MG - 102.999	MG20254303286	8582515
Mayllin Lage Horacio	Coleta De Dados Para Elaboração Do Inventário Florestal	Botânica, Ecologia	CRBio - 134070/04/D	20251000114207	8460558



15 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. de. O cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 9. ed. São Paulo: Ícone, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Águas; CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília: ANA; São Paulo: CETESB, 2011. BARBOSA, S. E. S. Análise De Dados Hidrológicos E Regionalização De Vazões Da Bacia Do Rio Carmo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental. Ouro Preto, 2004. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/3146>>. Acesso em jul. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 155, n. 223, p. 155. Poder Executivo. Brasília, DF. 1990.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <<https://conama.mma.gov.br>>. Acesso em: set. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União. Seção 1, p. 89, nº 92. Poder Executivo. Brasília, DF. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 506, de 05 de julho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 162, n. 130, p. 133. Poder Executivo. Brasília, DF. 1990.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 01, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Diário Oficial da União. Seção 1, p. 6.408, nº 63. Poder Executivo. Brasília, DF. 1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Secretaria de Qualidade Ambiental. Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar. Brasília, DF: MMA, 2020. 136 p.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Org.). Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 463p.

CBH-PIRANGA. Deliberação Normativa nº 76, de 15 de agosto de 2023. Disponível em: <<https://www.cbhpiranga.org.br/wp-content/uploads/2013/12/Deliberacao-Normativa-no76-de-15-de-agosto-de-2023.pdf>>. Acesso em jul. 2025.



CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Apêndice E: Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas. In: Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. 57p. 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: set.2025.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (CBH-DOCE). A bacia. Disponível em: <<https://www.cbhdoce.org.br/institucional/a-bacia>>. Acesso em jul. 2025.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANGA (CBH-PIRANGA). A bacia. Disponível em: <<https://www.cbhpiranga.org.br/a-bacia>>. Acesso em jul. 2025.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mapa hidrogeológico do Brasil: escala 1:1.000.000. Brasília, 2007.

CREPANI, E. et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos: INPE, 2001.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

ENDO, I. et al. Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, escala 1:100.000. Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.

ENDO, I. et al. Revisão estratigráfica e tectônica do Quadrilátero Ferrífero. Revista Geonomos, v. 28, n. 2, p. 45-68, 2020.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Mapeamento geológico e geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte, 2010.

FEITOSA, F. A. C. et al. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

IDE-SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Cadastro de Uso Insignificante de Recursos Hídricos. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2025. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: ago. 2025.

IDE-SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Outorgas de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2025. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: ago. 2025.

IDE-SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Outorgas Federais de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Belo Horizonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2025. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: ago. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas do Brasil 1991 a 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília: INMET, 2022. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: ago. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. SISDAGRO – Climatologia: Boletins Históricos Mensais. Disponível em:



<<https://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensual/index>>. Acesso em: ago. 2025.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022. Estabelece diretrizes para o enquadramento dos corpos de água em classes, nos termos da legislação estadual e federal. Minas Gerais: Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 22 nov. 2022. Disponível em: <<https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56521>>. Acesso em: set. 2025.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Minas Gerais: Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 13 maio. 2008. Disponível em: <<https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: set. 2025.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa CERH nº76, de 19 de abril de 2022. Define os critérios para a regularização do uso de água subterrânea nas Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Diário do Executivo, Minas Gerais, 22/06/2022. Disponível em <<https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56002>>. Acessado em: ago. 2025.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM nº216, de 27 de outubro de 2017. Dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais. Diário do Executivo - Minas Gerais, Belo Horizonte, 01 nov. 2017. Disponível em: <<https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45423>>. Acesso em: set. 2025.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM nº248, de 27 de outubro de 2017. Dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais. Diário do Executivo - Minas Gerais, Belo Horizonte, 01 nov. 2017. Disponível em: <<https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45423>>. Acesso em: set. 2025.

MINAS GERAIS. Lei nº 10.100, de 17 de janeiro de 1990. Dá nova redação ao artigo 2º da Lei nº 7.302, de 21 de julho de 1978, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 17 jan. 1990. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/10100/1990/>>. Acesso em: set. 2025.

MINAS GERAIS. Sistema de Informação Ambiental (SIAM). DELIBERAÇÃO NORMATIVA CERH-MG Nº 88, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2023. Disponível em: <<https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=58454>>. Acesso em jul. 2025.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=281099&view=detalhes>>. Acesso em: ago. 2025.

REBOITA, M. S. et al. Aspectos Climáticos do Estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, 22 Maio 2015. 226.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 229–265.



SOUZA, Leonardo Andrade de; SOBREIRA, Frederico Garcia. Bacia hidrográfica do ribeirão do Carmo: atributos morfométricos, equação de chuva intensa e tempo de concentração, e análise da suscetibilidade à inundação. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 69, n. 7, p. 1355-1370, 2017. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43993/23244>>. Acesso em jul. 2025.

SPERLING, M. von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

ABREU, E. F., CASALI, D., COSTA-ARAÚJO, R., GARBINO, G. S. T., LIBARDI, G. S., LORETTO, D., LOSS, A. C., MARMONTEL, M., MORAS, L. M., NASCIMENTO, M. C., OLIVEIRA, M. L., PAVAN, S. E., & TIRELLI, F. P. (2022). Lista de Mamíferos do Brasil.

ABREU, E. F., CASALI, D., COSTA-ARAÚJO, R., GARBINO, G. S. T., LIBARDI, G. S., LORETTO, D., LOSS, A. C., MARMONTEL, M., MORAS, L. M., NASCIMENTO, M. C., OLIVEIRA, M. L., PAVAN, S. E., & TIRELLI, F. P. Lista de Mamíferos do Brasil (2023-1). Zenodo, 2023.

AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., & PELICICE, F. M. (2007). Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM.

AGOSTINHO, A. A., JÚLIO JÚNIOR, H. F., GOMES, L. C., BINI, L. M., & AGOSTINHO, C. S. (1997). Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna.

ALVES, C. B. M., & LEAL, C. G. (2010). Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. *MG Biota*, 2(6), 26–50.

ALVES, R. R. (2020). Peixes do Rio Doce: Ilustração científica das espécies ameaçadas da bacia hidrográfica, no leste de Minas Gerais (Brasil) (Doctoral dissertation, Universidade de Lisboa, Portugal).

ALVES, R. R. N., VIEIRA, K. S., SANTANA, G. G., VIEIRA, W. L. S., ALMEIDA, W. O., SOUTO, W. M. S., PEREIRA, P. F. G. & PEZZUTI, J. C. B. (2012). A review on human attitudes towards reptiles in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(11), 6877–6901. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2465-0>

AMBONI, M. P. D. M. (2007). Dieta, disponibilidade alimentar e padrão de movimentação do lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus*, no Parque Nacional da Serra da Canastra, MG. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

ANJOS, L. & BOÇON, R. (1999). Bird communities in natural forest fragments in southern Brazil. *Wilson Bulletin*, 111(3), 397–414.

ANJOS, L. (2006). Bird communities in five Atlantic Forest fragments in southern Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 17(3), 257–273.

ARIAS, A., HINTZE, F., AGUIAR, L. M. S., RUFRAI, V., BERNARD, E., & PEREIRA, M. J. R. (2018). Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. *Mammal Research*, 63(3), 219–228. <https://doi.org/10.1007/s13364-018-0374-0>

BARBOSA, J. M., ET AL. (2017). Peixes da bacia do rio Paraopeba. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.



- BARROS, R. S. M. (2008). Levantamento e estimativas populacionais de mamíferos de médio e grande porte num fragmento de Mata Atlântica em área urbana no sudeste do Brasil. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.
- BENCKE, G. A., MAURÍCIO, G. N., DEVELEY, P. F., & GOERCK, J. M. (2006). Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: Parte 1 - estados do domínio da Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil.
- BERNARD, E., AGUIAR, L. M. S., & MACHADO, R. B. (2011). Discovering the Brazilian bat fauna: A task for two centuries? *Mammal Review*, 41(1), 23–39. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00178.x>
- BERNARDE, P. S. (2014). Serpentes peçonhentas e acidentes ofídicos no Brasil. Anolis Books.
- BERTOLUCCI, J., BRASSALOTI, R. A., RIBEIRO, J. R., FARIA, M. V. N. V. & SAWAKUCHI, H. O. (2007). Composição de espécies e similaridades entre taxocenoses de anuros de áreas florestais do Sudeste do Brasil. *Scientia Agricola*, 64, 364–374.
- BILLERMAN, M., KEENEY, B. K., RODEWALD, P. G., & SCHULENBERG, T. S. (Eds.). (2022). *Birds of the World*. Ithaca, NY: Cornell Laboratory of Ornithology. Disponível em: <https://birdsoftheworld.org/bow/home>
- BONAN, P. R. F., LIMA, J. S., MARTELLI, D. R. B., SILVA, M. S., CARVALHO, S. F. G., SILVEIRA, M. F., MARQUES, O. L. & MARTELLI JR., H. (2010). Perfil epidemiológico dos acidentes causados por serpentes venenosas no norte do estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Médica de Minas Gerais*, 20(4), 503–507.
- BONVICINO, C. R., LANGGUTH, A., WILSON, D. E., & REEDER, D. M. (2002). Ten new genera of oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). *Journal of Mammalogy*, 83(4), 757–770. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2002\)083<0757:TNGOOR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2002)083<0757:TNGOOR>2.0.CO;2)
- BRITSKI, H. A., SATO, Y., & ROSA, A. B. S. (1988). Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (3. ed.). Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações / CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca.
- BUCKUP, P. A., MENEZES, N. A., & GHAZZI, M. S. (2007). Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional.
- BURGESS, W. (1989). An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes. TFH publications
- BUSCHER, D. P. (1992). Mercury in river systems from garimpeiro activities in the vicinity of Ouro Preto, MG (Master's thesis, Colorado School of Mines, Colorado, USA).
- CABRAL, R., GREGORINI, M. Z., PORFÍRIO, G. E. O., & SILVA, D. B. C. (2017). Medium-sized to large mammals of Serra do Tombador, Cerrado of Brazil. *Check List: The Journal of Biodiversity Data*, 13(3), 2129. <https://doi.org/10.15560/13.3.2129>
- CÂMARA, I. G., PALAZZO JÚNIOR, J. T., SCHNEIDER, H., & MACHADO, R. B. (1999). Lista atualizada dos mamíferos encontrados no Parque Nacional da Serra da Canastra e arredores, com comentários sobre as espécies. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(1), 1–10. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751999000100001>



CAMPOS, Z., & HERNÁNDEZ, S. M. (2015). Mamíferos da Fazenda Nhumirim, sub-região de Nhecolândia, Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Mastozoología Neotropical*, 22(2), 263–275. <https://doi.org/10.31687/01207049.2015.22.2.263>

CARNIELI, P., BRANDAO, P. E., CARRIERI, M. L., CASTILHO, J. G., MACEDO, C. I., MACHADO, L. M., RANGEL, N., CARVALHO, R. C., CARVALHO, V. A., MONTEBELLO, L., WADA, M., & KOTAIT, I. (2006). Molecular epidemiology of rabies virus strains isolated from wild canids in Northeastern Brazil. *Virus Research*, 120, 113-120.

CARVALHO, F. A. A. V. (2017). Síntese do conhecimento e análises de padrões de distribuição geográfica, esforço de amostragem e conservação da avifauna do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais (Dissertação de Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CASTRO, R. M. C. (1999). Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. *Oecologia Australis*, 6(1), 139–155.

CEBALLOS, G., & EHRLICH, P. R. (2002). "Mammal population losses and the extinction crisis." *Science*, 296(5569), 904-907.

CERN. (2022). Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Projeto 4M LGA Mineração e Siderurgia.

CERQUEIRA, R., BRANT, A., NASCIMENTO, M. T., & PARDINI, R. (2003). Fragmentação: Alguns conceitos. In R. CERQUEIRA, A. BRANT, M. T. NASCIMENTO, & R. PARDINI (Orgs.), *Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e estratégias de conservação* (pp. 11–28). São Paulo: Rima.

CHIARELLO, A. G. (2000). Influência da caça ilegal sobre mamíferos e aves das matas de tabuleiro do norte do estado do Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 11/12, 229–247.

CIENFUEGOS, C., CASTRO, T. Q. & OLIVEIRA, A. (2007). Monitoramento de mamíferos de médio e grande porte com armadilhas fotográficas na Mineração Casa de Pedra – CSN.

CITES (2023). Appendices I, II and III valid from 11 January 2023 and 25 November 2023. UNEP.

CITES. (2025). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Recuperado de <https://cites.org/esp/app/appendices.php>

CLAM (2016). EIA Sistema de disposição de rejeito – Alegria Sul.

CLAM (2017). EIA - Aterro Sanitário do Município de Mariana – MG.

CLAM (2017). EIA Lavra de Minério de Ferro - Fazenda Cidreira – Mariana/MG.

CLAM (2021). EIA Pesquisa Mineral Mina de Alegria

CLAM. (2023). Dados de monitoramento da Mina Capanema. CLAM – Consultoria e Licenciamento Ambiental.

CLAM. (2024). Dados de monitoramento da Mina Capanema. CLAM – Consultoria e Licenciamento Ambiental.

CLAM. (2024). EIA – Estudo de Impacto Ambiental da Barragem de Timbopeba.



- COHEN, G. J., PAREDERO, R. C. B., KANASSIRO, A. & SUGIHARA, V. S. (2020). *Herpetofauna da Cuesta Paulista*. Editora Anolis Books.
- COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 345(1311), 101–118.
- COLWELL, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Version 9.1.0). User's Guide and application. Disponível em: <http://purl.oclc.org/estimates>
- COLWELL, R. K., & LEES, D. C. (2000). The mid-domain effect: Geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2), 70–76.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM. (2010). Deliberação normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo – Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA – CDB. (1992). *Convention on Biological Diversity*. Nações Unidas.
- CORREA, A. M.; LIMA, R. A.; COSTA, L. P.; NOGUEIRA, M. R.; PERES, C. A. (2021). Bat species richness and abundance in the Amazonian arc of deforestation. *Biotropica*, 53(1), 89–98.
- CORREA, A. P. A., & BARBOSA, E. F. (Orgs.). (2024). *A fauna do Complexo de Germano: Diversidade dos ecossistemas terrestres*. Mariana: Samarco Mineração S.A.
- COSTA, H. C. & BERNILS, R. S. (2018). Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira*, 7(1), 11–57.
- DIAS, S. C. (2004). Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 26(4), 373–379.
- DIRZO, R.; YOUNG, H. S.; GALETTI, M.; CEBALLOS, G.; ISAAC, N. J.; COLLEN, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195), 401–406.
- DOMINGOS, A. T. D. S. (2014). Levantamento do conhecimento etnoherpetológico e da herpetofauna na região de Pombal, Baixo Sertão da Paraíba [Monografia de Graduação, Universidade Federal de Campina Grande].
- DOS REIS, N., ALBUQUERQUE, M. F., & BARROS, M. B. (2007). Os morcegos do Brasil: Distribuição, conservação e pesquisas atuais. In M. B. MORAES (Org.), *Morfologia e ecologia dos mamíferos brasileiros* (pp. 45–68). Belo Horizonte: Editora UFMG.
- DRUMMOND, G. M., MARTINS, C. S., MACHADO, A. B. M., SEBAIO, F. A., & ANTONINI, Y. (2005). Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas - Belo Horizonte 2ª ed. 222 p.
- DUELLMAN, W. E. (1999). Distribution patterns of amphibians in South America. In W. E. Duellman (Ed.), *Patterns of distribution of amphibians: A global perspective* (pp. 255–328). The Johns Hopkins University Press.
- DUTRA, D. R., CANEDO, A. R., CAYLLAHUA, E. A. V., & BORBA, H. (2021). Os quirópteros e sua importância na regulação dos ecossistemas florestais. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, 2(2), 55–55.



EMMONS, L. H., & FEER, F. (1997). Neotropical rainforest mammals: A field guide (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.

FAIVOVICH, J., HADDAD, C. F. B., GARCÍA, P. C. A., FROST, D. R., CAMPBELL, J. A. & ET AL. (2005). Systematic review on molecular relationships and taxonomic revisions of neotropical hyliid frogs. In D. R. Frost (Ed.), *Amphibian Tree of Life*. Bulletin of the American Museum of Natural History, (294), 1–291.

FARIA, M. B., & KAIZER, M. C. (2020). Pequenos mamíferos não-voadores (Didelphimorphia e Rodentia): Estudo de impacto ambiental em uma região de ecótono entre a Mata Atlântica e a Caatinga. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*, 89(1), 74–82. <https://doi.org/10.1590/1808-17942020000100009>

FARIA, M. B., BIGAI, L. R., & LANES, R. O. (2019). A new record of *Pseudoryzomys simplex* (Winge, 1887) (Rodentia, Sigmodontinae) in the Mineira Forest Zone, Minas Gerais, Brazil. *Check List*, 15(4), 641–643.

FENTON, M. B., ACHARYA, L., AUDET, D., HICKEY, M. B. C., MERRIMAN, C., OBRIST, M. K., & SYME, D. M. (1992). Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24(3), 440–446.

FERREIRA, C. P., & CASSATI, L. (2006). Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes. *Biota Neotropica*, 6(3).

FERREIRA, L. V. S., TAVARES, V. C., GREGORIN, R., GARBINO, G. S. T., OLIVEIRA, F. V., & MORAS, L. M. (2024). Updated list of bats (Mammalia: Chiroptera) from the state of Minas Gerais, southeastern Brazil, including new records. *Zoologia*, 41, e23047. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v41.e23047>

FLEMING, T. H. (1988). *The Short-Tailed Fruit Bat: A Study in Plant–Animal Interactions*. University of Chicago Press.

FLEMING, T. H., GEISELMAN, C., & KRESS, W. J. (2009). The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany*, 104(6), 1017–1043.

FREITAS, C. E. C., & SIQUEIRA-SOUZA, F. K. (2009). O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da bacia amazônica. *Revista Agrogeoambiental*, 1(2), 39–45.

FRICKE, R., ESCHMEYER, W. N., & FONG, J. D. (2022). Eschmeyer's catalog of fishes: Species by family/subfamily. Recuperado em 17 de agosto de 2022, de [https:// researcharchive.calacademy.org/research/ ichthyology/ catalog/ fishcatmain.asp](https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp)

FROST, D. R. (2025). *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.2 (Date of access). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001

FURTADO, M. F. (2007). Aspectos sistemáticos e biológicos que atuam na diversidade da composição de venenos em serpentes peçonhentas brasileiras. In L. B. Nascimento & M. E. Oliveira (Eds.), *Herpetologia no Brasil II* (pp. 183–200). Sociedade Brasileira de Herpetologia.

GALLETTI, M., HANSEN, D. M., JORDANO, P., PÉREZ-MÉNDEZ, N., & TELLERÍA, J. (2009). The forgotten megafauna. *Science*, 324(5923), 42–43. <https://doi.org/10.1126/science.1171207>



GARBINO, G. S., CLÁUDIO, V. C., GREGORIN, R., LIMA, I. P., LOUREIRO, L. O., MORAS, L. M., ... & PERACCHI, A. L. (2024). Updated checklist of bats (Mammalia: Chiroptera) from Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 41, e23073.

GARDNER, A. L. (2008). *Mammals of South America: Volume 1, Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. University of Chicago Press.

GARDNER, T. A., BARLOW, J., ARAÚJO, I. S., ÁVILA-PIRES, T. C., BONALDO, A. B., COSTA, J. E., ... PERES, C. A. (2008). The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology Letters*, 11(2), 139–150. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01133.x>

GÉRY, J. (1977). *Characoids of the world*. Neptune City, NJ: TFH Publications.

GILL, F., DONSKER, D., & RASMUSSEN, P. (Eds.). (2022). *IOC World Bird List (v12.2)*. <https://doi.org/10.14344/IOC.ML.12.2>

GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., WANDERLEY, M. G. L. & PIRANI, J. R. (2000). Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In T. B. Cavalcanti & B. M. T. Walter (Orgs.), *Tópicos atuais em botânica* (pp. 311–318). SBB; CENARGEN.

GONZALEZ, R. C., ABEGG, A. D., MELLO MENDES, D. M., SILVA, M. B., MACHADO-FILHO, P. R., MARIO-DA-ROSA, C., PASSO, D. C., RIBEIRO, M. V., BENÍFICIO, R. A. & OLIVEIRA, J. C. F. (2020). Lista dos nomes populares dos répteis no Brasil – Primeira versão. *Herpetologia Brasileira*, 9(2), 121–124.

GUEDES, T. B., ENTIAUSPE-NETO, O. M. & COSTA, H. C. (2023). Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. *Herpetologia Brasileira*, 12(1), 52–161.

HADDAD, C. F. B. (1998). Biodiversidade dos anfíbios no Estado de São Paulo. In R. M. C. Castro (Ed.), *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX* (pp. 17–26). Editora Fapesp.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), Art. 4. Recuperado de http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

HERZOG, S. K., KESSLER, M., & CAHILL, T. M. (2002). Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. *The Auk*, 119(3), 749–769. [https://doi.org/10.1642/0004-8038\(2002\)119\[0749:ESROTB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1642/0004-8038(2002)119[0749:ESROTB]2.0.CO;2)

HEYER, W. R., DONNELLEY, M. A., MCDIARMID, R. W., HAYEK, L. C. & FOSTER, M. S. (1994). *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press.

ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção* (1. ed.). ICMBio/MMA.

IDE-SISEMA. (2019). *Infraestrutura de dados espaciais do sistema estadual de meio ambiente e recursos hídricos*. Belo Horizonte: IDE-SISEMA. Disponível em <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br> (Acessado em 11 de abril de 2020).

ILIFF, M. J. (2020). Ornate Hawk-Eagle (*Spizaetus ornatus*), version 1.0. In *Birds of the World* (T. S. Schulenberg, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.orheag1.01>



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2023). Área territorial brasileira. Recuperado de <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html>

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. (2018). Sumário Executivo: Plano de Ação Nacional para Conservação da Herpetofauna da Serra do Espinhaço em Minas Gerais (2º ciclo). Recuperado de <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-herpetofauna-do-espinhaco/2-ciclo/pan-herpetofauna-do-espinhaco-sumario.pdf>

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS – IDE-SISEMA. (2018). Plano de manejo do Parque Estadual do Rio Doce. Governo de Minas Gerais.

INSTITUTO HORUS (2023). Lista de espécies exóticas invasoras do Brasil. Disponível em: <http://bd.institutohorus.org.br/>

IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. (2025). The IUCN Red List of Threatened Species (Version 2025.1). Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>

JACOBI, C. M., CARMO, F. F., VINCENT, R. C., & STEHMANN, J. R. (2007). Plant communities on ironstone outcrops: A diverse and endangered Brazilian ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 16(7), 2185–2200. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9156-8>

JARAMILLO, A. (2021). Blue Finch (*Rhopospina caerulescens*), version 1.1. In J. DEL HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE, & E. DE JUANA (Eds.), *Birds of the World*. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.blufin2.01.1>

JONES, G., JACOBS, D. S., KUNZ, T. H., WILLIG, M. R., & RACEY, P. A. (2009). Carpe noctem: The importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8, 93–115. <https://doi.org/10.3354/esr00171>

KALKO, E. K. V., & HANDLEY JR, C. O. (2001). Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology*, 153(1-2), 319–333.

KALKO, E. K. V., et al. (1996). Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. In: *Long-term Studies of Vertebrate Communities*. Academic Press.

KREBS, C. J. (1999). *Ecological methodology* (2nd ed.). Menlo Park, CA: Benjamin Cummings.

KUNZ, T. H., & FENTON, M. B. (Eds.). (2003). *Bat Ecology*. University of Chicago Press.

KUNZ, T. H., DE TORREZ, E. B., BAUER, D., LOBOVA, T., & FLEMING, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1–38.

KUNZ, T.H. & PARSONS, S. (2009). *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. 2nd ed. Johns Hopkins University Press.

LABRUNA M. B., WHITWORTH, T., BOUYER, D. H., MCBRIDE, J. W., CAMARGO, L. M. A., CAMARGO, E. P., POPOV, V., WALKER, D. H. (2004). *Rickettsia bellii* and *Rickettsia amblyommii* in *Amblyomma* ticks from the state of Rondonia, Western Amazon, Brazil. *J Med Entomol* 41: 1073-1081.



LAMOUNIER, R. A., ANDRADE, M. L., ALMEIDA, M. A., SILVA, R. F., PEREIRA, M. A., SOUZA, A. L., SOUZA, M. A., ALMEIDA, J. R., & SILVA, A. P. (2011). Plano de manejo do Parque Estadual do Rio Doce. Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais.

LANGANI, F., ET AL. (2007). Diversidade da ictiofauna do Alto Paraná. *Biota Neotropica*, 7(3), 181–197.

LEÃO, T., DE ALMEIDA, W. R., DE SÁ DECHOUM, M., ZILLER, S., LEÃO, T. C., & ZILLER, S. R. (2011). Espécies exóticas invasoras.

LÍDER ENGENHARIA. (2025). Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica – Município de Congonhas.

LOBOVA, T. A., et al. (2009). Seed Dispersal by Bats in the Neotropics. New York Botanical Garden Press.

LOPES, L. E., MALACCO, G. B., ALTEFF, E. F., VASCONCELOS, M. F., HOFFMANN, D., & SILVEIRA, L. F. (2010). Range extensions and conservation of some threatened or little known Brazilian grassland birds. *Bird Conservation International*, 20(1), 84–94. <https://doi.org/10.1017/S0959270909990190>

LOUREIRO, N. G., MARTINS, F. M., SANTOS, F. R., PEREIRA, M. J. S., MORAES, L. M., SILVA, R. F., et al. (2020). Landscape factors and allochthonous congeneric species influence the distribution of *Molossus* bats in Brazil. *Ecology and Evolution*, 10(4), 1516–1526. <https://doi.org/10.1002/ece3.6098>

LOWE-MCCONNELL, R. H. (1999). Ecology of fishes in tropical waters. Cambridge: Cambridge University Press.

MACHADO, A. B. M., FONSECA, G. A. B., MACHADO, R. B., AGUIAR, L. M. S., & LINS, L. V. (Eds.). (1998). Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

MAGURRAN, A. E. (1998). Population differentiation without speciation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 353(1366), 275-286.

MAGURRAN, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Science.

MARINHO-FILHO, J., & SAZIMA, I. (1989). Activity patterns of six phyllostomid bat species in Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 49, 777-782.

MARINI, M. A., & GARCIA, F. I. (2005). Conservação de aves no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1), 95–102.

MARQUES, O. A. V. & SAZIMA, I. (1998). Composição faunística, história natural e ecologia de serpentes da Mata Atlântica, na região da Estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo, SP.

MARQUES, O. A. V. et al. (2015). Serpentes do Cerrado: guia ilustrado. Holos.

MARQUES, O. A. V. et al. (2019). Serpentes da Mata Atlântica: guia ilustrado para a Serra do Mar. Holos.



- MARTENSEN, A. C., PIMENTEL, R. G., & METZGER, J. P. (2008). Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. *Biological Conservation*, 141(9), 2184–2192. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.008>
- MARTINS, M. & MOLINA, F. DE B. (2008). Panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. In Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (Vol. 2, pp. 327–373). Ministério do Meio Ambiente.
- MARTINS, M. & OLIVEIRA, M. E. (1998). Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History*, 6(2), 78–150.
- MATTOS, G. D., ANDRADE, M. A., & FREITAS, M. V. (1993). Nova lista de aves do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Acangaú.
- MEDELLÍN, R. A., EQUIHUA, M. & AMIN, M. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology*, 14(6), 1666–1675.
- MELLO, M. A. R., et al. (2008). Keystone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. *Oikos*, 117(8), 1255–1262.
- MELLO, M. A. R., MARQUITTI, F. M. D., GUIMARÃES, JR., P. R., KALKO, E. K. V., JORDANO, P., & AGUIAR, M. A. M. (2011). The missing part of seed dispersal networks: Structure and robustness of bat-fruit interactions. *PLoS ONE*, 6(2), e17395. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017395>
- MENDONÇA, L. E. T., SOUTO, C. M., ANDRELINO, L. L., SOUTO, W. M. S., VIEIRA, W. L. S. & ALVES, R. R. N. (2011). Conflitos entre pessoas e animais silvestres no semiárido paraibano e suas implicações para conservação. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 11(2), 185–199.
- MEYER, C. F. J., et al. (2016). Species-specific effects of forest fragmentation on Neotropical bats. *Biological Conservation*, 200, 53–61.
- MICHALSKI, F., & PERES, C. A. (2005). Disturbance-mediated local extinctions of forest mammals in Amazonia. *Journal of Animal Ecology*, 74(3), 707–716.
- MILNER-GULLAND, E. J. & BENNETT, E. L. (2003). Wild meat: the bigger picture. *Ecology and Evolution*, 18(7), 361–367.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL (2024). Campanhas de Saúde 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/campanhas-da-saude/2024>.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. (2022). Lista nacional oficial de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção – Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 jun. 2022.
- MITTERMEIER, R. A., GIL, P. R., HOFFMANN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C. G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G. A. B. (2004). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered ecoregions. Ciudad de México: Conservation International; Agrupación Sierra Madre. <https://doi.org/10.2744/ccab-14-01-2-10.1>
- MITTERMEIER, R. A., MYERS, N., MITTERMEIER, C. G., & ROBLES GIL, P. (1999). Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions (pp. 431). Mexico City: CEMEX.
- MUSCARELLA, R. & FLEMING, T. H. (2007). The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biol Rev Camb Philos Soc*. Nov;82(4):573-90.



- MUSSER, G. G., & CARLETON, M. D. (2005). Superfamily Muroidea. In D. E. Wilson & D. M. Reeder (Eds.), *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed., pp. 894–1531). Johns Hopkins University Press.
- MUYLAERT, R. L., STEVENS, R. D. & RIBEIRO, M. C. (2016). "Bat seed dispersal networks and the effectiveness of defaunation in fragmented landscapes." *Biological Conservation*, 193, 34-42.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. & KENT, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. Feb 24;403(6772):853-8.
- NASCIMENTO, L. B., POMBAL, J. P., JR. & HADDAD, C. F. B. (2001). A new frog of the genus *Hylodes* (Amphibia: Leptodactylidae) from Minas Gerais, Brazil. *Journal of Zoology*, 254, 421–428.
- NEGRÃO, M. D. F. F., & VALLADARES-PÁDUA, C. (2006). Registros de mamíferos de maior porte na Reserva Florestal do Morro Grande, São Paulo. *Biota Neotropica*.
- NOGUEIRA, C., RIBEIRO, S., COSTA, G. C. & COLLI, G. R. (2011). Vicariance and endemism in a Neotropical savanna hotspot: Distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. *Journal of Biogeography*, 38(10), 1907–1922.
- NOGUEIRA, M. R.; PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P.; TAVARES, V. C.; SILVA, D. J.; COSTA, L. P. (2014). Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Zoologia (Curitiba)*, 31(1), 1–24.
- NORRIS, K.; MACE, G. M.; FITTER, A. H. (2011). Biodiversity and ecosystem services: A multilayered relationship. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(4), 203–211.
- NOWAK, R. M. (1994). *Walker's bats of the world*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- NOWAK, R.M. (2005). *Walker's Mammals of the World* (Volume 1). 6th Edition, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1166-1170.
- PACHECO, J. F., SILVEIRA, L. F., ALEIXO, A., AGNE, C. E., BENCKE, G. A., BRAVO, G. A., ... PIACENTINI, V. Q. (2021). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*, 29(2), 94–105. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00029-2>
- PAGLIA, A. P., DA FONSECA, G. A., RYLANDS, A. B., HERRMANN, G., AGUIAR, L. M., CHIARELLO, A. G. & PATTON, J. L. (2012). Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/annotated checklist of Brazilian mammals. *Occasional Papers in Conservation Biology*, 6(6).
- PARKER, T. A., III, STOTZ, D. F., & FITZPATRICK, J. W. (1996). Ecological and distributional databases. In D. F. STOTZ, J. W. FITZPATRICK, T. A. PARKER III, & D. K. MOSKOVITS (Eds.), *Neotropical birds: Ecology and conservation* (pp. 113–436). Chicago: University of Chicago Press.
- PATTON, J. L., PARDIÑAS, U. F. J., & D'ELÍA, G. (2015). *Mammals of South America, Volume 2 – Rodents*. The University of Chicago Press.
- PERACCHI, A. L., NOGUEIRA, M. R., LIMA, I. P., MORATELLI, R. & DIAS, D. (2011). *Quirópteros do Brasil: Guia de Campo*. Technical Books.



- PEZZUTI, T. L., LEITE, F. S. F., ROSSA-FERES, D. D. C. & GARCIA, P. C. A. (2021). The tadpoles of the Iron Quadrangle, Southeastern Brazil: A baseline for larval knowledge and anuran conservation in a diverse and threatened region. *South American Journal of Herpetology*, 22(sp1), 1–107.
- PIELOU, E.C. (1966) The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131-144. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)
- PIMENTA, B. V. S., COSTA, D., MURTA-FONSECA, R. & PEZZUTTI, T. (2014). Anfíbios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim: Minas Gerais. Belo Horizonte: Bicho do Mato.
- PINTO, G. R. M. (2003). Contagem de fezes como índice de abundância de capivaras (*Hydrochoerus hydrochoeris*). Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 43p.
- PINTO, I. D. S., LOSS, A. C. C., FALQUETO, A., & LEITE, Y. L. R. (2009). Pequenos mamíferos não voadores em fragmentos de Mata Atlântica e áreas agrícolas em Viana, Espírito Santo, Brasil. *Biota Neotropica*, 9, 355-360.
- POUGH, F. H. (2008). *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles* (4. ed.). Sunderland, MA: Sinauer Associates (imprint of Oxford University Press).
- PUGLIESE, A., POMBAL, J. P., JR. & SAZIMA, I. (2004). A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane fields of the Serra do Cipó, Southeastern Brazil. *Zootaxa*, 688, 1–15.
- QUINTERO, I., & JÁCOME, A. (2020). Black Hawk-Eagle (*Spizaetus tyrannus*), version 1.0. In T. S. SCHULENBERG (Ed.), *Birds of the World*. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.bkheag1.01>
- RACEY, P. A. & ENTWISTLE, A. C. (2003). Conservation ecology of bats. In: Kunz, T.H. & Fenton, M.B. (Eds.), *Bat Ecology*, University of Chicago Press.
- REIS, N. R., et al. (2017). *Morcegos do Brasil: Guia de Campo*. 2ª ed. Technical Books.
- REIS, N. R., PERACCHI, A. L., BATISTA, C. B., LIMA, I. P., & PEREIRA, A. D. (Orgs.). (2017). *História natural dos morcegos brasileiros – Chave de identificação de espécies*. Rio de Janeiro: Technical Books.
- REIS, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, V. A., & LIMA, I. P. (2007). *Morcegos do Brasil*. Universidade Estadual de Londrina.
- REIS, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, W. A., & LIMA, I. P. (2011). Mamíferos do Brasil. In C. C. CHEIDA, E. NALKANO-OLIVEIRA, R. FUSCO-COSTA, F. ROCHAMENDES, & J. QUADROS (Eds.), *Ordem Carnivora* (pp. 439). Universidade de Londrina, Londrina.
- REIS, R. E., KULLANDER, S. O., & FERRARIS, C. J. (Eds.). (2003). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. & RIBEIRO, C. B. M. T. W. J. F. (1998). *Fitofisionomias do bioma Cerrado*.
- RIBON, R. (2010). Amostragem de aves pelo método das listas de Mackinnon (pp. 33–44). In S. VON MATTER, F. STRAUBE, I. ACCORDI, V. PIACENTINI, & J. F. CÂNDIDO JR. (Eds.), *Ornitologia e conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Rio de Janeiro: Technical Books.



- RIPPLE, W. J., & BESCHTA, R. L. (2012). "Trophic cascades in Yellowstone: The first 15 years after wolf reintroduction." *Biological Conservation*, 145(1), 205-213.
- ROCHA, C. F. D. & BERGALLO, H. G. (2011). Occurrence and distribution of the exotic lizard *Hemidactylus mabouia* Moreau de Jonnès, 1818 in Ilha Grande, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 71(2), 447–450.
- RODRIGUES, M. T. (2005). Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. *Megadiversidade*, 1(1), 87–94.
- ROSADA, T. R., MENDES, B. V., BICHUETTE, M. E., & AZEVEDO, C. S. (2015). Morcegos (Chiroptera, Mammalia) que utilizam cavidades naturais antropizadas na região de Ouro Preto, Minas Gerais. In M. A. RASTEIRO & W. SALLUN FILHO (Orgs.), *Anais do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia* (pp. 135–147). Campinas: Sociedade Brasileira de Espeleologia.
- ROSEN, D. E., & BAILEY, R. M. (1963). The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 126, 1–176.
- ROSSA-FERES, D. C. ET AL. (2018). Anfíbios do Estado de São Paulo, Brasil: conhecimento atual e perspectivas. *Biota Neotropica*, 18(1).
- ROWCLIFFE, J. M., COWLISHAW, G. & OLIVER, W. L. R. (2003). Human hunting impact on wildlife populations: A global perspective. *Wildlife Conservation*, 11(2), 141–150.
- SANTOS, A. J. (2003). Estimativas de riqueza em espécies. In L. Cullen Jr., R. Rudran & C. Valladares-Padua (Eds.), *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (pp. 19–41). Curitiba: Ed. da UFPR.
- SANTOS, T., LOPES, G. P., RABELO, R. M., & GIANNINI, T. C. (2019). Bats in three protected areas of the Central Amazon Ecological Corridor in Brazil. *Acta Chiropterologica*, 21(2), 425-442.
- SANTOS-FILHO, M. D., P. R. D. LÁZARI, C. P. F. D. SOUSA, AND G. R. CANALE. (2015). Trap efficiency evaluation for small mammals in the southern Amazon. *Acta Amazonica* 45:187-194.
- SARMENTO-SOARES, L. M., RODRIGUES, L. N., & MARTINS-PINHEIRO, R. F. (2017). Peixes do rio Doce segundo as coleções. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 123, 9–25.
- SEGALLA, M. G., BERNECK, B., CANEDO, C., CARAMASCHI, U., CRUZ, C. A. G., GARCIA, P. C. A. & ET AL. (2021). List of Brazilian amphibians. *Herpetologia Brasileira*, 10(1), 121–216.
- ŞEKERCIOĞLU, Ç. H. (2006). Ecological significance of bird populations. In J. DEL HOYO, A. ELLIOTT, & D. A. CHRISTIE (Eds.), *Handbook of the birds of the world* (Vol. 11, pp. 15–51). Barcelona: Lynx Edicions.
- ŞEKERCIOĞLU, Ç. H., WENNY, D. G., & WHELAN, C. J. (2016). *Why birds matter: Avian ecological function and ecosystem services*. Chicago: University of Chicago Press.
- SHANNON, C. E., & WIENER, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- SICK, H. (1997). *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.



SILVA, L. A. D., CARVALHO, P. S., PEREIRA, E. A., FADEL, R. M., DANTAS, S. P., BRANDÃO, R. A. & SANTANA, D. J. (2020). Richness, diversity patterns, and taxonomic notes of amphibians from the Tocantins state. *Biota Neotropica*, 20.

SILVEIRA, A. D., RIBEIRO, L. S. V., CAMPOS, J. M., FERNANDES, T. N. & DORNAS, T. T. (2024). Répteis do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico (1. ed.). Belo Horizonte: Rupestre.

SILVEIRA, A. D., RIBEIRO, L. S. V., FERNANDES, T. N. & DORNAS, T. T. (2019). Anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico (1. ed.). Belo Horizonte: Rupestre.

SILVEIRA, L. F., LIMA, D. M., DIAS, F. F., UBAID, F. K., BENCKE, G. A., REPENNING, M., CERQUEIRA, P. V., DIAS, R. A., ALQUEZAR, R. D., & COSTA, T. V. V. (2023). *Spizaetus ornatus* (Daudin, 1800). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE.

SILVEIRA, M.; LIMA, R.; COSTA, L.; NOGUEIRA, M.; PERES, C. (2010). Bat species diversity in the Brazilian Amazon: A comparison of forest and non-forest habitats. *Journal of Tropical Ecology*, 26(4), 389–398.

SIMMONS, N. B., & CIRRANELLO, A. L. (2023). *Bat Species of the World: A Taxonomic and Geographic Database*.

SIMMONS, N. B., & VOSS, R. S. (1998). The mammals of Paracou, French Guiana: A neotropical lowland rainforest fauna. Part 1: Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 237, 1–219.

SIMON, J. E., PACHECO, J. F., WHITNEY, B. M., MATTOS, G. T. DE, & FIGUEIREDO, L. F. A. (2009). Birds of the Serra dos Órgãos and surrounding areas, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 17(1), 1–18.

SOARES, E. S., ZORZIN, G. D., SANTOS, L. R., & NUNES, A. P. (2008). Plano de ação nacional para a conservação de aves de rapina (Série Espécies Ameaçadas, 5). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

SOBRADO, R.D. & VARELA, D.M. (2014). Curvas de rarefacción como herramienta para estimar la diversidad en comunidades ecológicas. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(1), 108–1.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA – SBH. (2015). Lista de espécies de répteis do Brasil. Acessado em julho de 2018.

SOLARI, S. (2019). *Bats of the Amazon: Diversity and conservation*. Springer Nature.

SOMENZARI, M., ACCORDI, I. A., AZEVEDO, M. A. G., CARRANO, E., CORREIA, J., COSTA, L. M., ... REIS, E. S. (2018). An overview of migratory birds in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 58, e20185803. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2018.58.03>

SRBEK-ARAUJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. (2005). Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 21(1), 121–125.

STOTZ, D. F., FITZPATRICK, J. W., PARKER, T. A., III, & MOSKOVITS, D. K. (1996). *Neotropical birds: Ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.



- SUAREZ, M. P. (2015). Guía fotográfica de los anfibios de la región de los Yungas - Bolivia. Diversidad entre Pendientes, 134 pp.
- SUNQUIST, M. E.; SUNQUIST, F. C. (2002). Wild Cats of the World. University of Chicago Press.
- TAVARES, V. C.; MANTILLA, H. (1999). Thyroptera tricolor. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species.
- TAYLOR, B., & SHARPE, C. J. (2023). Ocellated Crake (*Rufirallus schomburgkii*), version 1.1. In J. DEL HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE, & E. DE JUANA (Eds.), Birds of the World. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.ocecr1.01.1>
- TERBORGH, J., NÚÑEZ-ITURRI, G., PITMAN, N. C. A., CORNEJO-VALVERDE, F. H., ALVAREZ, P., SWAMY, V., PRINGLE, E. G., & PAINE, C. E. T. (2008). Tree recruitment in an empty forest. Ecology, 89(6), 1757–1768. <https://doi.org/10.1890/07-0479.1>
- TERBORGH, J.; FEELEY, K. J.; SILMAN, M. R.; NUNEZ, P. V.; BALVANERA, P.; WOLF, J. H. D.; MOSER, B.; PACHECO, V.; ALVAREZ, P.; SWAMY, V.; METCALFE, D. J.; SAATCHI, S.; PALACIOS, W. A.; TELLO, J.; VALVERDE, F. H.; ALVAREZ, M.; LASSO, E.; RIOS, R.; GARCIA, M.; GALIANO, D.; CHAZDON, R. L. (2001). The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. Science, v. 294, n. 5547, p. 1847–1851.
- TOBIAS, J. A., SHEARD, C., PIPER, A. M., RATNASINGHAM, S., RASMUSSEN, P. C., SAYOL, F., ... WILMAN, H. (2022). AVONET: Morphological, ecological and geographical data for all birds. Ecology Letters, 25(3), 581–597. <https://doi.org/10.1111/ele.13898>
- TOLEDO, L. F. (2009). Anfíbios como bioindicadores. In S. Neumann-Leitão & S. El-Dier (Orgs.), Bioindicadores da Qualidade Ambiental (pp. 196–208). Recife: Instituto Brasileiro Pró-Cidadania.
- TOLEDO, L. F., DENA, S., SEGALLA, M., PRADO, C. P. A., LOEBMANN, D., GASPARINI, J. L., SAZIMA, I., & HADDAD, C. F. B. (2021). Anfíbios da Mata Atlântica (Versão 1.0.0) [Aplicativo de celular]. Econature, Consultoria, Pesquisa e Educação Ambiental.
- TONETTI, V. R., & PIZO, M. A. (2022). Southern Bristle-Tyrant (*Pogonotriccus eximius*), version 1.1. In N. D. SLY (Ed.), Birds of the World. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.sobtyr1.01.1>
- TORQUETTI, C. G., SILVA, M. X., & TALAMONI, S. A. (2017). Differences between caves with and without bats in a Brazilian karst habitat. Zoologia (Curitiba), 34.
- TOZETTI, A. M., BATISTA, V. G., BRESSAN, P. M., MARTINS, L. B., & LIMA, D. C. (2018). Répteis da região do Campus Lagoa do Sino da Universidade Federal de São Carlos, Buri, sudeste do Brasil. Revista de Biologia Neotropical, 15(1), 31–39.
- TRAJANO, E. (2000). Ecologia de morcegos em cavernas brasileiras (Série Oecologia Brasiliensis, Vol. 2).
- TRAVASSOS, L. E. P., GUIMARÃES, R. L., & VARELA, I. D. (2008). Áreas cársticas, cavernas e a Estrada Real. Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas, 1(2), 107-120.
- UETZ, P., FREED, P., AGUILAR, R., & HOŠEK, J. (2022). The Reptile Database. <https://www.reptile-database.org>



- UIEDA, W.; BRED, S. A. (2016). Morcegos (Chiroptera) da região de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 34, n. 4, p. 1–9.
- UMETSU, F., PERES, C. A., NOGUEIRA, M. R., LIMA, R. A., & COSTA, L. P. (2006). Bat species richness along an elevational gradient in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 22(3), 263–276. <https://doi.org/10.1017/S0266467406003327>
- URAMOTO, K., WALDER, J. M. M., & ZUCCHI, R. A. (2005). Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. *Neotropical Entomology*, 34(1), 33–39. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000100005>
- VALDUJO, P. H., SILVANO, D. L., COLLI, G., & MARTINS, M. (2012). Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado, a Neotropical hotspot. *South American Journal of Herpetology*, 7(2), 63–78.
- VANZOLINI, P. E. (1976). On the lizards of a cerrado-caatinga contact: Evolutionary and zoogeographical implications. *Ibid*, 29(16), 111–119.
- VARI, R. P., & MALABARBA, L. R. (1998). Neotropical ichthyology: An overview. In L. R. Malabarba, R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. Lucena, & C. A. S. Lucena (Eds.), *Phylogeny and classification of neotropical fishes* (pp. xx–xx). Porto Alegre: Edipucrs.
- VASCONCELOS, F. M. (2003). Morcegos (Mammalia: Chiroptera) do Estado da Bahia, Brasil: Inventário e distribuição geográfica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(4), 477–490. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000400004>
- VASCONCELOS, M. F. (2008). Mountaintop endemism in eastern Brazil: why some bird species from campos rupestres of the Espinhaço Range are not endemic to the Cerrado region? *Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology*, 16(35), 15.
- VASCONCELOS, M. F., & D'ANGELO NETO, S. (2009). First assessment of the avifauna of Araucaria forests and other habitats from extreme southern Minas Gerais, Serra da Mantiqueira, Brazil, with notes on biogeography and conservation. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 49, 49-71.
- VERSIEUX, L. M., WENDT, T., LOUZADA, R. B., & WANDERLEY, M. G. L. (2008). Bromeliaceae da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade*, 4(1–2), 98–110.
- VIEIRA, F. (2009). Distribuição, impactos ambientais e conservação da fauna de peixes da bacia do rio Doce. *MG Biota*, 2(5), 5–22.
- VIEIRA, F., GOMES, J. P. C., MAIA, B. P., & MARTINS, L. G. (2015). Peixes do Quadrilátero Ferrífero: Guia de identificação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- VIEIRA, F., MESSIAS, L. F., & CARVALHO, F. R. (2015). Estrutura da ictiofauna em riachos de Mata Atlântica. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 27(2), 171–183.
- VIELLIARD, J. M. E., ALMEIDA, M. E. C., ANJOS, L., & SILVA, W. R. (2010). Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o índice pontual de abundância (IPA). In S. VON MATTER, F. STRAUBE, I. ACCORDI, V. PIACENTINI, & J. F. CÂNDIDO JR. (Eds.), *Ornitologia e conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento* (pp. 45–60). Rio de Janeiro: Technical Books.
- VITT, L. J. (1991). An introduction to the ecology of Cerrado lizards. *Journal of Herpetology*, 25(1), 79–90.



VITT, L. J., CALDWELL, J. P., WILBUR, H. M., & SMITH, D. C. (1990). Amphibians as harbingers of decay. *BioScience*, 40(6), 418.

VOIGT, C. C., & KINGSTON, T. (2016). Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world. Springer.

WAGNER, P., KÖHLER, J., SCHMITZ, A., & BÖHME, W. (2008). The biogeographical assignment of a west Kenyan rain forest remnant: Further evidence from analysis of its reptile fauna. *Journal of Biogeography*, 35, 1349–1361.

WETTERER, A. L., ROCKMAN, M. V., & SIMMONS, N. B. (2000). Phylogeny of phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera): Data from diverse morphological systems, sex chromosomes, and restriction sites. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 248, 1–200.

WIKIAVES. (2025). Wikiaves, a enciclopédia das aves do Brasil. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br>. Acesso em: 14 de julho de 2025.

WILSON, D. E., & REEDER, D. M. (Eds.). (2005). *Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference* (3rd ed.). Baltimore: Johns Hopkins University Press.

WINDMÖLLER, C. C., SANTOS, R. C., ATHAYDE, M., & PALMIERI, H. E. L. (2007). Distribuição e especiação de mercúrio em sedimentos de áreas de garimpo de ouro do Quadrilátero Ferrífero (MG). *Química Nova*, 30, 1088–1094.

WINKLER, H., D. A. CHRISTIE, & A. BONAN (2020). White-browed Woodpecker (*Piculus aurulentus*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.

WWF-Brasil, M. M. A. (2015). Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no Cerrado e Pantanal. Brasília, Brazil.

YALDEN, D. W., & MORRIS, P. A. (1975). *The lives of bats*. Newton Abbot: David & Charles.

ZIMMER, K. & M.L. ISLER (2020). Rio de Janeiro Antbird (*Cercomacra brasiliana*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.

ZIMMERMAN, B. L. (1994). Audio strip transects (pp. 92–97). In: HEYER, W. R., DONNELLY, A., MCDIARMID, R. W., HAYEK, L. A., & FOSTER, M. S. (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians* (p. 364). Washington & London: Smithsonian Institution Press.

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.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Rio Doce. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/rio-doce/rio-doce-saiba-mais>. Acesso em: 25 abr. 2025.

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*, Oxford, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.



BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Diário Oficial da União, Brasília, 19 jul. 2000.

BRITO, M. C. W. Unidades de Conservação: Intenções e Resultados. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000.

CBH – COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO PIRACICABA. A Bacia. Disponível em: <https://www.cbhpiracicabamg.org.br/rio-piracicabamg>. Acesso em: 25 abr. 2025.

CUPOLILLO, F.; ABREU, M. L.; VIANELLO, R. L. Climatologia da Bacia do Rio Doce e sua Relação com a Topografia Local. Geografias, 2008.

DORR, J. V. N. Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. Economic Geology, v. 59, n. 7, p. 1203–1240, 1964.

DRUMMOND, G. M. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Solos Tropicais. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais>. Acesso em: 24 abr. 2025.

FERNANDES, G. W.; MACHADO, R. B.; LOYOLA, R.; COSTA, L. C. M.; VENTURIN, N. et al. A vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito (Lavras, MG): aspectos florísticos e estruturais. Universidade Federal do Ceará, 2005.

FERNANDES, G. W.; SANTOS, R.; BARBOSA, N. P. U.; ALMEIDA, H. A.; CARVALHO, V.; ANGRISANO, P. Ocorrência de plantas não nativas e exóticas em áreas restauradas de campos rupestres. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 463–482, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300009>.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 8 ago. 2025.

FLORESTA ESTADUAL DO UAIMII – Plano de Manejo – Encarte I: Diagnóstico da Floresta Estadual do Uaimii. 2011.

FUNCATE – FUNDAÇÃO DE CIÊNCIAS, APLICAÇÕES E TECNOLOGIAS ESPACIAIS. Mapa de vegetação nativa na área de aplicação da lei nº 11.428/2006 - Lei da Mata Atlântica, ano base 2009. São José dos Campos, SP, 2015.

GEO CRÉDITO RURAL. MapBiomias — uso e cobertura da terra. Disponível em: <https://geo-credito-rural.github.io/uso-cobertura-terra/mapbiomas.html>. Acesso em: 12 ago. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 178 p. (Coleção Ibgeana; Manuais técnicos em geociências, n. 5). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

IDE SISEMA – INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Distribuição dos Biomas no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 15 abr. 2025.



IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Biodiversidade em Minas: a cobertura vegetal do Estado, entre os rios São Francisco e Jequitinhonha. Disponível em: <https://ief.mg.gov.br/w/biodiversidade-em-minas>. Acesso em: 11 ago. 2025.

IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Termo de Referência para Elaboração de Projeto de Intervenção Ambiental. 2022. Disponível em: <https://ief.mg.gov.br/documents/d/ief/termo-de-referencia-para-elaboracao-de-projeto-de-intervencao-pdf>. Acesso em: 22 abr. 2025.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. do. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. Megadiversidade, v. 4, n. 1-2, p. 24–32, 2008.

JANSEN, D. C.; CAVALCANTI, L. F.; LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Brasília, v. 2, n. 1, p. 42-57, ago. 2012. Disponível em: https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/index.php/RBEsp/article/view/255/pdf_15. Acesso em: 13 ago. 2025.

MACHADO, S. A.; FILHO, A. F. Dendrometria. 2. ed. Guarapuava: UNICENTRO, 2009. 316 p. ISBN 85-89346-19-6.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomias – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Metodologia de mapeamento. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/metodo_cobertura_e_uso/. Acesso em: 8 ago. 2025.

MINAS GERAIS. 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://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=54600>. Acesso em: 30 abr. 2025.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; DA FONSECA, G. A. B. Hotspots Revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Chicago: The University of Chicago Press Books, 2005. 392 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. Mata Atlântica. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 23 abr. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria MMA n. 148, de 7 de junho de 2022. Altera os anexos das Portarias nº 443, 444 e 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jun. 2022, Seção 1, p. 74. Acesso em: 22 jul. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (Brasil). Corredores ecológicos: Gestão integrada de paisagem, Biodiversidade e Biomas. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/gestao-integrada-de-paisagem/corredores-ecologicos>. Acesso em: 12 ago. 2025.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. CERNE, Lavras, v. 5, n. 2, p. 51-64, 1999.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. Inventário florestal. 2. ed. Curitiba: Editora UFPR, 1997.



PTERIDOPHYTE PHYLOGENY GROUP. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, Beijing, v. 54, n. 6, p. 563–603, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/jse.12229>.

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. Mapeamento e inventário da flora e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2006. 288 p.

SOS MATA ATLÂNTICA. Mapa das Fisionomias Originais. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

UNESCO. Sector for External Relations and Public Information. Paris, 2011. 92 p.



ANEXO 1.

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA E CADASTRO TÉCNICO FEDERAL (CTF/AINDA)

Dados de ART e CTF

Com o objetivo de promover as disposições da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD, foi retirado deste arquivo as ARTs e CTFs dos profissionais envolvidos, a fim de resguardar os dados pessoais.

Importante destacar que estes documentos foram disponibilizados nos estudos ambientais protocolados no órgão ambiental para respectiva análise do processo de Licenciamento Ambiental.



ANEXO 2.

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL DA ADEQUAÇÃO DA BACIA DE DISSIPAÇÃO DO EXTRAVASOR DA BARRAGEM TIMBOPEBA



		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 2/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.	INTRODUÇÃO	3
1.1.	OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS	4
1.2.	LOCALIZAÇÃO E ACESSO	4
2.	DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA	8
3.	CRITÉRIOS E PREMISSAS	9
3.1.	GERAIS	9
3.2.	ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS	9
3.3.	HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	11
4.	ESTUDOS GEOLÓGICO GEOTÉCNICOS.....	12
4.1.	MODELO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO LOCAL.....	12
4.2.	DIMENSIONAMENTO DA TRANSIÇÃO DA BACIA DE DISSIPAÇÃO	23
4.2.1.	Material base	24
4.2.2.	Transições e enrocamentos	24
4.3.	ANÁLISES DE ESTABILIDADES	28
5.	ESTUDOS HIDRÁULICOS-HIDROLÓGICOS	39
5.1.	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	40
5.2.	DIMENSIONAMENTOS DE DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS	40
5.3.	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SUPERFICIAL	41
6.	SUMP OPERACIONAL.....	42
6.1.	DIMENSIONAMENTO DO SUMP.....	43
6.1.1.	Passagem molhada	45
6.2.	VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA.....	46
6.2.1.	Fluxo Quiescente.....	47
7.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	50
8.	REFERÊNCIAS.....	52

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 3/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

1. INTRODUÇÃO

Este documento formaliza a apresentação do relatório técnico final referente à bacia de dissipação, abordando os referidos aspectos caracterizados no desenvolvimento do Projeto Detalhado de Adequação da Bacia de Dissipação do Extravaso da Barragem Timbopeba, de propriedade da VALE S.A, conforme contrato N° 5500079341/5900083429 firmado entre a VALE S.A. e TRACTEBEL ENGINEERING.

A Mina de Timbopeba consiste em uma mineração de ferro pertencente a VALE, localizada no município de Ouro Preto, próxima ao distrito de Antônio Pereira, região centro-sul do estado de Minas Gerais. Essa mina se insere no Complexo Minerador de Mariana que também engloba as minas de Alegria, Fazendão, Fábrica Nova, Timbopeba e Capanema.

O presente documento se apoia na consolidação dos levantamentos de campo realizados, estudos hidráulicos/hidrológicos, nos ensaios e relatórios desenvolvidos no âmbito do projeto de tratamento de taludes e alteamento do extravaso para subsidiar as informações necessárias para avaliar os taludes e a geometria da bacia de dissipação e canal de restituição, baseada na alternativa que utiliza enrocamento como solução técnica para a dissipação de energia.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 4/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

1.1. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

O presente documento objetiva a apresentação do Relatório Técnico Final referente a adequação da bacia de dissipação presente na mina de Timbopeba, por meio do projeto de reconformação de seu arranjo e emprego de novos tipos de materiais construtivos em sua composição.

Este documento apresentará das disposições técnicas e memorial de cálculo relacionados as etapas e metodologias desenvolvidas para construção da estrutura dissipadora compatível com o extravasor da Barragem de Timbopeba. Para estes trabalhos, serão realizadas as atividades de redimensionamento geométrico com a implantação de um canal permeável com seção hidráulica de maiores dimensões, além da implantação de sistema de drenagem superficial para escoar adequadamente as precipitações das bacias de drenagem de contribuição da região do extravasor.

Dentro do âmbito geotécnico, serão realizadas obras estabilização e posterior recuperação vegetal dos taludes expostos pelas obras de terraplenagem nas margens da bacia. Além disso é previsto dimensionamentos de transições, garantindo a estabilidade do maciço, controle da percolação e evitando processos de erosão interna. As transições asseguram a compatibilidade granulométrica entre os materiais, enquanto atua também como espécie de drenagem interna, permitindo o alívio das pressões neutras e a condução segura da água infiltrada.

Em específico, os objetivos deste documento é apresentar a consolidação da solução adotada com sua respectiva metodologia e resultados dos dimensionamentos geotécnicos e hidráulicos para um adequado e seguro trânsito do escoamento de cheias do sistema extravasor projetado. Os estudos específicos de cada disciplina bem como as especificações construtivas e sequenciamentos relacionados estão disponíveis mais detalhadamente em seus respectivos relatórios técnicos desenvolvidos ao longo do projeto.

1.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem de Timbopeba, localizada na mina homônima, está situada no município de Ouro Preto, próxima ao distrito de Antônio Pereira, a cerca de 142 km de Belo Horizonte. Partindo da capital, Belo Horizonte, o acesso se dá pela BR-356 por cerca de 112 km até a cidade de Mariana. A partir daí, o acesso é feito pela MG-129 no sentido norte por aproximadamente 20 km, até o trevo de acesso à mina a esquerda, por onde segue-se por mais 4,4 km (**Figura 1-1**). A distância total de Belo Horizonte à entrada da mina é de 138 km.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 5/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

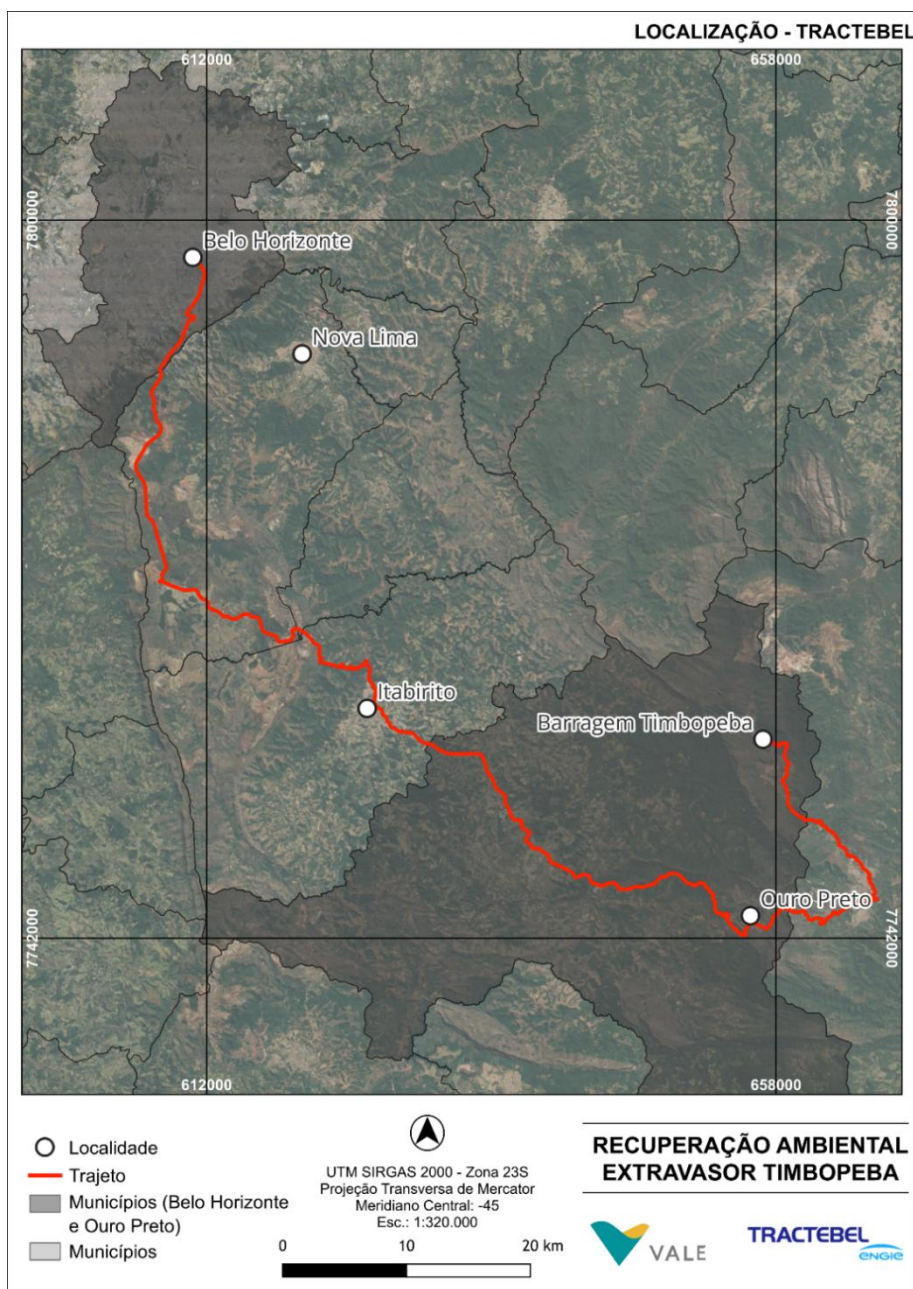


Figura 1-1 – Localização e acesso de Belo Horizonte até a Mina de Timbopeba.

A região de estudo, ou seja, a bacia do extravasor da Barragem Timbopeba, está localizada na porção sudeste da mina. A Figura 1-2 mostra em destaque a localização da área do extravasor em análise, enquanto a Figura 1-3 apresenta uma imagem aérea em específico da região compreendendo a bacia de dissipação existente atualmente.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 6/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

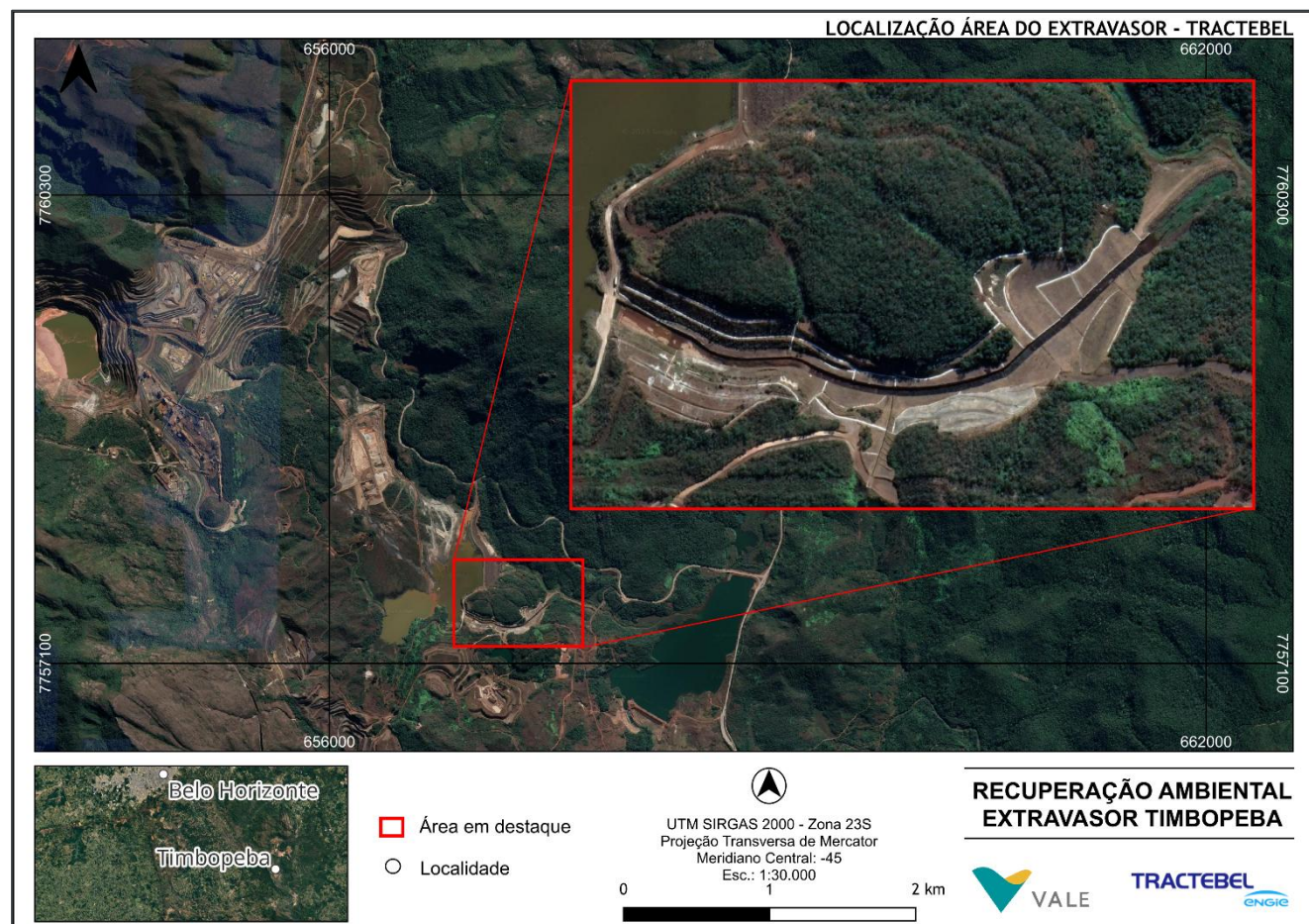


Figura 1-2 – Imagem aérea da Mina de Timbopeba e detalhe para a região do extravasor.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 7/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0



Figura 1-3 – Bacia de dissipação do sistema extravasor da Barragem Timbopeba.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 8/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

2. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

A seguir, no Quadro 2-1, está apresentada a lista de documentos consultados para o desenvolvimento do projeto de adequação da Bacia de Dissipação do extravasor da Barragem de Timbopeba.

Quadro 2-1 – Lista dos dados disponibilizados para utilização no Projeto Executivo.

DOC.	NOME DO ARQUIVO	TÍTULO	RESPONSÁVEL	DATA
01	RL-1850BB-X-80210	Relatório Técnico – RPSB (2023)	DF+	18/05/23
02	RL-1850BB-X-80289	Relatório Técnico – RISR – 1º CICLO (2023)	TPF	30/03/23
03	timbopeba_mdt_qfer_ate2016_sirgas2000	Modelo Digital do Terreno	-	-
04	timbopeba_mdt_ntz_2019_r01	Modelo Digital do Terreno	-	-
05	Barragem Timbopeba 2020 10 29 Imagem.dwg	Modelo Digital do Terreno	VALE	29/10/20
06	1850BB-V-82857_Rev_B	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COMPLEMENTAR – PLANTA	WALM	02/10/20
07	1850BB – X-83141	Base Topográfica	POTAMOS	30/05/22
08	RL1850BB-G-00031	Relatório Técnico – Vertedouro da Barragem de Timbopeba	SRK Consulting	30/04/15
09	RL 1850BB-50006	Relatório Geotécnico Projeto Executivo da Barragem de Timbopeba	Eletroprojetos	08/82
10	LOCTVAL-115 - COMPLEXO MARIANA	Relatório de Ensaios para Caracterização Geotécnica	LOCTEST	11/23
11	RL-1850BB-X-80270	Relatório Técnico de Investigação Geotécnica	PATROL	21/12/22
12	RL-1850BB-X-80218-00	ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA – DAM BREAK	TEC03	31/05/22
13	RL-1850BB-W-00001	Relatório de interpretação das sondagens e ensaios de campo	WALM	09/02/22
14	MC-1000BB-X-80201	ESTUDOS GEOLOGICO GEOTECNICOS MEMORIAL DE CALCULO	TRACTEBEL	30/09/24
15	MC-1000BB-X-80206	Memorial de Cálculo Hidrológico-Hidráulico	TRACTEBEL	25/04/25
16	RL-1000BB-X-80871	Estudo de Controle do Nível Freático	TRACTEBEL	12/05/25
17	RL-1000BB-X-80869	Relatório de Critérios e Premissas da Solução Adotada	TRACTEBEL	12/05/25
18	ET-1000BB-X-80638	Especificação Técnica Construtiva	TRACTEBEL	05/06/25
19	1000BB-X-15832	BACIA DE DISSIPAÇÃO E CANAL DE RESTITUIÇÃO – ESCAVAÇÃO – PLANTA E PERFIL	TRACTEBEL	05/06/25
20	1000BB-X-15814	BACIA DE DISSIPAÇÃO E CANAL DE RESTITUIÇÃO – ARRANJO GERAL - PLANTA	TRACTEBEL	05/06/25
21	LEVANTAMENTO-SUMP-B-TIMBOPEBA	Levantamento Planialtimétrico Sump B Timbopeba	VALE	02/04/25

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 9/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

3. CRITÉRIOS E PREMISSAS

3.1. GERAIS

Após as etapas anteriores de projeto, como o estudo de viabilidade, verificou-se que seriam necessárias algumas intervenções de engenharia para se chegar na solução mais adequada do arranjo da estrutura da bacia de dissipação para compor o sistema extravasor da Barragem de Timbopeba.

Na etapa de viabilidade do projeto de adequação da bacia foram realizados diagnósticos das condições existentes, identificando possível assoreamento, instabilidades em taludes e limitações da solução original em concreto. Reavaliou-se as premissas geométricas, optando por taludes de até 10 m de inclinação 1V:1,5H, bermas de 4 m e escavação até a cota 743,5 m. A modelagem hidráulica tridimensional permitiu verificar a dissipação de energia e embasar o uso de enrocamento, com reaproveitamento de blocos rochosos disponíveis na área, reduzindo custos e impactos ambientais. Estudos geotécnicos confirmaram a necessidade de escavação sob nível freático, levando à definição de um sistema de esgotamento com bombeamento contínuo, sump intermediário e canal auxiliar. A solução proposta no projeto atual é híbrida, com concreto restrito a pontos críticos, como a transição com o extravasor e o canal de restituição, e uso predominante de enrocamento.

A execução foi planejada de forma faseada, compatível com o período seco, incluindo rampas de acesso e estratégias para minimizar interferências e garantir a estabilidade e a funcionalidade hidráulica da estrutura. Aspectos ambientais foram integrados à solução, incluindo áreas para disposição de materiais e medidas de controle de turbidez. Por fim, uma análise comparativa indicou o enrocamento como alternativa viável, por sua simplicidade executiva, menor impacto ambiental e melhor custo-benefício. A seguir são apresentados as premissas e estudos específicos de cada disciplina que orientaram o projeto e o desenvolvimento do presente relatório.

3.2. ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Destacam-se na sequência os critérios e premissas, principalmente no tangente à disciplina geológico-geotécnica, que disciplinaram a memória de cálculo dos estudos geotécnicos desenvolvidos para verificar estabilidade:

- Durante o período chuvoso se deve evitar a execução de escavações nos taludes, sendo somente permitido a limpeza do terreno com profundidade máxima 30 cm para retirada do material solto;
- Em vista de tratar de análise de estabilidade de taludes naturais, serão adotadas as diretrizes apresentadas na Norma ABNT NBR 11.682:2009 que trata de estudo de estabilidade de encostas. Segundo a referida norma os fatores de segurança mínimos preconizados pela norma são de acordo com a Tabela 3-1 e Tabela 3-2.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 10/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Tabela 3-1 – Fatores de Segurança mínimos para deslizamentos (ABNT NBR 11.682:2009)

NÍVEL DE SEGURANÇA CONTRA DANOS MATERIAIS E AMBIENTAIS	NÍVEL DE SEGURANÇA CONTRA DANOS A VIDAS HUMANAS		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

NOTA 1: No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10%.

Tabela 3-2 – Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais (ABNR NBR 11.682:2009).

NÍVEL DE SEGURANÇA	CRITÉRIOS
Alto	<u>Danos materiais:</u> locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais. <u>Danos ambientais:</u> locais sujeitos a acidentes ambientais graves, como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos.
Médio	<u>Danos materiais:</u> locais próximos a propriedades de valor moderado. <u>Danos ambientais:</u> locais sujeitos a acidentes ambientais moderados.
Baixo	<u>Danos materiais:</u> locais próximos a propriedades de valor reduzido. <u>Danos ambientais:</u> locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos.

Para o presente projeto será adotado o critério de danos materiais alto, haja visto que a ruptura dos taludes da bacia de dissipação extravasor de Timbopeba poderá ocasionar lançamento da massa de solo rompida para dentro da estrutura, de maneira diminuir sua capacidade de contenção hidráulica e comprometimento do desempenho do extravasor.

Em relação aos riscos ambientais, também será considerado alto, visto que a falha das estruturas associadas a Barragem de Timbopeba pode gerar um impacto ambiental elevado a jusante, conforme se pode observar a partir dos estudos de ruptura hipotética da barragem (RL-1850BB-X-80218).

Portanto, diante as condições apresentadas acima, será considerado para os estudos de estabilidade de taludes o fator de segurança mínimo de 1,5 e 1,3 para a condição de construção.

- Serão realizadas análises de estabilidade bidimensionais determinísticas;

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPACÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPACÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 11/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

- Superfícies de rupturas não-circulares otimizadas, apresentando a de menor valor, avaliadas pelo método Morgenstern-Price, sendo considerado rigoroso, uma vez que são ponderadas todas as equações de equilíbrio limite, como equilíbrio de forças verticais, horizontais e momentos fletores;
- As análises de estabilidade serão desenvolvidas no *software* Slide2;
- Serão avaliadas as seções para a freática normal e freática crítica (N.A. obtido a partir dos resultados das investigações de campo e N.A. simulado para PMP de projeto);
- Utilização de envoltória empírica de Thomas Leps para definição de resistência ao cisalhamento, em função da tensão normal efetiva (σ') para os parâmetros do enrocamento. A envoltória reproduz comportamento não lineares que simula melhor o comportamento real de materiais como enrocamentos;
- Serão avaliadas a condição atual da região, a condição durante escavação, tido como crítica, e a condição final após a construção da bacia de dissipação.

3.3. HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Os estudos hidrológicos e hidráulicos têm como objetivo escoar corretamente as vazões provenientes das bacias de drenagem que influenciam o projeto. Os dispositivos desenvolvidos referem-se às drenagens superficiais dos taludes e o canal principal que escoar as vazões advindas do extravasor. Para dimensionamento dos elementos hidráulicos foram utilizados os seguintes critérios e premissas:

- Para o trecho a montante da bacia de dissipação, será utilizado o modelo hidráulico do extravasor elaborado pela TRACTEBEL, considerando as condições hidráulicas já estudadas pela equipe técnica para a fase de alteamento e adequação da estrutura extravasora, já executada;
- Delimitação de bacias de contribuição a montante das estruturas a partir da base topográfica disponibilizada pela VALE;
- A caracterização (uso do solo) das bacias de contribuição será desenvolvida a partir de imagem de satélite para a região de estudo;
- Utilização do resultado da modelagem em CFD referente aos estudos e modelo hidrológico da Barragem Timbopeba desenvolvidos pela POTAMOS, resultante da utilização de condição de umidade antecedente CN II, a partir de solicitação da Vale;
- Dimensionamento do sistema de drenagem superficial considerando Tempo de Retorno (TR) de 100 anos;

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 12/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

- Bacia enterrada com nível d'água (NA) aflorante, com o intuito de criar um colchão d'água para dissipação da energia do escoamento;
- Simulações sempre considerando NA aflorante, visto que, com a passagem da onda de cheia a bacia deverá estar com NA minimamente normal;
- O NA normal da bacia deverá ser ditado pelo nível do lenço freático na região da bacia de dissipação. Visto que a bacia deverá ser em encoramento, a permeabilidade do material de revestimento e de transição propiciará a equalização do NA da bacia com o NA do lençol freático;

4. ESTUDOS GEOLÓGICO GEOTÉCNICOS

A seguir, apresenta-se o resumo dos estudos geológico-geotécnicos realizados no decorrer do projeto, referente à região do extravasor da Barragem de Timbopeba.

4.1. MODELO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO LOCAL

Foi elaborado pela TRACTEBEL uma campanha de investigações complementares, apresentada na especificação técnica ET-1000BB-X-80625, além da realização de um mapeamento geológico-geotécnico da estrutura e de seu entorno, que é apresentado no relatório RL-1000BB-X-80843.

A Figura 4-1 mostra o mapa geológico-geotécnico produzido e a localização das unidades geológico-geotécnicas individualizadas e, que serão descritas a seguir.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 13/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

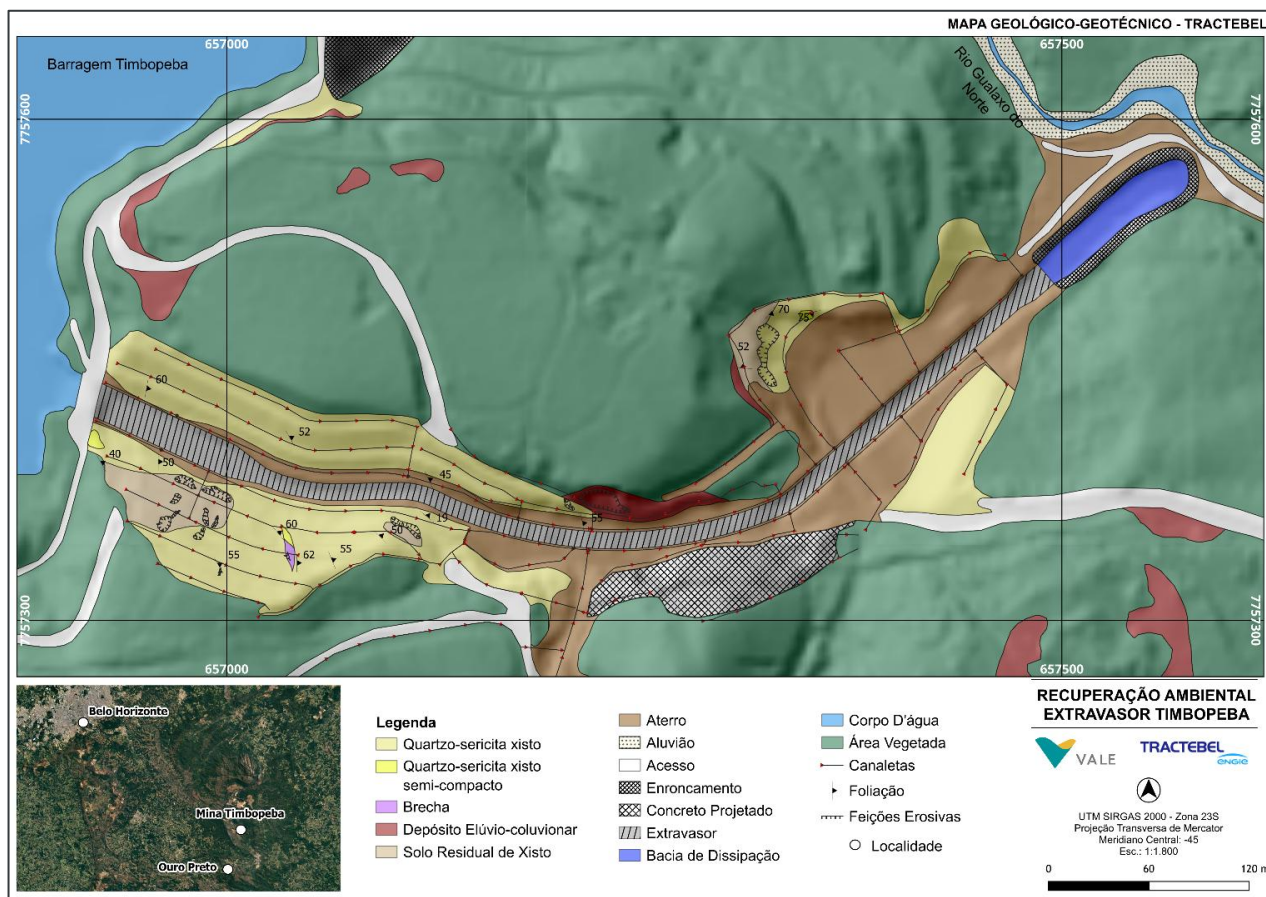


Figura 4-1 – Mapa Geológico-geotécnico da área em análise.

Com base nas informações do mapeamento geológico-geotécnico, dos resultados das investigações pretéritas (sondagens a percussão) e das investigações complementares (ensaio de laboratório da LOCTEST), concluiu-se que na região do extravasor se encontram quatro unidades geológicas geotécnicas de referência, destacando-se o Solo Residual de Quartzo-Sericita Xisto.

Adicionalmente, ao se tratar especificamente da bacia de dissipação, foi identificado um aterro, caracterizado como areia argilosa, com espessuras de até 8m de profundidade. Ao avaliar os valores de N_{SPT} desta camada, observou-se que o material apresentava duas resistências diferentes em profundidade, uma composta por um solo mais competente ($N_{SPT} \approx 11$) e um solo mais mole ($N_{SPT} \approx 4$).

Em sequência, descreve-se a caracterização das litologias de interesse para o objeto deste relatório.

- **Solo Residual de Quartzo-Sericita Xisto**

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPACÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPACÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 14/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Na maior parte dos taludes é possível observar o desenvolvimento de camadas centimétricas a métricas de solo residual de quartzo-sericita xisto. Este material é caracterizado como solo silto-arenoso, com cores predominantemente esbranquiçadas a acinzentadas, composto por quartzo e argilominerais (Figura 4-2). O solo residual possui resistência R0, grau de alteração W6, além de apresentar isotropia e uma alta erodibilidade, que condiciona a formação de processos erosivos.



Figura 4-2 – Imagens de solo residual (poço para extração de amostra em solo residual silto-arenoso, de coloração acinzentada).

O documento 19110-000A-GE-ET-001 (sem número VALE), elaborado pela BVP para especificação técnica de investigações geotécnicas da Barragem de Timbopeba, apresenta a programação de cinco sondagens a percussão na região do extravasor e 4 sondagens na região da bacia de dissipação conforme se pode verificar na Figura 4-3. As sondagens foram realizadas pela PATTROL (RL-1850BB-X-80270) entre os dias 04/07/2022 e 18/07/2022. Além da realização das sondagens, também foram realizados ensaios de infiltração nos furos executados. Observa-se que a nomenclatura apresentada pela BVP é diferente da apresentada pela PATTROL, sendo apresentada na Tabela 4-1 a equivalência de cada nomenclatura.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 15/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Tabela 4-1 – Coordenadas dos furos de sondagem realizadas na região da bacia de dissipação.

Nomenclatura do Furo		Coordenadas UTM ¹		Cota Boca Furo (m)	Nível d'água (m)
PATROL	BVP	Norte	Leste		
SM-BTB-SM00100	SM-BT-15	7.757.556,616	657.591,377	751,317	1,03
SM-BTB-SM00101	SM-BT-16	7.757.591,128	657.556,159	752,121	0,96
SM-BTB-SM00122	SM-BT-17	7.757.569,885	657.527,832	751,953	1,20
SM-BTB-SM00123	SM-BT-18	7.757.549,698	657.502,907	753,076	1,35

¹ Coordenadas e Cotas retiradas do relatório RL-1850BB-X-80270.

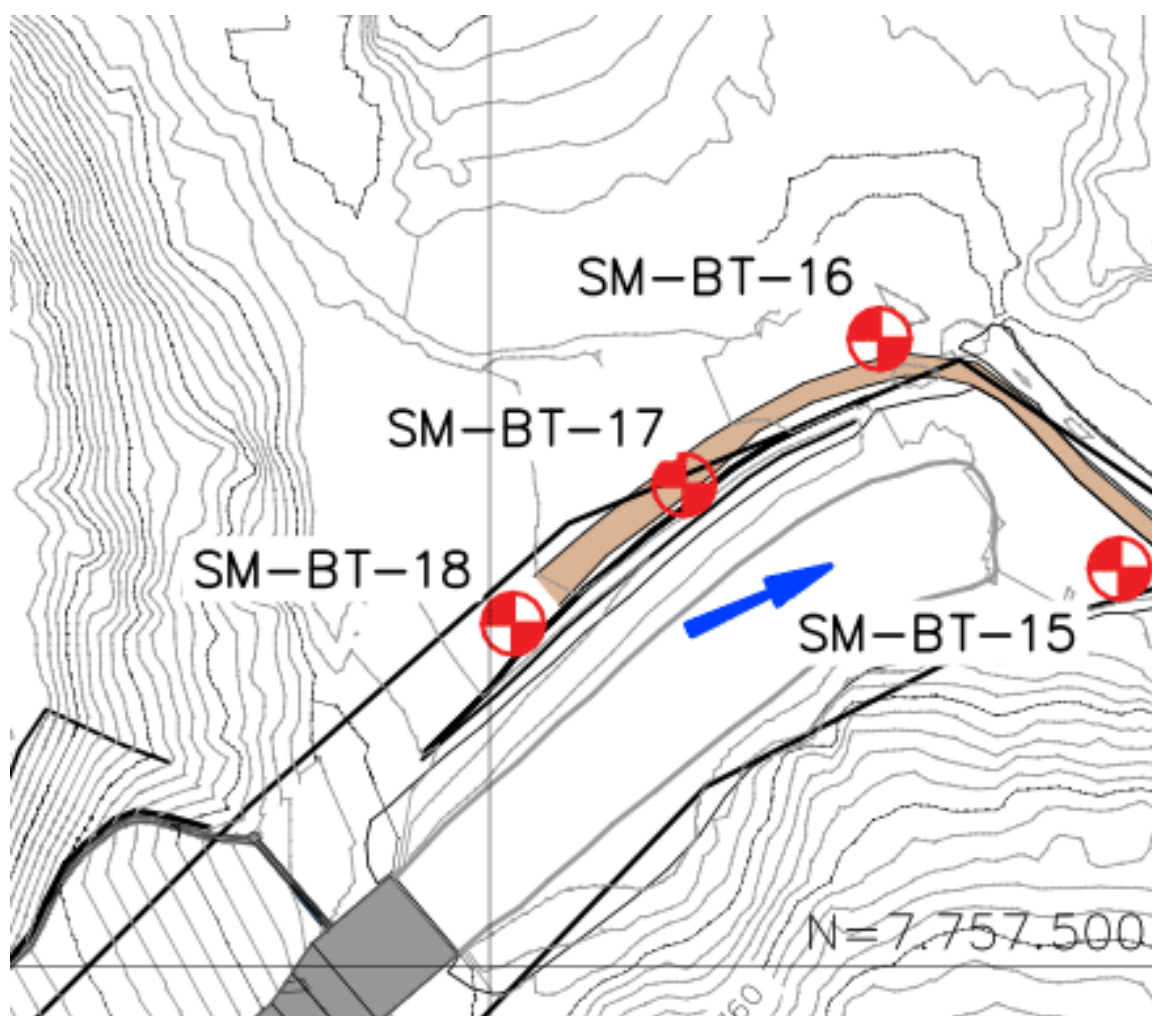


Figura 4-3 – Localização das investigações na Barragem Timbopeba (Fonte: RL-1850BB-X-80270).

Em suma, foram realizados ensaios de infiltração nos 4 furos realizados na região da bacia, em intervalos que variaram entre 1 e 4 metros. A Figura 4-4 abaixo apresenta os resultados para a litologia em questão. Para este projeto, será utilizado o menor valor entre a média e a mediana, correspondente à $1,3\text{e-}5$ cm/s.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 16/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

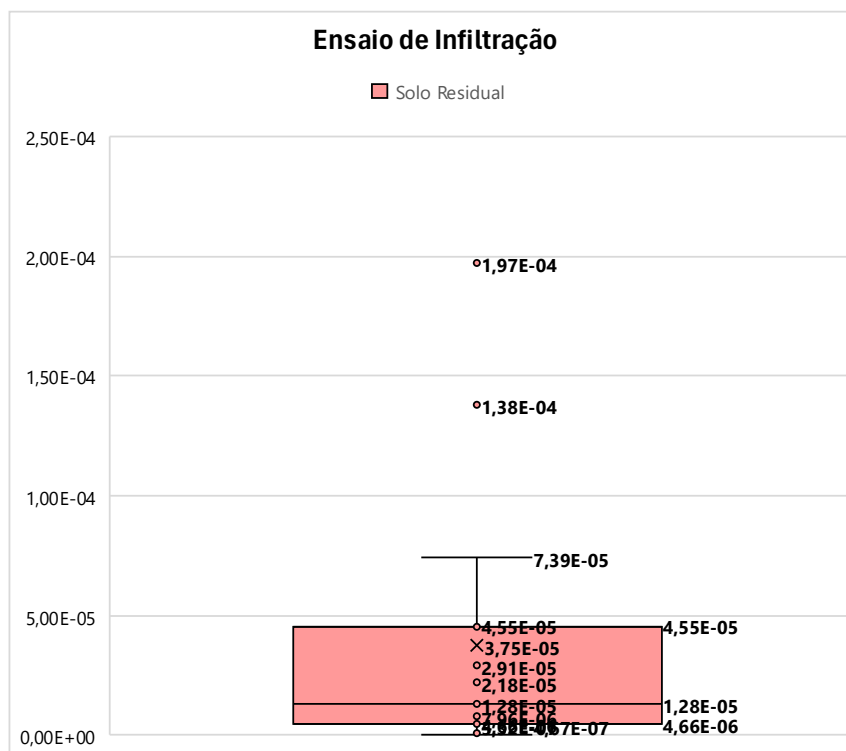


Figura 4-4 – Resultado dos ensaios de Infiltração realizados no solo residual de quartzo-sericita xisto.

No que tange aos resultados dos valores de medida de N_{SPT} executados a partir das sondagens a percussão, observa-se que os valores encontrados variam de 13 a 50 golpes, apresentando um comportamento crescente de resistência. Apesar da faixa de valores de N_{SPT} apresentar resistência média a alta para o solo residual, esses valores devem ser analisados com ressalva, dado que o que o plano de xistosidade encontrado no mapeamento dos taludes marginais do extravasor varia de 55 a 70 NW, o que pode conferir valores altos de resistência dos ensaios de sondagens realizadas.

Dentro do histórico de documentos da estrutura, encontram-se ensaios datados de 1982. Tabela 4-2 apresenta os resultados referentes aos ensaios triaxiais tipo Rápido – R realizados para amostra indeformadas (Bloco 09 e Bloco 13) do solo residual de xisto. Apesar de não serem disponibilizados os dados brutos das amostras, foram informados os valores de pico da tensão desviadora e pressão neutra de cada corpo de prova com suas respectivas tensões confinantes.

Pelas curvas de tensão-deformação, é possível auferir que o solo residual de quartzo micaxisto apresenta comportamento contrátil (*strain softening*) para os níveis de tensão confinante que os corpos de prova foram submetidos. Também, no contexto do relatório RL-185B-01-5006, foram realizados ensaios de cisalhamento direto nos materiais da fundação. Os resultados consolidados estão indicados na Tabela 4-2 abaixo.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 17/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Tabela 4-2 – Resultados dos ensaios de cisalhamento direto. Fonte: RL-185B-01-5006.

AMOSTRA	TIPO DE MATERIAL	γ_d (g/cm ³)	w (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	K (cm/s)
B	Quartzo-Mica-Xisto	-	-	2,5	38	-
C	Quartzo-Mica-Xisto	1,95	2,4	1,0	38	2,4x10 ⁻⁴
D	Filito	2,26	9,7	7,0	25,5	2,4x10 ⁻⁵
E	Filito	2,03	15,7	4,0	23	-

A partir do mapeamento geológico geotécnico realizado e do levantamento das feições erosivas se pode identificar que o solo residual de xisto é a principal unidade geológica geotécnica presente nos taludes marginais do extravasor de Timbopeba e também é o material de maior fragilidade a erosão. Posto isso, foram coletadas 4 amostras indeformadas para a caracterização geotécnica por meio da realização de ensaios de laboratório, conforme o programa de investigação geotécnica apresenta no ET-1000BB-X-80625.

Os blocos foram extraídos em solo residual jovem de xisto nos taludes adjacentes ao extravasor (Figura 4-5). O material evidenciado apresenta granulometria silto-arenosa (areia fina quartzosa), não plástico, coloração branca a cinza e estruturação geral incipiente. Nas porções mais inferiores do corte, observam-se camadas mais arenosas (areia quartzosa fina à média), assim como fragmentos quartzosos centimétricos, disseminados na forma de veios.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 18/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0



Figura 4-5 – Abertura dos blocos coletados pela ATERPA na LOCTEST.

A caracterização geotécnica do solo residual de quartzo-sericita xisto é apresentada a seguir.

A Figura 4-6 e Figura 4-7 apresentam os resultados da caracterização granulométrica das amostras coletadas. Nota-se que os resultados indicam que o solo possui uma fração grossa (areia) predominante à fração fina (silte e argila). Adicionalmente, os resultados de Limites de Atterberg apontaram que o material não é plástico e a massa específica dos sólidos teve valor médio na ordem de 2,825 g/cm³.

As curvas granulométricas das amostras 10872, 10873, 10874 e 10875 representam solos bem graduados, mas desuniformes com valor de D₆₀ na ordem de 0,136 mm.

Portanto, o solo residual de xisto se caracteriza por um solo de textura grossa de granulometria uniforme e bem graduada, com a matriz da fração fina não plástica.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 19/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

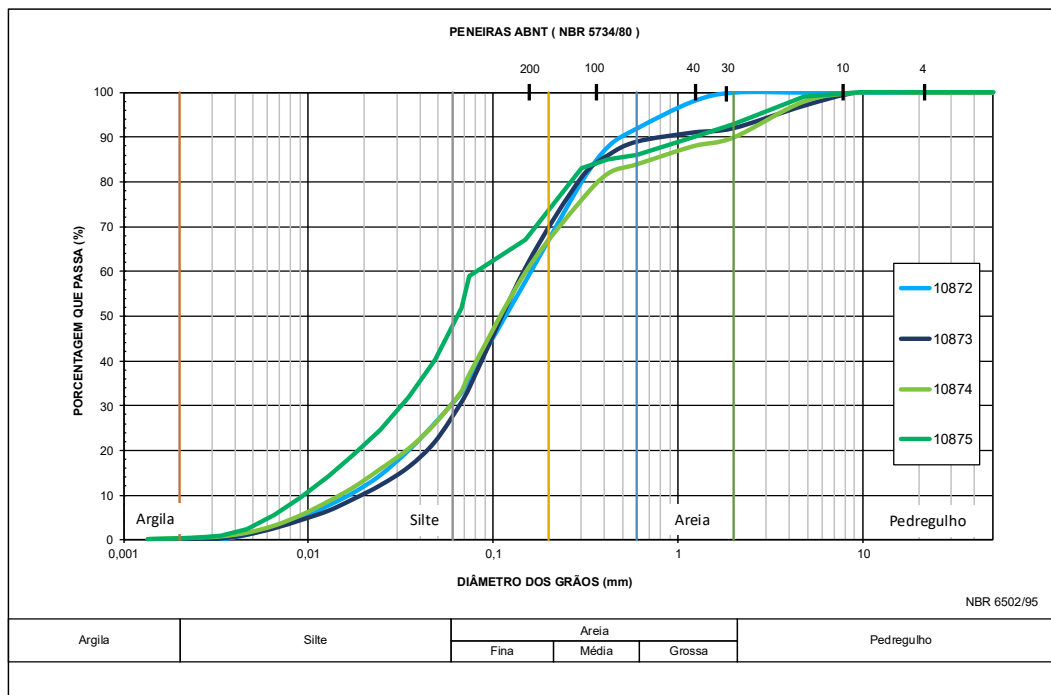


Figura 4-6 – Curva granulométrica das amostras coletadas.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 20/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

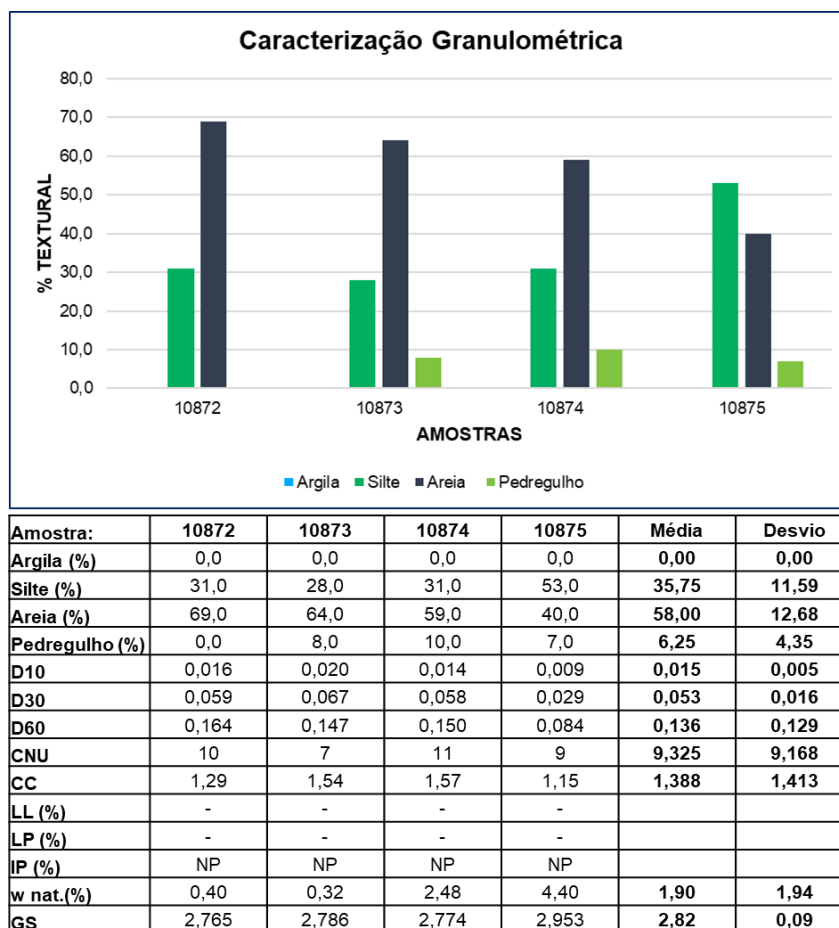


Figura 4-7 – Resultados dos ensaios de caracterização do solo.

A partir das amostras indeformadas foram talhados corpos de prova considerando o plano de cisalhamento paralelo e perpendicular a xistosidade. Relata-se aqui que, durante a abertura dos blocos, todos apresentaram um certo deslocamento nos planos de xistosidade.

A partir dos resultados dos ensaios de cisalhamento direto foram obtidos os resultados da resistência ao cisalhamento, indicados na Tabela 4-3.

Tabela 4-3 – Parâmetros de resistência para o solo residual de Quartzo-Sericita Xisto.

Critério	Condição de Ruptura	Condição de Ensaio	Parâmetros de Resistência ¹	
			Coesão (kPa)	Ângulo de Atrito (°)
Máxima obliquidade da curva tensão cisalhante <i>versus</i> deslocamento horizontal.	Paralela	Não Saturada	37,6	34,6
		Inundada	18,4	34,5
	Perpendicular	Não Saturada	124,9	53,9
		Inundada	40,5	48,7

A Figura 4-8 apresenta os resultados dos ensaios de cisalhamento direto realizados considerando o critério de ruptura indicado na Tabela 4-3.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 21/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

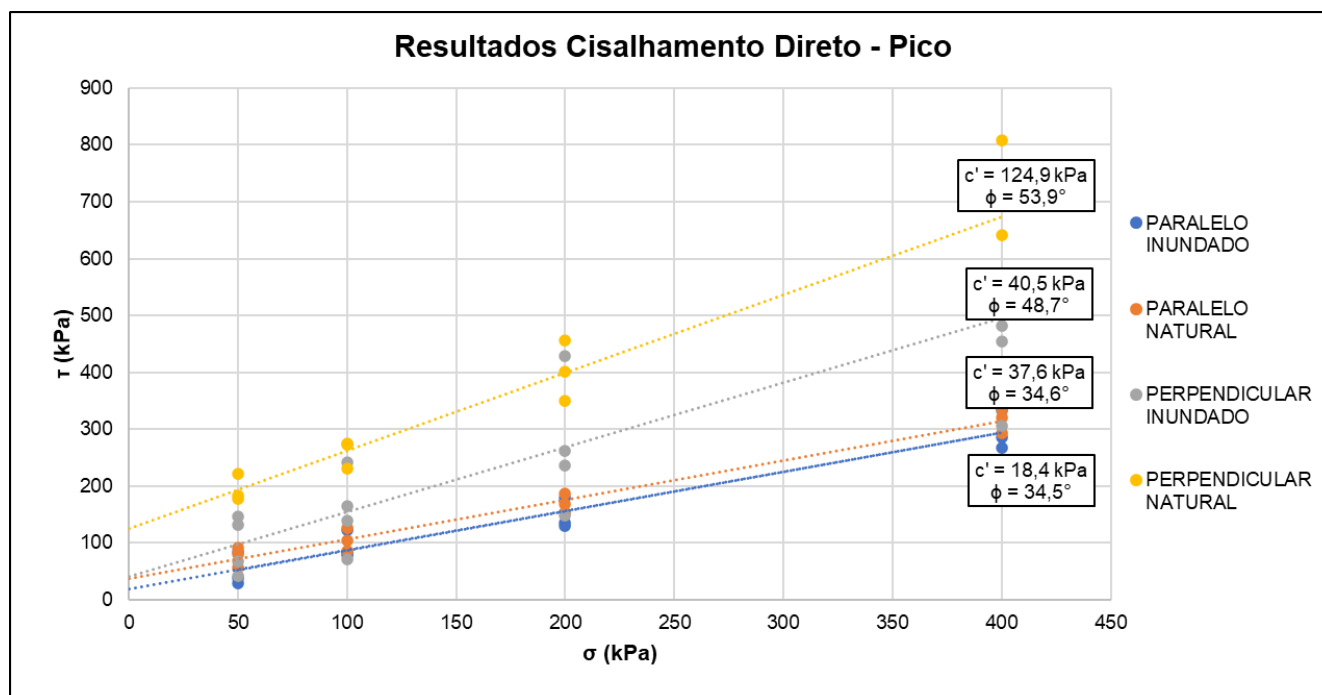


Figura 4-8 – Envoltória de ruptura ao cisalhamento das amostras.

Ao avaliar todos os resultados obtidos, entende-se pela equipe técnica da TRACTEBEL que:

- Os ensaios triaxiais executados na época da construção da barragem apontaram um comportamento de *strain softening* para o quartzo-sericita-xisto e quartzo-mica-xisto, não evidenciados em todos os ensaios de cisalhamento direto;
- O solo é não plástico, evidenciado pelos ensaios de Limite de Atterberg executados em 1982 e 2023, por todos os ensaios especiais executados em 1982, e corroborado por seu comportamento extremamente erodível em campo, portanto, a coesão do solo em alto grau de saturação é muito baixa.
- Aterro (Areia Argilosa)**

Conforme comentado acima, foi identificada nas sondagens uma camada caracterizada como aterro na região do aterro. Esta camada pode ser subdivida em uma camada mais competente ($N_{SPT} \approx 11$) e um solo mais mole ($N_{SPT} \approx 4$).

Para definir os parâmetros geotécnicos deste solo, utilizou-se da literatura e das correlações de N_{SPT} existentes. O peso específico foi adotado como um valor de 19 kN/m^3 . A Tabela 4-4 abaixo apresenta as correlações para o ângulo de atrito do material do aterro. Já para a

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 22/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

coesão, considerou-se a coesão de 0 kPa para o aterro mole e 7 kPa para o aterro com N_{SPT} de 11, com base nas correlações de Kumar, R. *et al.* (2016).

Tabela 4-4 – Correlações de N_{SPT} com o ângulo de atrito para o aterro.

Referência Bibliográfica	Φ' Aterro $N_{SPT} \approx 11$	Φ' Aterro $N_{SPT} \approx 4$
Kumar, R. <i>et al.</i> , 2016	30,26	28,26
Muromachi <i>et al.</i> 1974	31,61	27,00
Wolff (1989)	30,33	28,29
Japan Road Association (1990)	27,85	22,75
Mujtaba, H. <i>et al.</i> 2017	25,35	20,40
Primeiro Quartil	26,6	21,6

Em relação aos ensaios de infiltração a carga constante, foram realizadas 7 medições em 3 dos furos dos quais abrangeram o material do aterro. A Figura 4-9 abaixo apresenta o resultado dos ensaios. Será adotado o valor da média destes, de $2,2\text{e-}5$ cm/s.

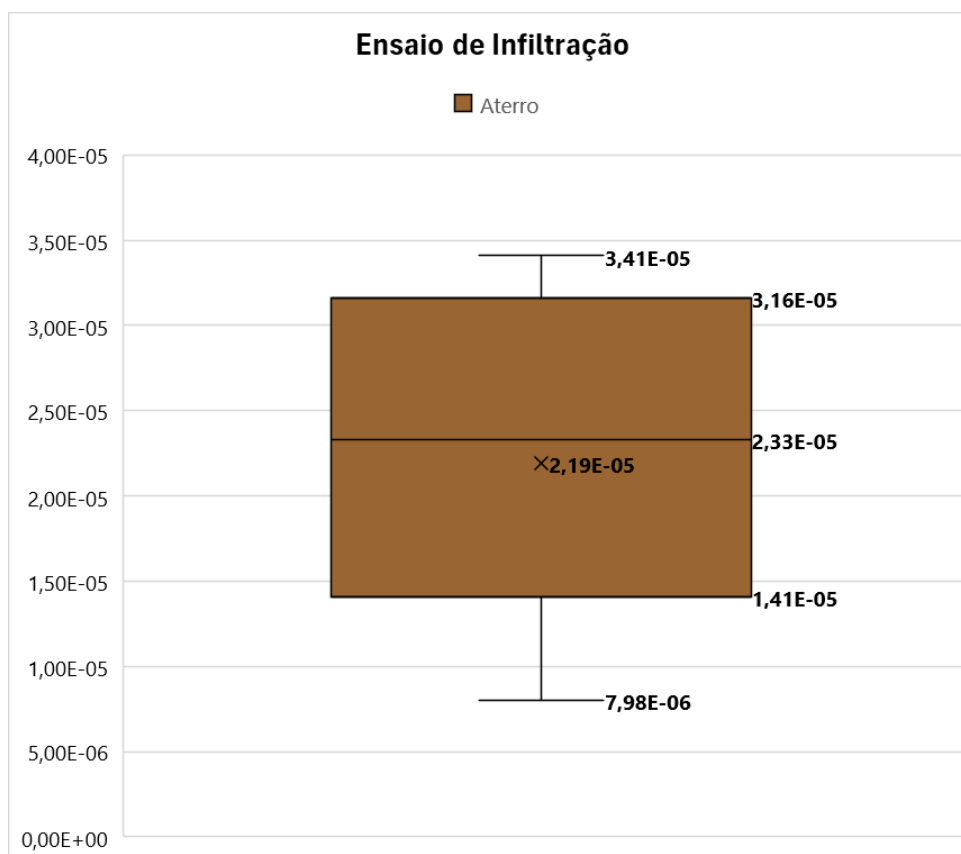


Figura 4-9 – Ensaio de Infiltração para o aterro existente na bacia de dissipação.

• Parâmetros Geotécnicos Adotados

Ao avaliar todos os ensaios realizados, bem como sua representatividade para a avaliação geotécnica dos taludes da bacia de dissipação, foram adotados os parâmetros geotécnicos para as análises de estabilidade de acordo com a Tabela 4-5 abaixo.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 23/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Ressalta-se que não foi medida a foliação do xisto na região da bacia, portanto, será adotado o valor médio entre as foliações paralela e perpendicular adotados no relatório anterior, relativo aos estudos dos taludes e alteamento do extravasor (MC-1000BB-80201). Também se destaca que, devido à baixa resistência do solo de fundação, já está prevista a escavação até sua completa remoção.

Tabela 4-5 – Parâmetros geotécnicos adotados para as análises de estabilidade.

Material	γ (kN/m ³)	K (cm/s)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Solo Residual de Quartzo-Sericita Xisto	21,4	1,3E-5	13	34,6
Aterro N _{SPT} = 11	19	2,2E-5	7	26,6
Aterro N _{SPT} = 4	19	2,2E-5	0	22
Enrocamento	26	1,0E-1	0	42
Transição	19	1,0E-3	0	35
Concreto	25	NA	Infinite Strength	

4.2. DIMENSIONAMENTO DA TRANSIÇÃO DA BACIA DE DISSIPACÃO

Para resistir à ação erosiva do escoamento superficial e subsuperficial previsto para a condição definitiva da estrutura, é necessário executar camadas de proteção/transição entre o enrocamento da bacia e o solo base onde este será a implantação. Deste modo, busca-se evitar o carreamento de materiais finos, bem como controlar e conduzir adequadamente a saída da água.

O dimensionamento das camadas de proteção/transição deve levar em conta a granulometria dos materiais empregados. Essa granulometria deve ser tal que:

- As partículas menores se acomodem nos vazios entre as partículas maiores, atuando como camada filtrante e ao mesmo tempo permitindo a percolação de água;
- O material mais fino seja retido, evitando o carreamento de partículas e erosões;
- Os vazios do filtro devem permitir a livre drenagem das águas e o controle das forças de percolação, atenuando a velocidade e energia do fluxo.

Os critérios para projeto de filtros de proteção, propostos por Terzaghi, são ainda hoje empregados após constantes verificações práticas, baseiam-se nas curvas granulométricas dos materiais, e são dois:

$$D_{15,\text{material mais grosso}} > 4 \text{ a } 5 \cdot d_{15,\text{material mais fino}}$$

Indicando que o material mais grosso deve ser mais permeável que o mais fino (critério de dreno), e:

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 24/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

$$D_{15,\text{material mais grosso}} < 4 \text{ a } 5 \cdot d_{85,\text{material mais fino}}$$

Limitando a abertura dos vazios do material mais grosso para que as partículas do material mais fino não passem por tais espaços (critério de filtro).

Em que:

- d_{15} = Diâmetro equivalente da partícula tal que o peso de partículas menores do que ela corresponde a 15% do peso total seco do solo;
- d_{85} = Diâmetro equivalente da partícula tal que o peso de partículas menores do que ela corresponde a 85% do peso total seco do solo;

4.2.1. MATERIAL BASE

Para a granulometria do material de base bacia, considerou-se os ensaios de granulometria disponíveis realizados nos blocos extraídos em solo residual jovem de xisto nos taludes adjacentes ao extravasor, uma vez que a partir do mapeamento geológico geotécnico realizado se pode identificar que o solo residual de xisto é a principal unidade geológica geotécnica presente na área de estudo e no qual será implantada a bacia de dissipação.

Conforme já discutido anteriormente e identificado nas Figura 4-6 e Figura 4-7, no que diz respeito características geotécnicas do solo analisado, o material de solo natural apresenta predominância da fração arenosa em relação às frações finas (silte e argila), sendo estas não plásticas, conforme indicam os Limites de Atterberg. A partir das curvas granulométricas das amostras ensaiadas, as quais indicam um solo bem graduados, foi determinado os limites inferior e superior granulométricos para o material para se obter o dimensionamento adequado das transições até o enrocamento selecionado para o projeto. Os limites são apresentados na Tabela 4-6.

Tabela 4-6: Diâmetros do material do solo de base.

Material Base	Curvas	D10 (mm)	D15 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	D85 (mm)
Solo Residual de Xisto	Mínima	0,009	0,012	0,028	0,06	0,074	0,30
	Média	0,014	0,020	0,050	0,11	0,14	0,42
	Máxima	0,019	0,035	0,069	0,13	0,17	0,75

4.2.2. TRANSIÇÕES E ENROCAMENTOS

Apresentam-se, a seguir, as definições dos diâmetros característicos dos materiais a serem utilizados em cada camada de transição, de acordo com os critérios de Terzaghi. Visando avaliar os cenários mais críticos, tomou-se como base o material mais fino (limite inferior) e o material mais grosso (limite superior) do solo a ser protegido para verificação dos critérios de filtro e dreno, respectivamente.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 25/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

- Para a camada de areia (ARE), adotou-se um material de granulometria média a grossa, cujos diâmetros D_{15} e D_{85} , para o limite inferior, são iguais a 0,200 mm ($D_{15,ARE}$) e 1,000 mm ($D_{85,ARE}$) e, para o limite superior, 0,400 mm ($D_{15,ARE}$) e 3,000 mm ($D_{85,ARE}$):

$$D_{15,ARE} > 5 \cdot d_{15,SOLO}$$

$$D_{15,ARE} > 5 \cdot 0,012 \text{ mm} \rightarrow 0,200 \text{ mm} > 0,060 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

$$D_{15,ARE} < 5 \cdot d_{85,SOLO}$$

$$D_{15,ARE} < 5 \cdot 0,750 \text{ mm} \rightarrow 0,400 \text{ mm} < 3,750 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

- Para a camada de transição fina (TRF) adotou-se a brita 1, cujos diâmetros D_{15} e D_{85} para o limite inferior são iguais a 3,000 mm ($D_{15,TRF}$) e 6,200 mm ($D_{85,TRF}$) e, para o limite superior, 4,500 mm ($D_{15,TRF}$) e 14,000 mm ($D_{85,TRF}$):

$$D_{15,TRF} > 5 \cdot d_{15,ARE}$$

$$D_{15,TRF} > 5 \cdot 0,400 \text{ mm} \rightarrow 3,000 > 2,000 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

$$D_{15,TRF} < 5 \cdot d_{85,ARE}$$

$$D_{15,TRF} < 5 \cdot 3,000 \text{ mm} \rightarrow 4,500 < 15,000 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

- Para a camada de transição grossa (TRG), adotou-se um material com granulometria de brita 2 a brita 4, cujos diâmetros D_{15} e D_{85} para o limite inferior são iguais a 19,500 mm ($D_{15,TRG}$) e 60,000 mm ($D_{85,TRG}$) e, para o limite superior, 40,000 mm ($D_{15,TRG}$) e 100,000 mm ($D_{85,TRG}$):

$$D_{15,TRG} > 4 \cdot d_{15,TRF}$$

$$D_{15,TRG} > 5 \cdot 3,000 \text{ mm} \rightarrow 19,500 > 15,000 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

$$D_{15,TRG} < 5 \cdot d_{85,TRF}$$

$$D_{15,TRG} < 5 \cdot 14,000 \text{ mm} \rightarrow 40,000 < 70,00 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

- Verificação transição grossa (TRG) – Enrocamento

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 26/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Têm-se que o D_{50} do enrocamento de projeto dimensionado para proteção e dissipação de energia hidráulica equivale a 50 cm na região da bacia e 20 cm para os taludes laterais. Para realizar a verificação de transição para atendimento das relações de permeabilidade e de filtragem utilizou-se de algumas referências técnicas e experiência da projetista para estimativa dos diâmetros característicos. Dessa forma, visando manter uma faixa de menor espaçamento granulométrico e com graduação mais uniforme, de forma que atenda aos critérios de transição e melhor aproxime do diâmetro médio utilizado nos estudos hidráulicos, foi adotado $D_{15,ENR} \approx (0,50 \text{ a } 0,85) \cdot D_{50}$ e $D_{85,ENR} \approx (1,5 \text{ a } 2,0) \cdot D_{50}$.

A partir das porcentagens sugeridas verificou-se os seguinte valores:

1. Enrocamento $D_{50} = 200$ mm: limite inferior iguais a 100,000 mm ($D_{15,ENR}$) e 300,000 mm ($D_{85,ENR}$) e, para o limite superior, 170,000 mm ($D_{15,ENR}$) e 400,000 mm ($D_{85,ENR}$).

$$D_{15,ENR20} > 5 \cdot d_{15,TRG}$$

$$D_{15,ENR20} > 5 \cdot 19,500 \text{ mm} \rightarrow 100,000 > 97,500 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

$$D_{15,ENR} < 5 \cdot d_{85,TRG}$$

$$D_{15,ENR20} < 5 \cdot 100,000 \text{ mm} \rightarrow 170,000 < 500,00 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

2. Enrocamento $D_{50} = 500$ mm - limite inferior iguais a 250,000 mm ($D_{15,ENR}$) e 750,000 mm ($D_{85,ENR}$) e, para o limite superior, 425,000 mm ($D_{15,ENR}$) e 1000,000 mm ($D_{85,ENR}$).

$$D_{15,ENR50} > 5 \cdot d_{15,TRG}$$

$$D_{15,ENR50} > 5 \cdot 19,500 \text{ mm} \rightarrow 250,000 > 97,500 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

$$D_{15,ENR} < 5 \cdot d_{85,TRG}$$

$$D_{15,ENR50} < 5 \cdot 100,000 \text{ mm} \rightarrow 425,000 < 500,00 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$$

A Tabela 4-7 resume os limites granulométricos das transições dimensionadas. Enquanto a Tabela 4-8 e Tabela 4-9 indicam o resumo separadamente entre transições e revestimentos com as respectivas espessuras e locais de implantação. Ressalta-se que as camadas de areia, transição fina e transição grossa não devem ter espessura inferior a 30 cm.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 27/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Tabela 4-7: Resumo dos limites granulométricos das transições dimensionadas.

Camada	Material Sugerido	D15 (mm)		D50 (mm)	D85 (mm)	
		Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Solo Base	Solo natural (curva)	0,012	0,035	0,15	0,30	0,75
Filtro - ARE	Areia média a grossa	0,200	0,400	1,20	1,00	3,00
Transição Fina - TRF	Brita 0 / Brita 1	3,00	4,50	9,00	6,20	14,00
Transição Grossa - TRG	Brita 2 a Brita 4	19,50	40,00	50,00	60,00	100,00
Enrocamento D50 = 20 cm - ENR20	Enrocamento (projeto)	100,00	170,00	200,00	300,00	400,00
Enrocamento D50 = 50 cm - ENR50	Enrocamento (projeto)	250,00	425,00	500,0	750,0	1000,0

Tabela 4-8 – Resumo das transições

Transição	Material	Espessura (cm)	D ₅₀ (mm)	D _{15,INF} (mm)	D _{15,SUP} (mm)	D _{85,INF} (mm)	D _{85,SUP} (mm)
AREIA	De areia média a areia grossa	40,00	1,50	0,20	0,40	1,00	3,00
TF (Transição Fina)	Brita 0 a Brita 1	30,00	9,00	3,00	4,50	6,20	14,00
TG (Transição Grossa)	Brita 2 a Brita 4	30,00	50,00	19,50	40,00	60,00	100,00

Tabela 4-9 – Resumo dos revestimentos

Revestimento por região	Material	Espessura (cm)	D ₅₀ (mm)	D _{15,INF} (mm)	D _{15,SUP} (mm)	D _{85,INF} (mm)	D _{85,SUP} (mm)
Bacia de dissipação	Enrocamento -ENR ₅₀	300,00	500,00	250,00	425,00	750,00	1000,00
Rampa	Enrocamento -ENR ₅₀	Variável (El. 747,5 a 751,0)	500,00	250,00	425,00	750,00	1000,00
Taludes internos bacia	Enrocamento - ENR ₂₀	Variável (El. 747,5 a 755,0)	200,00	100,00	170,00	300,00	400,00
Taludes internos canal de restituição	Enrocamento - ENR ₂₀	Variável (El. 751,0 a 755,0)	200,00	100,00	170,00	300,00	400,00
Canal de restituição	Pedra argamassada	40,00	200,00	Mín ~ 150,00		Máx ~ 250,00	

O sequenciamento construtivo das camadas de transição do canal de drenagem inicia-se pela execução da camada de areia (ARE), seguido pela transição fina (TRF) e pela transição grossa (TRG), nessa ordem. Ao final da construção das transições, deve-se executar a camada de enrocamento de proteção (ENP), conforme os diâmetros D₅₀ e espessuras definidas em projeto, iniciando com blocos de menor diâmetro sobre a TRG e terminando com blocos de maiores dimensões na superfície acabada, visando garantir adequada proteção para o dimensionamento hidráulico da estrutura. Mais detalhes construtivos e especificações

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 28/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

dos materiais estão apresentados no documento de especificação técnica construtiva ET-1000BB-X-80633.

4.3. ANÁLISES DE ESTABILIDADES

A seguir são apresentadas as análises de estabilidade para o projeto da bacia de dissipação.

As análises de estabilidade serão realizadas para três seções críticas, caracterizando os taludes laterais de maior altura de ambos os lados da bacia, além também de uma seção transversal ao eixo da bacia. As seções estão explicitadas na Figura 4-10 abaixo.

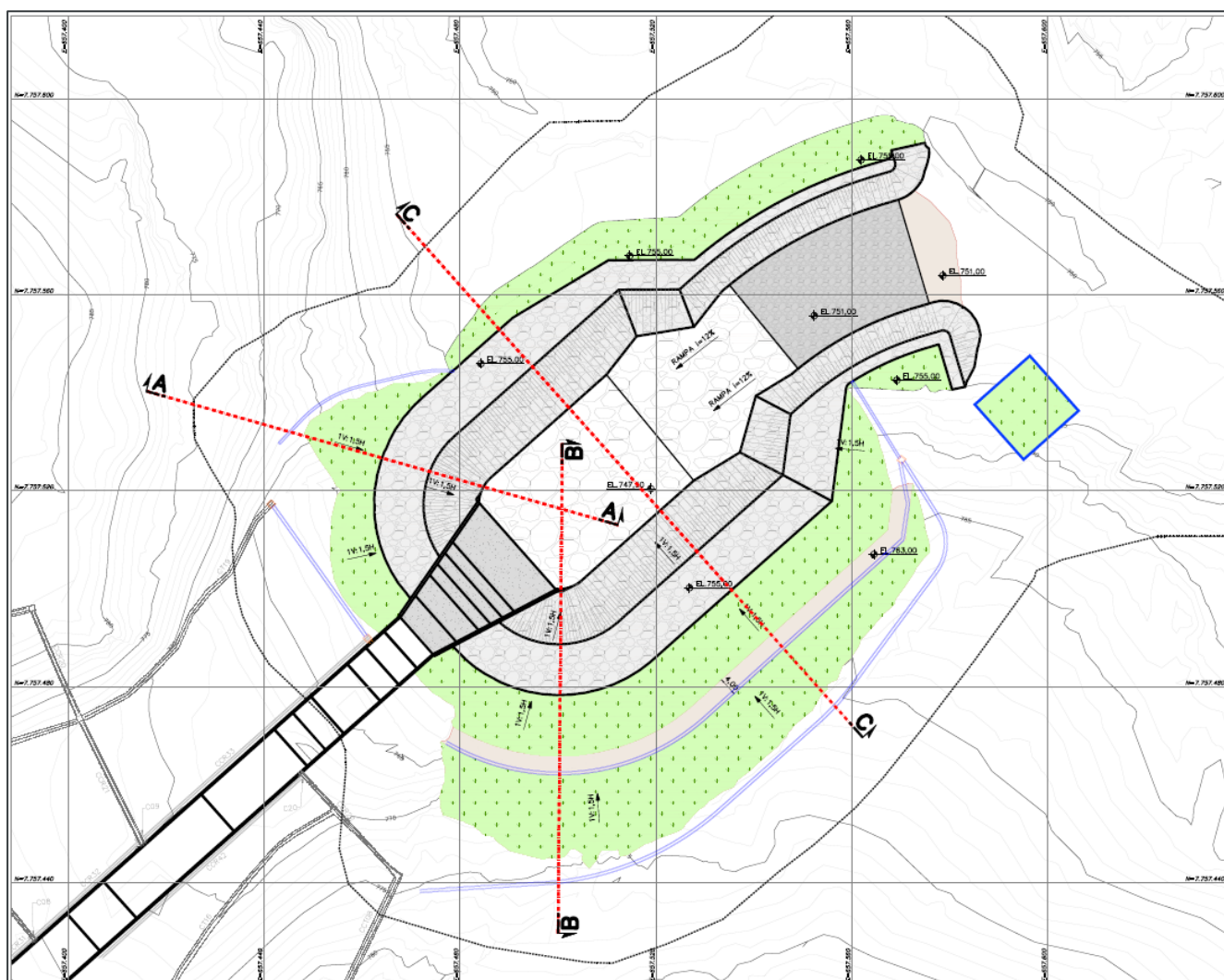


Figura 4-10 – Localização das Seções geotécnicas para Análise de Estabilidade.

As análises realizadas estão apresentadas na seguir de forma sucinta e individualmente para cada seção, os fatores de segurança mínimos obtidos para cada cenário analisado são apresentados na Tabela 4-10.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPACÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPACÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 29/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Tabela 4-10 – Resultados das análises de estabilidade.

SEÇÃO	FIGURA	SITUAÇÕES CONSIDERADAS	FS MÍNIMO ADMISSÍVEL	FS MÍNIMO OBTIDO	ATENDE
A-A	Figura 4-11	Cenário Atual	1,5	2,04	Sim
	Figura 4-12	Cenário de Escavação	1,3	1,31	Sim
	Figura 4-13	Cenário Final de Projeto – N.A. Normal	1,5	1,67	Sim
	Figura 4-14	Cenário Final de Projeto – N.A. Crítico	1,3	1,67	Sim
B-B	Figura 4-15	Cenário Atual	1,5	1,86	Sim
	Figura 4-16	Cenário de Escavação	1,3	1,34	Sim
	Figura 4-17	Cenário Final de Projeto – N.A. Normal	1,5	1,66	Sim
	Figura 4-18	Cenário Final de Projeto – N.A. Crítico	1,3	1,66	Sim
C-C	Figura 4-19	Cenário Atual	1,5	1,81	Sim
	Figura 4-20	Cenário de Escavação	1,3	1,32 / 1,34	Sim
	Figura 4-21	Cenário Final de Projeto – N.A. Normal	1,5	1,86	Sim
	Figura 4-22	Cenário Final de Projeto – N.A. Crítico	1,3	1,79	Sim

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 30/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

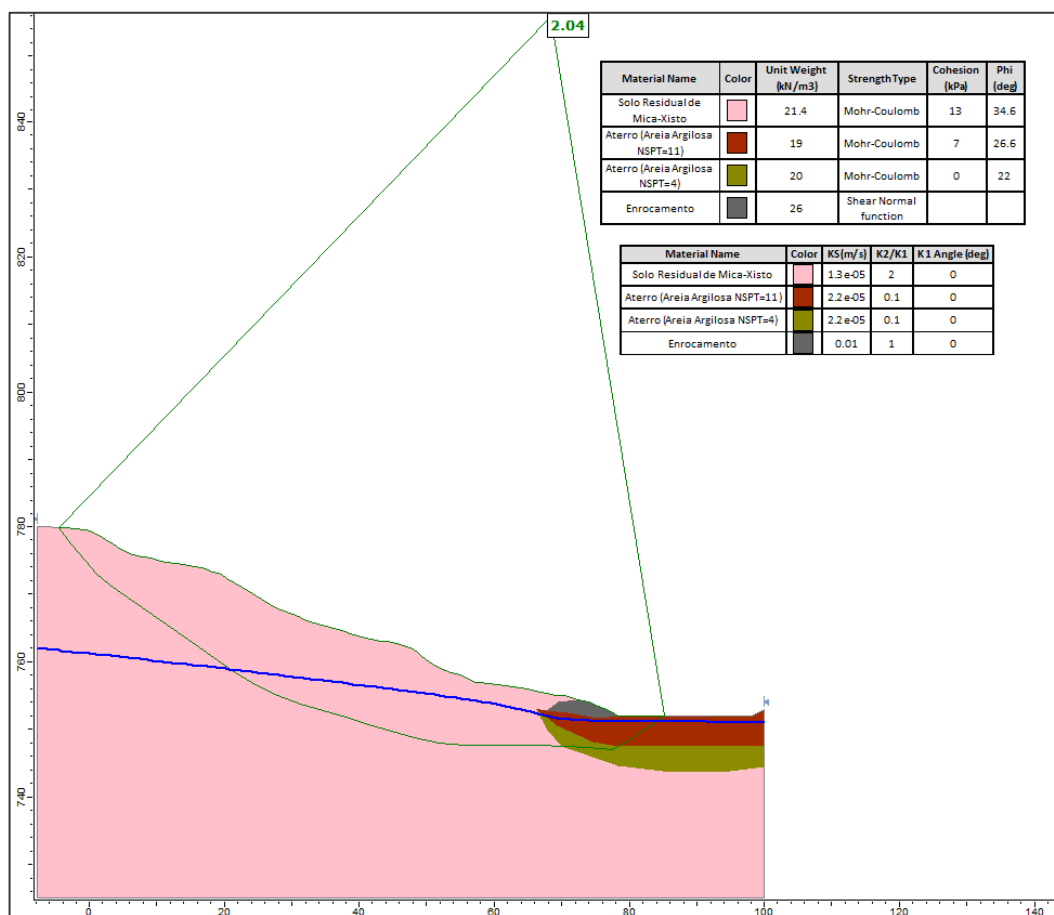


Figura 4-11 – Análise de Estabilidade – Seção A-A – Atual.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 31/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

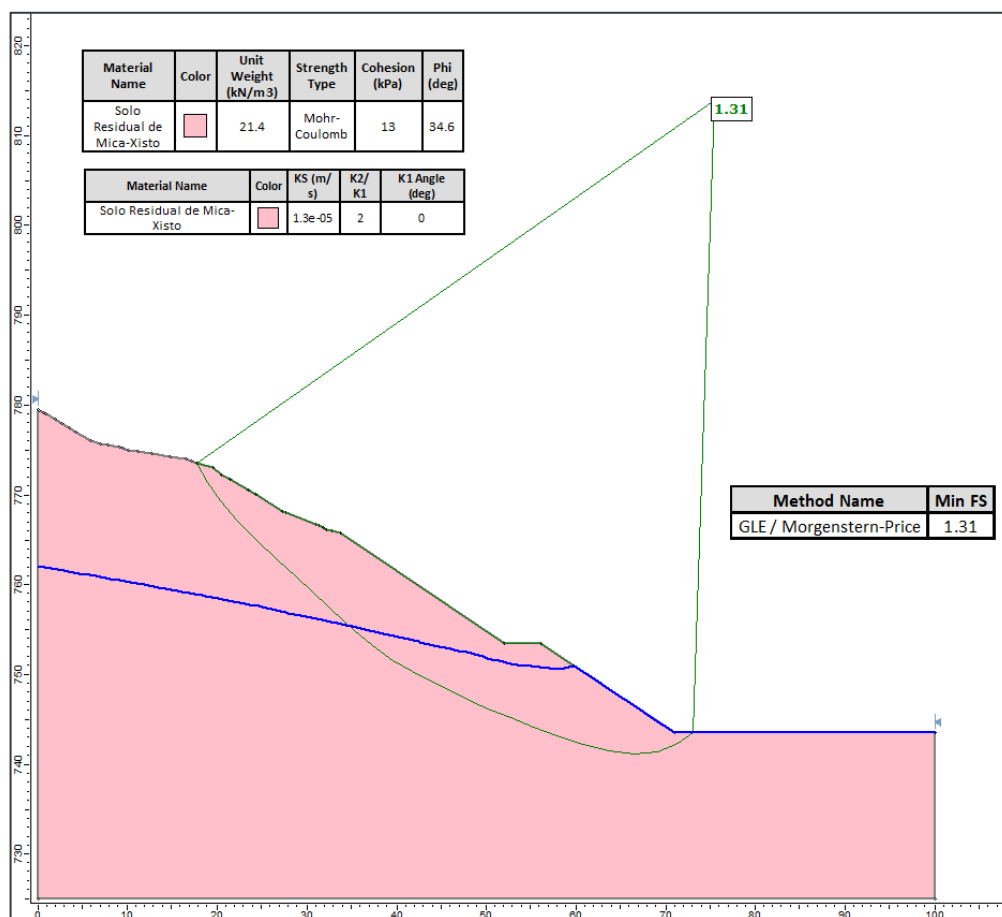


Figura 4-12 – Análise de Estabilidade – Seção A-A – Escavação.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 32/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

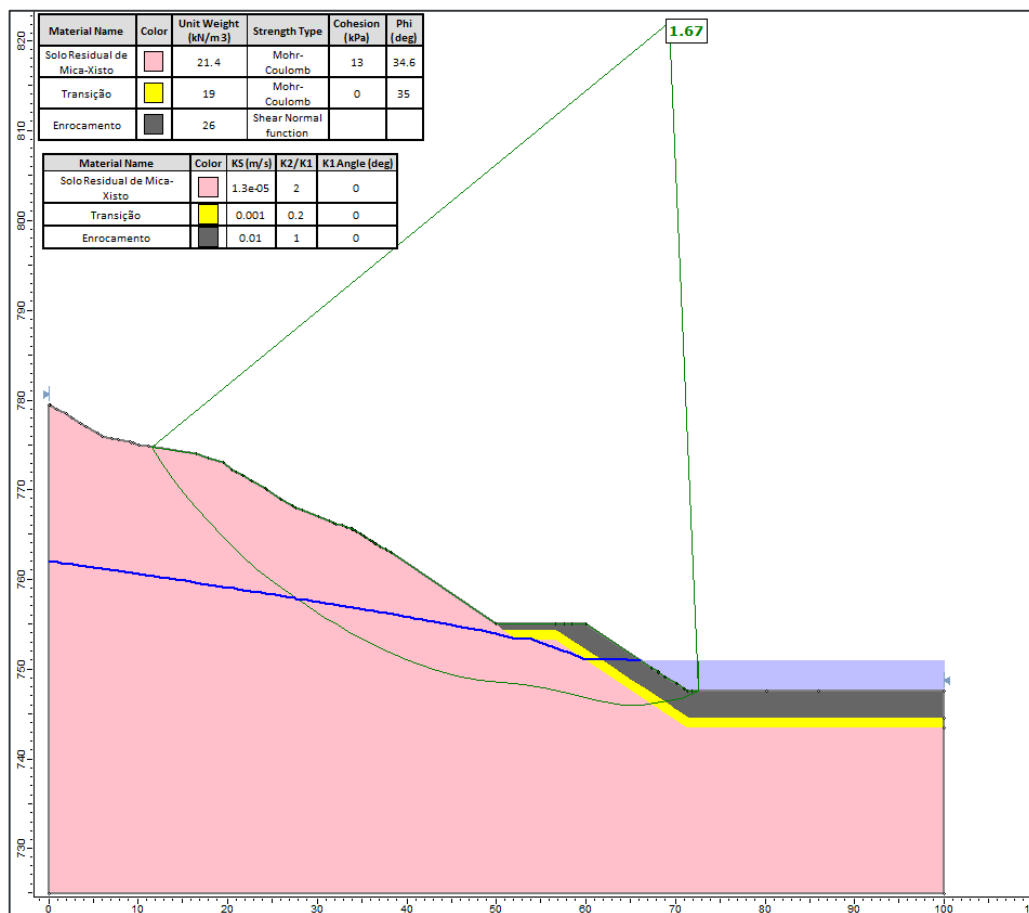


Figura 4-13 – Análise de Estabilidade – Seção A-A – Final.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 33/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

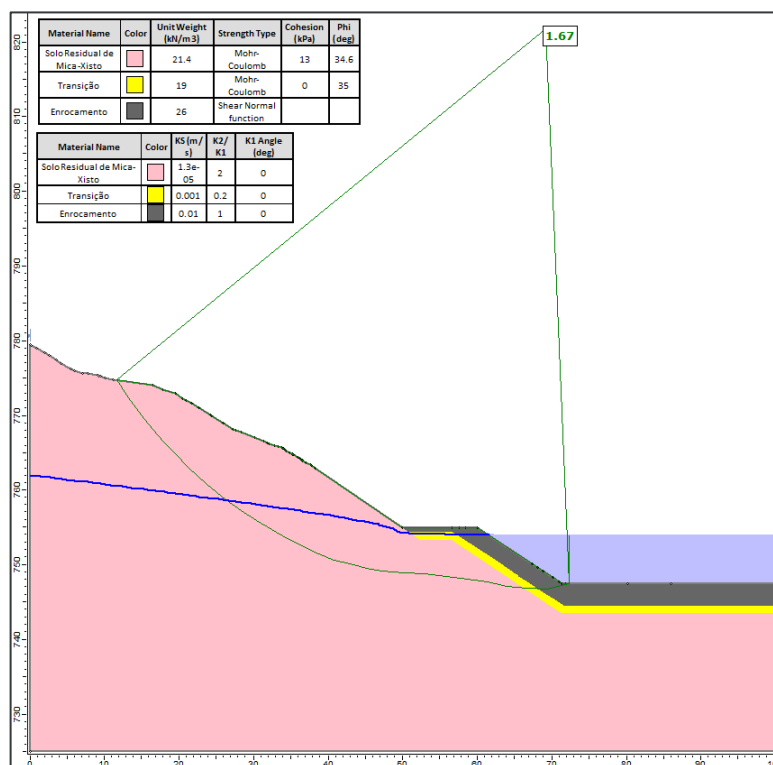


Figura 4-14 – Análise de Estabilidade – Seção A-A – Final – Crítica.

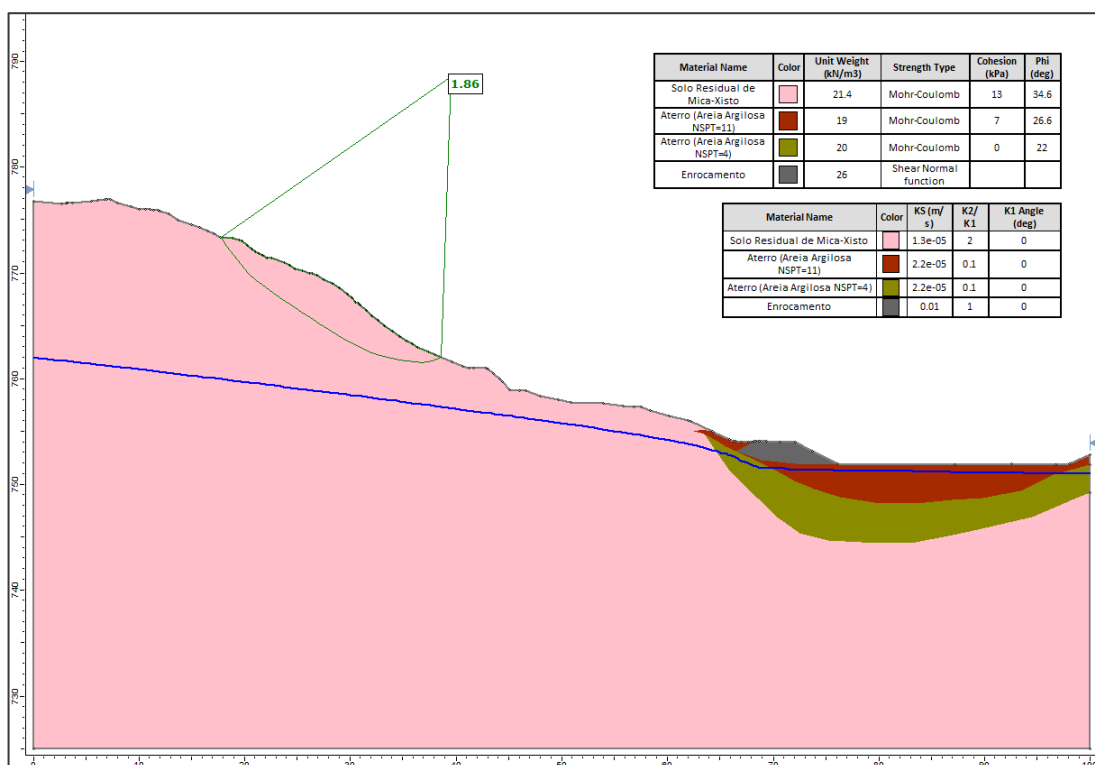


Figura 4-15 – Análise de Estabilidade – Seção B-B – Atual.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 34/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

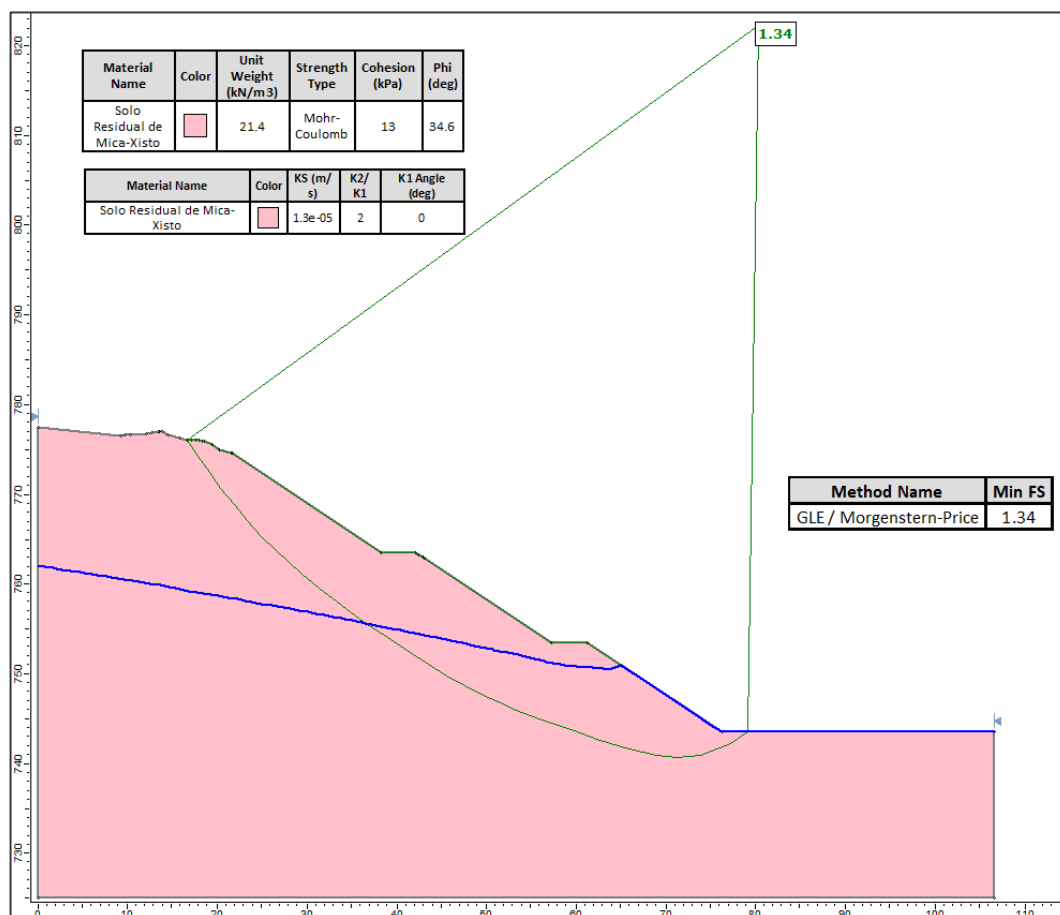


Figura 4-16 – Análise de Estabilidade – Seção B-B – Escavação.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 35/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

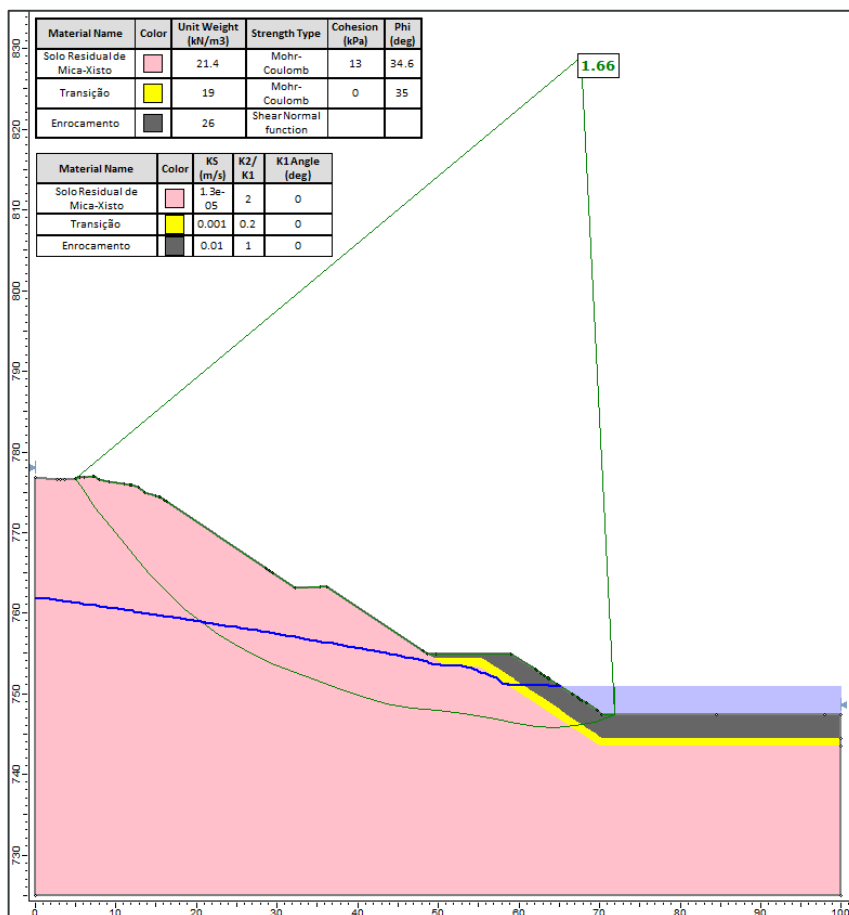


Figura 4-17 – Análise de Estabilidade – Seção B-B – Final.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 36/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

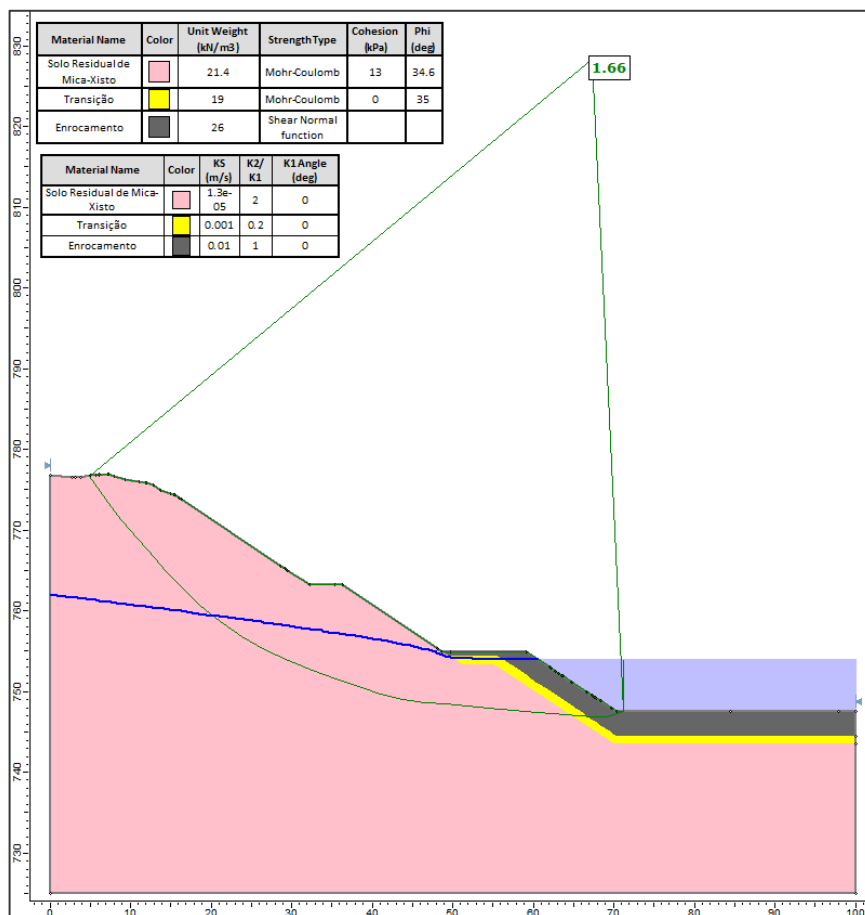


Figura 4-18 – Análise de Estabilidade – Seção B-B – Final – Crítica.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 37/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

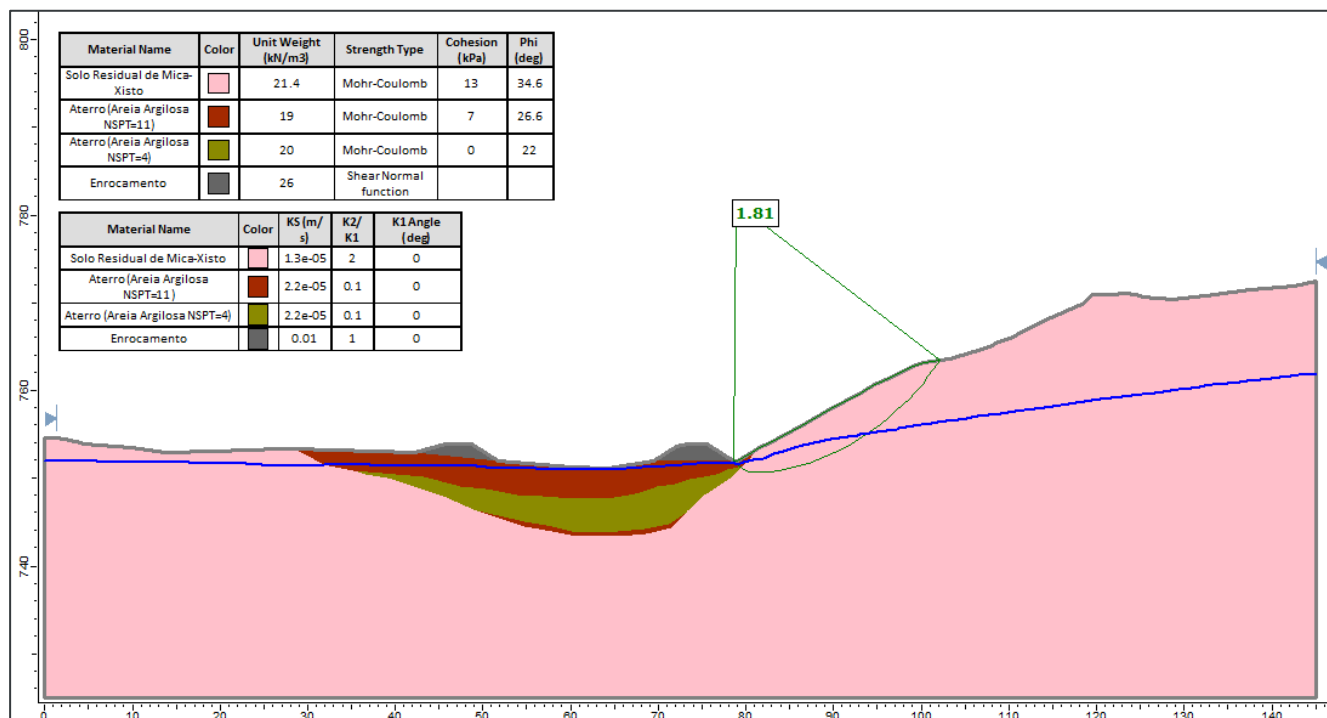


Figura 4-19 – Análise de Estabilidade – Seção C-C - Atual.

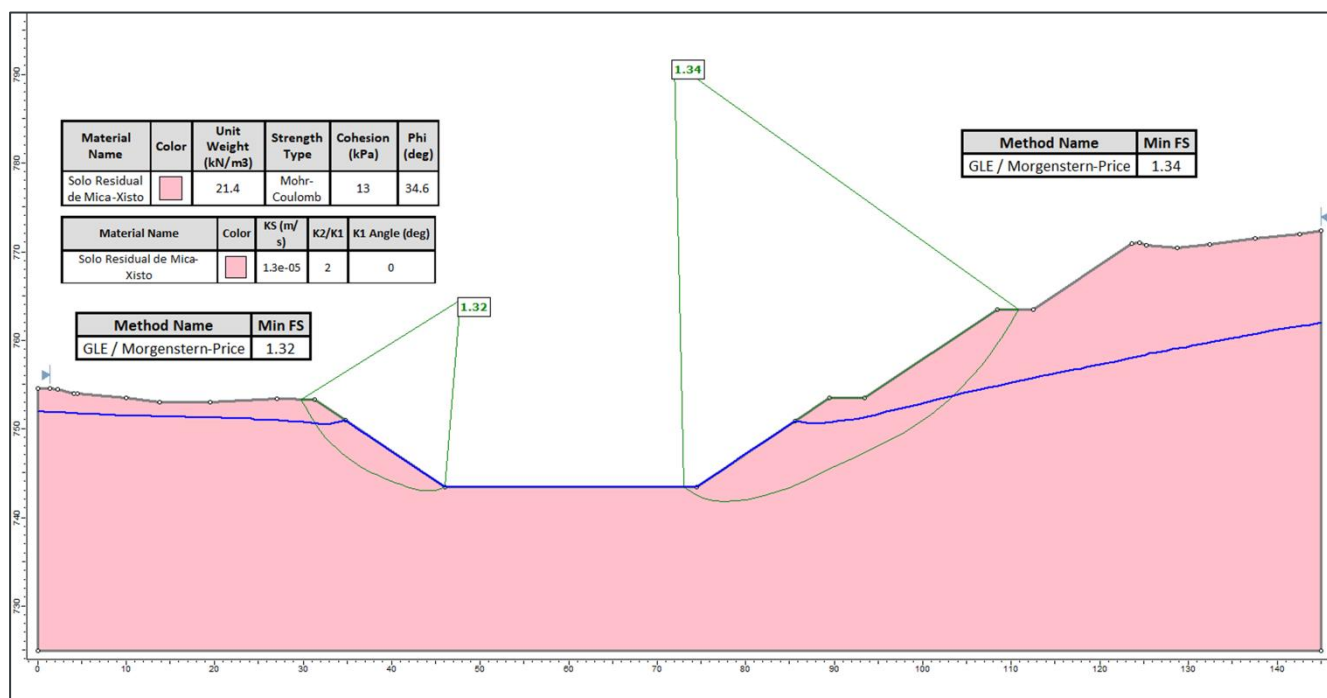


Figura 4-20 – Análise de Estabilidade – Seção C-C - Escavação.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 38/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

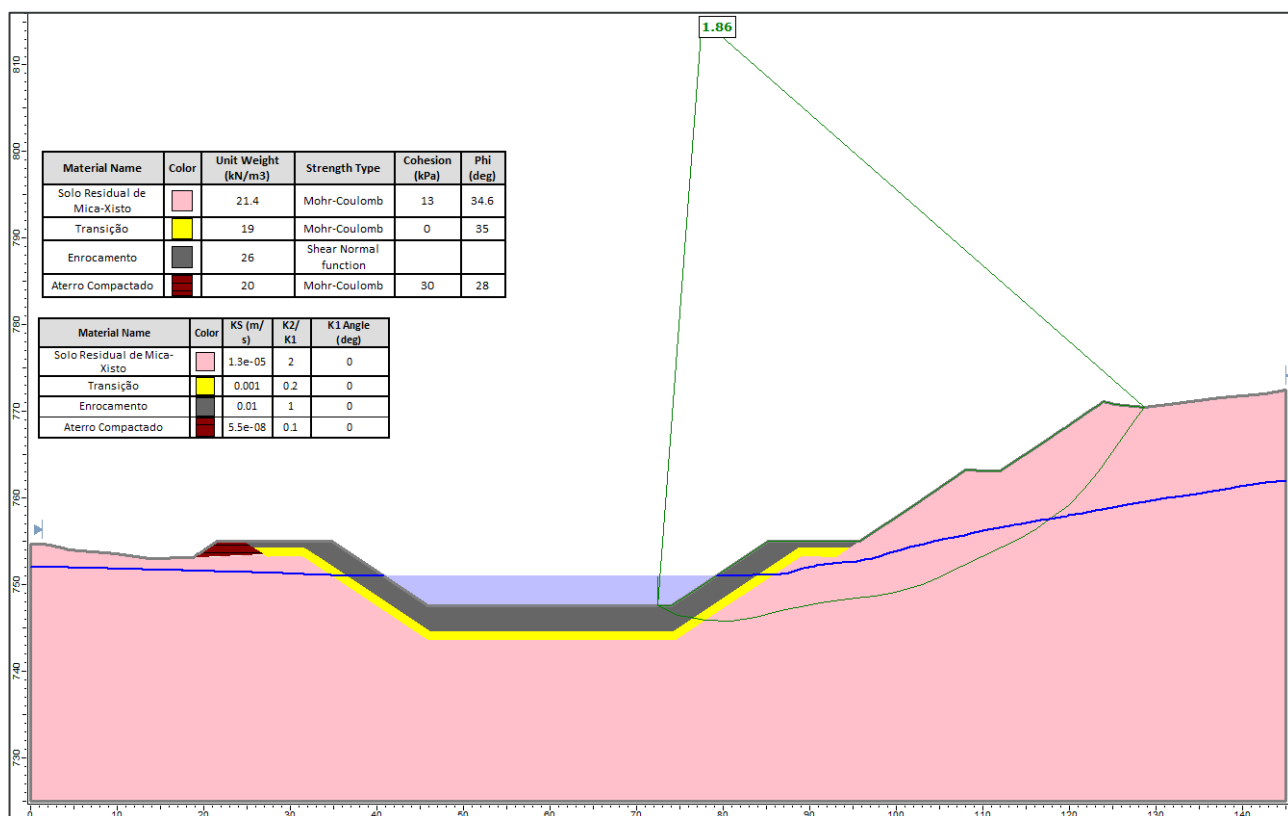


Figura 4-21 – Análise de Estabilidade – Seção C-C - Final.

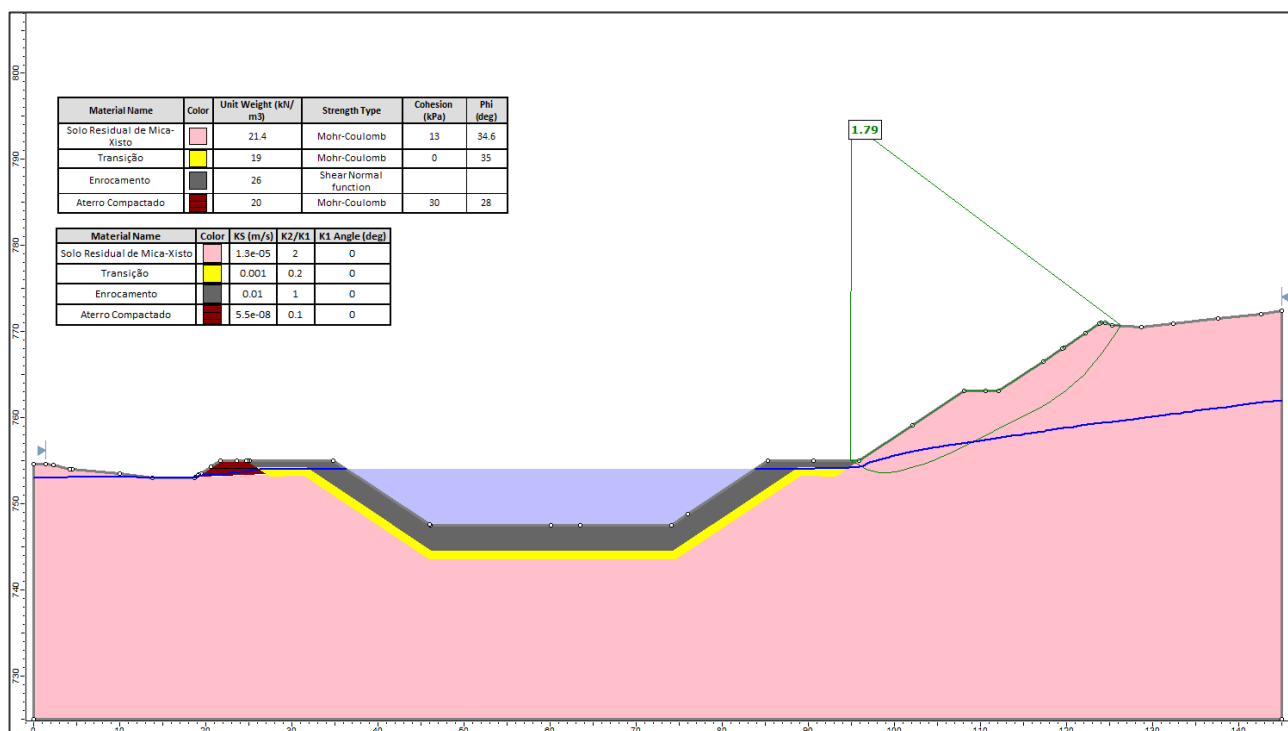


Figura 4-22 – Análise de Estabilidade – Seção C-C – Final – Crítica.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 39/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

5. ESTUDOS HIDRÁULICOS-HIDROLÓGICOS

As metodologias adotadas para o dimensionamento da bacia e do canal de restituição da barragem Timbopeba seguem as melhores e mais atuais práticas aplicadas na Engenharia de Recursos Hídricos. Para a etapa atual do Projeto Executivo, utilizou-se de alguns estudos anteriores, associados ao extravasor da Barragem Timbopeba, para subsidiar o presente dimensionamento da estrutura de dissipação.

De modo geral o dimensionamento se apoiou nas análises desenvolvidas de trânsito de cheias da Barragem Timbopeba e estudos hidrológicos da bacia de contribuição, que visaram garantir a segurança estrutural e a eficiência no controle de cheias do sistema extravasor. A concepção da nova geometria da bacia visaram atender às diretrizes estabelecidas pela VALE e às exigências normativas da ANM (Resoluções nº 95/2022 e nº 130/2023), incorporando avanços metodológicos como o uso de modelagem tridimensional por fluidodinâmica computacional (CFD).

Os resultados completos do dimensionamento hidráulico da bacia de dissipação estão disponíveis no documento MC-1000BB-X-80206, elaborado em abril de 2025. Todavia, a seguir, apresenta-se uma síntese das premissas que vêm sendo mantidas desde o projeto de adequação do extravasor, além daquelas recentemente definidas em conjunto com a Vale, com o objetivo de otimizar o uso de concreto na estrutura.

Para o modelo desenvolvido foram realizadas análises hidrológicas abrangentes da bacia de contribuição da barragem, com base em modelagens utilizando o software HEC-HMS, as quais possibilitaram a obtenção dos hidrogramas de saída para cenários de eventos extremos, como a Cheia Máxima Provável (PMP). A bacia de contribuição, com área de 13,73 km², foi subdividida em sete sub-bacias, sendo consideradas as características de uso do solo, curva cota-área-volume do reservatório e parâmetros do Curve Number (CN).

Os dados hidrológicos subsidiaram a definição das vazões críticas de entrada na bacia de dissipação, especialmente após o trecho em degraus do novo extravasor, cuja modelagem hidráulica em CFD definiu as condições de contorno e a energia residual a ser dissipada. Os modelos computacionais foram fundamentais para avaliar a distribuição de velocidades, formação de ressalto hidráulico e a eficiência de dissipação de energia ao longo da estrutura.

Com base nos resultados obtidos, a concepção da bacia evoluiu de uma solução inicial em concreto armado, que se mostrou tecnicamente eficaz mas economicamente onerosa, para uma alternativa mais viável tecnicamente e economicamente, priorizando o uso de enrocamento, utilizando do concreto apenas em pontos críticos, como na entrada da estrutura. O dimensionamento do revestimento em enrocamento e a conformação geométrica final da bacia foram realizados a partir dos resultados do modelo CFD e verificação das velocidades admissíveis nos taludes e leito da estrutura, adotando-se material rochoso de proteção com D50 de 20 cm e 50 cm, respectivamente.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 40/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

5.1. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

Para o novo trecho em degraus do extravasor foram realizadas verificações estruturais fundamentais com base nas normas técnicas vigentes (ABNT e PNR VALE), adotando-se um modelo computacional em elementos finitos por meio do software Robot Structural Analysis. As premissas consideraram classe de agressividade ambiental III (forte) e classe de exposição XC2, com exigências específicas de durabilidade, controle de fissuração e cobrimentos mínimos. A estrutura projetada é composta por laje de fundo e paredes laterais em concreto armado, com espessura uniforme de 50 cm, apoiadas sobre solo modelado com coeficientes de recalque verticais e horizontais representados por molas elásticas.

As principais verificações envolveram análises de tensões admissíveis no solo, esforços de cisalhamento e flexão, comprovando que os elementos estruturais resistem adequadamente aos carregamentos atuantes — incluindo peso próprio, empuxos de solo e água, sobrecargas operacionais e suas combinações. As fundações foram projetadas com base em lastro de concreto magro de 5 cm e resistência mínima à compressão do concreto estrutural ($f_{ck} = 30$ MPa). As intervenções estruturais envolvem a demolição de 260,19 m³ de estruturas existentes, reconfiguração geométrica da saída do extravasor (largura variando entre 10 m e 23,5 m e desnível de até 8,5 m), e execução de novas estruturas em concreto armado, totalizando 458,30 m³ de concreto estrutural.

Todo o sistema foi dimensionado para garantir desempenho estrutural e funcional ao longo da vida útil do empreendimento, sendo recomendada a adoção da solução proposta conforme verificado nas análises. Qualquer alteração futura nas condições de carregamento ou na geometria deverá ser previamente avaliada e aprovada pela projetista. Os estudos completos são apresentados no documento de memória de cálculo estrutural, MC-1000BB-X-80205.

5.2. DIMENSIONAMENTOS DE DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS

Em relação ao dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem superficial para proteção e disciplinamento das águas pluviais na região da bacia de dissipação, foi utilizado o relatório MC-1000BB-X-80198 como base para projeção dos novos dispositivos. O documento MC-1000BB-X-80198 formaliza a memória de cálculo do projeto de drenagem superficial dos taludes marginais do extravasor da Barragem Timbopeba, abrangendo verificações e dimensionamentos hidráulicos dos dispositivos, que inclui estudos hidrológicos e hidráulicos para determinação da intensidade de precipitação, avaliação das vazões máximas de projeto e dimensionamento dos sistemas de coleta e condução do escoamento superficial.

Para o presente estudo foram considerados os mesmos critérios e premissas anteriormente adotados — como o **tempo de retorno de 100 anos**, conforme preconizado pela NBR 13.029/2017 da ABNT, o **uso do Método Racional** para determinação das vazões de projeto e a aplicação da **Equação de Manning** para dimensionamento das seções. A partir das respectivas sub-bacias de contribuição, considerando as áreas de drenagem da região de interesse, foram projetadas novas canaletas com seções retangulares, cujas dimensões geométricas constam na tabela a seguir:

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 41/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Dispositivo	Largura (B) [m]	Altura (H) [m]	Extensão (m)
CT-01	0,30	0,30	40,15
CT-02	0,45	0,30	156,34
CT-03	0,45	0,30	127,90
CT-04	0,30	0,30	18,72
CT-05	0,45	0,30	32,71

As seções foram concebidas com base na largura média das canaletas anteriormente implantadas (30 a 45 cm), mantendo-se o revestimento em **concreto** ($n = 0,015$), e com declividades compatíveis com o relevo local, conforme estabelecido nas verificações anteriores. A altura das seções foi dimensionada de modo a garantir **borda livre positiva** e a **velocidade máxima de escoamento inferior a 4,5 m/s**, limite admissível para estruturas em concreto, conforme o **Manual de Drenagem do DNIT (2006)** e adotado no projeto original.

Adicionalmente, foram dimensionadas, também, as caixas de passagem, que ligam as canaletas existentes às novas canaletas e as caixas para coleta do escoamento advindo de duas ou mais canaletas, servindo de conexão entre canaletas e com a função de se ter um volume de controle devido a turbulência gerada pelo encontro das vazões, posteriormente restituindo a vazão em velocidades admissíveis a jusante. Algumas dessas caixas de passagem possuem *blockout* para que a água verta para o interior do sistema extravasor.

O Quadro 5-1 apresenta a relação dos desenhos de projeto desenvolvidos para a recomposição do sistema de drenagem superficial da Bacia de Dissipação da Barragem Timbopeba.

Quadro 5-1 – Relação dos desenhos de projeto compondo a rede de drenagem superficial para a Bacia de Dissipação do extravasor da Barragem Timbopeba.

Título	Código
DRENAGEM SUPERFICIAL – PLANTA E SECOES	1000BB-X-15830
DRENAGEM SUPERFICIAL – PERFIS LONGITUDINAIS E LOCALIZAÇÃO	1000BB-X-15833
DRENAGEM SUPERFICIAL – ARMADURA – PLANTAS, VISTAS, SEÇÕES E DETALHES 01/02	1000BB-X-15834
DRENAGEM SUPERFICIAL – ARMADURA – PLANTAS, VISTAS, SEÇÕES E DETALHES 02/02	1000BB-X-15835

5.3. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SUPERFICIAL

Como parte integrante do projeto detalhado de reconformação da Bacia de Dissipação do Extravasor da Barragem Timbopeba, este item apresenta a contextualização geral do estudo técnico elaborado com o objetivo de viabilizar a escavação da estrutura em condições seguras, por meio da instalação de um sistema provisório de esgotamento do nível freático. O controle adequado das águas subterrâneas e pluviais é um aspecto essencial para a execução da escavação abaixo do lençol freático, especialmente considerando as particularidades hidrogeológicas e operacionais do local.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 42/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

O relatório técnico RL-1000BB-X-80871 compreende a definição das premissas de projeto, estimativas de vazão ascendente, diretrizes construtivas e dimensionamento do sistema de esgotamento, cuja concepção foi orientada para garantir a estabilidade do terreno e o adequado funcionamento da estrutura de dissipação, que empregará enrocamento como solução técnica. Dentre os principais pontos abordados, destacam-se:

- **Premissas de Projeto e Metodologia:** A escavação será realizada em área com lençol freático na cota 751,0 m, abrangendo aproximadamente 5.400 m² com profundidade de até de 9 metros considerando o terreno natural atualmente. A abordagem considera tanto o manejo de águas do lençol freático quanto das águas pluviais acumuladas, sendo o esgotamento contínuo uma condição imprescindível para viabilizar os trabalhos em períodos secos.
- **Estimativa de Vazão:** Com base em ensaios de infiltração e em parâmetros conservadores de permeabilidade (10^{-4} a 5×10^{-4} cm/s), a vazão estimada para rebaixamento foi fixada em 35 m³/h, valor adotado para garantir um dimensionamento do sistema de bombeamento, porém que pode ser ajustado conforme observado em campo no momento das escavações.
- **Sistema de Esgotamento:** Para atender à demanda de vazão, serão utilizadas oito bombas de lama operando de forma contínua, com equipamentos distribuídos conforme arranjo geral e conectados a um SUMP final. O sistema também prevê pontos de coleta móveis, valetas drenantes e proteção para os equipamentos ao longo da obra.
- **Método Construtivo:** A escavação será executada em etapas com escavadeiras “de bancada”, utilizando caimentos planejados no fundo da escavação para direcionamento da água. As etapas de drenagem, deságue, preenchimento com materiais projetados e desmobilização do sistema foram igualmente detalhadas.
- **Considerações Operacionais:** A flexibilidade do sistema, o acompanhamento contínuo e a alocação de mão de obra e recursos específicos são apontados como fundamentais para assegurar a funcionalidade e eficiência do esgotamento durante toda a execução da obra.

Esse estudo técnico representa uma etapa crucial para garantir as condições necessárias à execução segura e eficaz da reconformação da bacia de dissipação, sendo seu cumprimento essencial à estabilidade da estrutura hidráulica e ao desempenho adequado das operações no contexto da Mina de Timbopeba.

6. SUMP OPERACIONAL

O SUMP necessário ao sistema de esgotamento provisório do lençol freático, e consequente operação e viabilidade das escavações, trata-se de um reservatório já existente no site da VALE, localizado a jusante dos pontos de bombeamento e da área escavada do projeto. Esta estrutura irá atuar como elemento de transição entre o sistema de drenagem provisório (bombas, valetas e mangueiras de recalque) e o deságue definitivo no curso hídrico para controle de águas.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 43/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

O SUMP terá como principal função receber, temporariamente, as águas drenadas da cava da escavação, oriundas tanto da percolação do lençol freático quanto de possíveis águas pluviais incidentes durante o período seco. A sua implantação em cota rebaixada, e volume suficiente de amortecimento, permitirá o controle de vazão e a atenuação da carga hidráulica antes do lançamento da água no corpo receptor e definitivo de restituição.

Além do papel hidráulico, o SUMP também atua de forma passiva na retenção de partículas sólidas em suspensão, funcionando como uma bacia de sedimentação primária. Essa função é particularmente relevante no contexto do projeto, pois, durante a movimentação de solos, escavações profundas e manipulação de materiais granulares, é comum o carreamento de sedimentos finos junto ao fluxo de água drenada. A deposição desses sedimentos no fundo do SUMP é uma medida de mitigação de controle de turbidez, reduzindo o impacto ambiental e possibilitando um deságue adequado do fluxo hidráulico bombeado da obra para curso hídrico próximo, o rio Gualaxo do Norte.

Dessa forma, justifica-se a utilização do SUMP como solução auxiliar estratégica, tanto do ponto de vista construtivo, quanto ambiental e operacional, devendo-se assegurar que o seu dimensionamento, manutenção e funcionamento sejam adequados ao regime de vazões previsto e às características do material particulado gerado pela escavação. Para isso, torna-se necessário o desenvolvimento de um estudo específico para a verificação da eficácia do SUMP na retenção de sedimentos, visando subsidiar sua efetividade como medida mitigadora e de suporte ao sistema de drenagem provisória do empreendimento.

6.1. DIMENSIONAMENTO DO SUMP

A estrutura do sump existente a ser utilizado para recebimento das águas bombeadas se localiza nas proximidades da portaria do site da Mina de Timbopeba, adjacente a entrada do acesso vicinal para região de jusante da bacia de dissipação. A partir de observações de campo (visita realizada em 03/06/25) e levantamento cadastral realizado da estrutura, disponibilizado pela VALE no dia 02/04/25 (LEVANTAMENTO-SUMP-B-TIMBOPEBA), foi possível verificar as dimensões do reservatório e suas condições reais.

O sump se encontra atualmente totalmente assoreado e, portanto, sem capacidade de retenção ou acúmulo de água ou sedimentos. Dessa forma, se faz necessário a realização de serviços de limpeza e desassoreamento da estrutura para assegurar sua operação e consequente realização da obra de adequação da bacia.

O reestabelecimento de sua capacidade de armazenamento promove a retenção de partículas sólidas em suspensão, especialmente os finos provenientes do escoamento superficial e do processo de bombeamento. A avaliação da eficiência de retenção será abordada nos itens subsequentes deste relatório. Adicionalmente, como medida operacional complementar e de baixo impacto construtivo, será implantada uma passagem molhada no acesso existente entre o ponto de rebaixo do sump, em sua extremidade final, e o curso d'água natural paralelo, viabilizando o extravasamento controlado das águas excedentes que ultrapassarem a cota limite da estrutura.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 44/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

De forma a simplificar as verificações hidráulicas para capacidade de armazenamento e retenção de sedimentos, foi considerado a cota superficial na El. 750,0 m, caracterizando uma área superficial equivalente a 2.522,06 m². A Figura 6-1 ilustra as condições atuais do sump e na Figura 6-2 é possível observar uma vista geral em planta da região, com a posição da passagem a ser implantada.



Figura 6-1 – Vista do Sump existente assoreado.

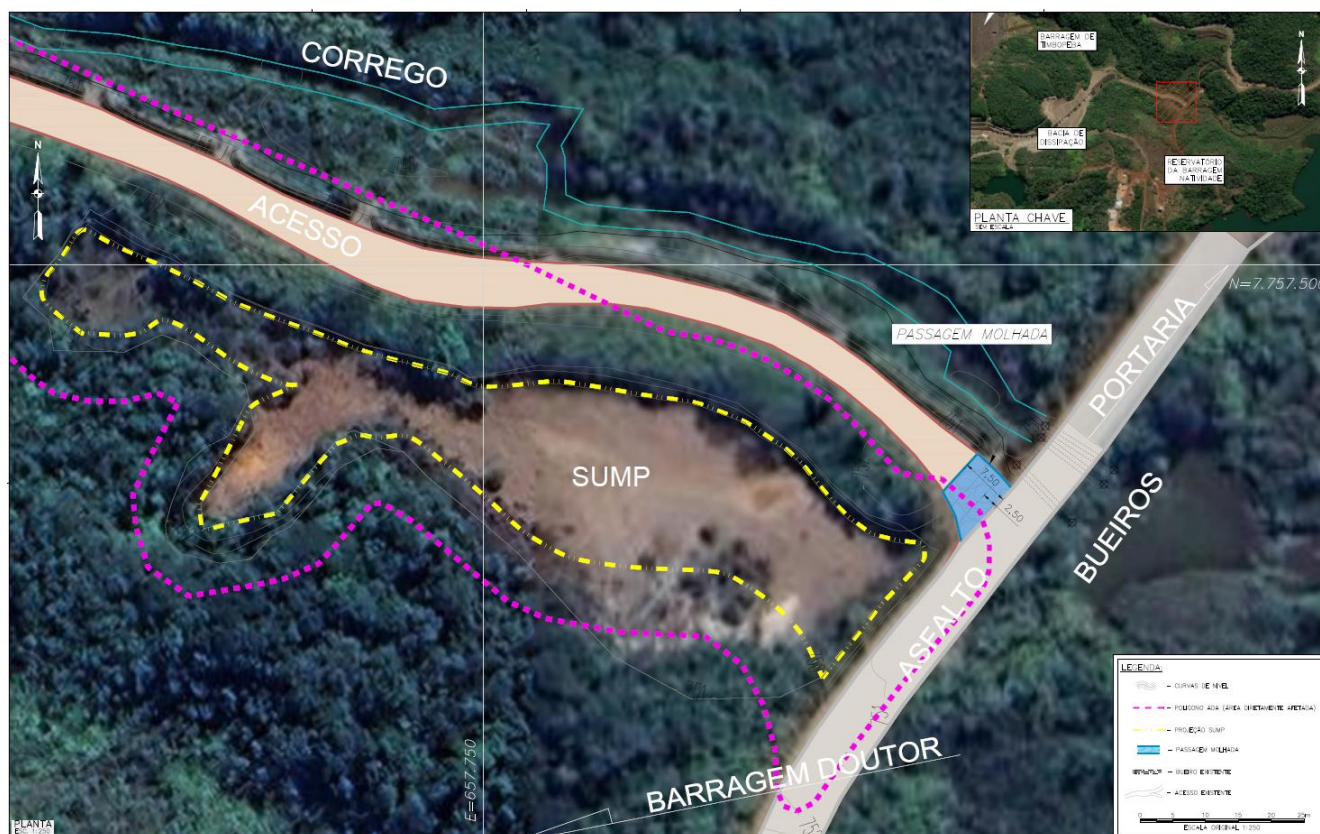


Figura 6-2 – Planta geral da região sump com detalhe da área da passagem molhada a ser implantada (1000BB-X-15813).

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPACÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPACÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 45/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

6.1.1. PASSAGEM MOLHADA

A implantação da passagem molhada no trecho do acesso vicinal entre a extremidade inferior do *sump* e o corpo hídrico natural tem como objetivo viabilizar o extravasamento controlado das águas excedentes da estrutura, sem a necessidade de bombeamento ou obras civis complexas. A solução proposta atua como um dispositivo de extravasão passivo, ativado apenas quando a lâmina d'água ultrapassa a cota limite de operação do *sump* (~El. 750,0 m) e consiste em uma estrutura transversal simples, resistente e de baixo custo, permitindo o escoamento por gravidade e a passagem de veículos mesmo durante a ocorrência de escoamento superficial, mantendo a funcionalidade do acesso existente para atividades operacionais e minimizando interferências na área. O trecho seguirá as seguintes características:

- **Largura total da estrutura:** 7,50 m, permitindo o tráfego seguro de veículos pesados;
- **Seção rebaixada central:** com 2,50 m de largura e profundidade de 0,50 m em relação ao nível da estrada, formando o canal de escoamento principal;
- **Revestimento:** superfície da passagem será executada em **enrocamento lançado compactado**, com granulometria média variando de 0,15 m a 0,25 m, conforme indicado em projeto. Este tipo de revestimento garante a resistência à abrasão e ao arraste durante eventos de escoamento superficial concentrado, minimizando o risco de erosão e mantendo a estabilidade da estrutura;
- **Rampas de transição:** geometria trapezoidal com inclinação de 1V:5H, proporcionando uma transição suave entre a via asfaltada e a seção deprimida;

A posição em campo e o detalhe típico para implantação da passagem molhada estão apresentados na Figura 6-3 e Figura 6-4.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 46/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0



Figura 6-3 – Vista da estrada de acesso para bacia de dissipação – destaque para região de implantação de uma passagem molhada entre o sump e o rio Gualaxo do Norte.

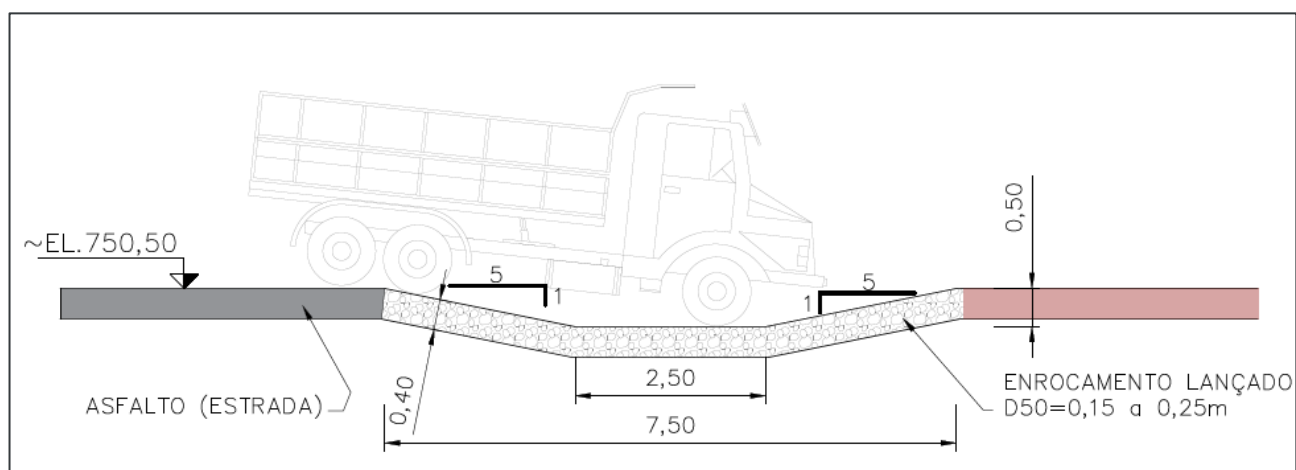


Figura 6-4 – Detalhe típico da passagem molhada a ser implantada (1000BB-X-15813).

6.2. VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA

Para avaliar a eficiência de retenção de sedimentos a partir das informações geométricas das estruturas do Sump é proposta a metodologia, denominado de Fluxo Quiescente, conforme consta no livro de Haan *et al.* (1994).

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 47/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

6.2.1. FLUXO QUIESCENTE

A metodologia do Fluxo Quiescente parte de algumas suposições, tais como: considerar o fluxo na estrutura bastante calmo, a ponto de não contar com ressuspensão de sedimentos, e que o reservatório possui formato retangular e o fluxo uniforme. O método consiste em considerar uma velocidade crítica de deposição em função das dimensões do Sump e da vazão de entrada, que pode ser representado pela equação:

$$v_c = Q/A_s$$

Onde v_c é a velocidade de sedimentação crítica em [m/s], A é a área superficial da estrutura em [m²], e Q é a vazão em [m³/s]. Um esquema que representa essa metodologia se encontra na Figura 6-5.

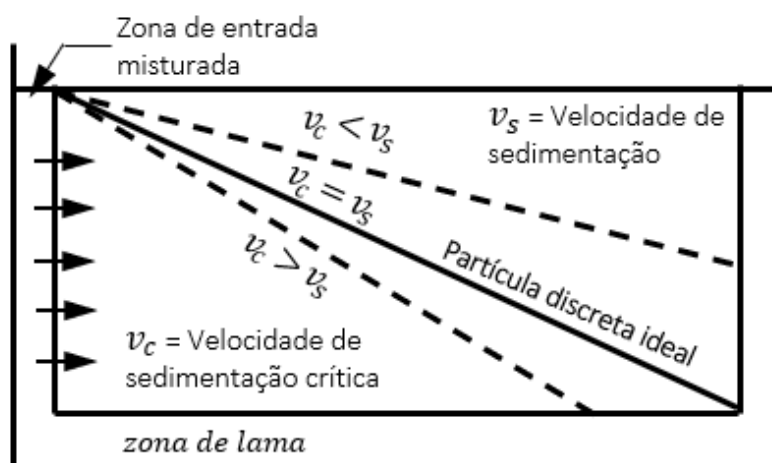


Figura 6-5 – Ilustração de trajetória de fluxos de sedimentos num Sump retangular ideal (Adaptado de Hann *et al.*, 1994).

A Figura 6-5 indica que partículas cujas velocidade de sedimentação sejam maiores que a velocidade crítica, venham a se depositar, enquanto as demais permanecem suspensas.

O procedimento para avaliar a eficiência de retenção para uma dada estrutura se prossegue por calcular um diâmetro equivalente (d_c) à velocidade crítica (v_c), relacionar esse diâmetro ao percentual que é retido, e assim, somar como percentuais os demais diâmetros de sedimentos em relação suas velocidades de sedimentação a partir da fração de sedimentos retidos. Uma formulação que representa a eficiência em função das velocidades pode ser representada como:

$$F = \frac{v_s}{v_c}$$

Onde v_s é a velocidade de sedimentação, e F é a fração de sedimentos retidos. Hann *et al.* (1994) conta com uma proposta de equação para se calcular a velocidade de sedimentação,

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 48/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

o presente estudo optou por adotar a formulação de Soulsby (1997). A equação é apresentada segundo parâmetros característicos.

$$v_s = \frac{T}{R} \frac{v}{d_n} \left[\sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{4R}{3T^2} D_*^3 \right)^{\frac{1}{m}}} - \frac{1}{2} \right]^m$$

Onde T , R , e m são parâmetros que estão apresentados na Tabela 6-1. O termo v é a viscosidade cinemática da água com valor de $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, d_n é o diâmetro nominal sendo $d \cdot 0,9$ em metros, e D_* é o diâmetro adimensional da partícula, encontrado por sua vez como:

$$D_* = d_n \left(\frac{(\rho_s - \rho_f) g}{\rho_f v^2} \right)^{1/3}$$

Onde nesse caso, g é a aceleração gravitacional, e ρ_f é a massa específica do fluido e ρ_s é a massa específica do sedimento, assumidos respectivamente como 1.000 kg/m^3 e 1.600 kg/m^3 . Conforme indicado, os demais parâmetros estão na Tabela 6-1.

Tabela 6-1 – Parâmetros adotados nas formulações de velocidade de sedimentação.

Equação	T	R	m
Soulsby (1997)	26,4	1,27	1

Para determinação da velocidade de sedimentação crítica em $[\text{m/s}]$ foi contemplado a vazão referente a um bombeamento que opere por 24 horas (Q_{24}). Os valores da vazão Q_{24} foram determinados por meio de especificação da executora.

Na Tabela 6-2, encontra-se as velocidades de sedimentação críticas referente à vazão considera neste estudo.

Tabela 6-2 - Valores de velocidade de sedimentação crítica

Velocidade de sedimentação	
Vazão de bombeamento (td= 24 hrs) (m^3/h)	35,0
Vazão de bombeamento (td= 24 hrs) (m^3/s)	0,0097
Área superficial (m^2) ¹	2.522,06
Velocidade Crítica (m/s)	3,85E-06

Em seguida, é estabelecido as eficiências de sedimentação referente aos diversos tamanhos de grãos, adotando o diâmetro mediano de cada uma das faixas granulométricas para a vazão considerada. Os resultados desenvolvidos se encontram consolidados na Tabela 6-3.

¹ Considerou-se a área superficial na cota El. 750,0 m

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 49/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Tabela 6-3 - Eficiência de sedimentação no Sump

Classificação – Faixa Granulométrica	Faixa Diâmetro (mm)	Diâmetro Mediano (mm)	Vs/Vc TR 2 anos
Argila Muito Fina	0,00024 – 0,0005	0,00032	0,8%
Argila Fina	0,0005 - 0,001	0,00075	4,3%
Argila Média	0,001 - 0,002	0,0015	17,4%
Argila Grosseira	0,002 - 0,004	0,0040	100,0%
Silte Muito Fino	0,004 - 0,008	0,006	100,0%
Silte Fino	0,008 - 0,016	0,011	100,0%
Silte Médio	0,016 - 0,032	0,023	100,0%
Silte Grosso	0,032 - 0,0625	0,045	100,0%
Areia Muito Fina	0,0625 - 0,125	0,088	100,0%
Areia Fina	0,125 - 0,250	0,177	100,0%
Areia Média	0,250 - 0,50	0,35	100,0%
Areia Grossa	0,50 - 1,00	0,71	100,0%
Areia Muito Grossa	1,00 - 2,00	1,41	100,0%
Pedregulho Muito Fino	2,00 - 4,00	2,83	100,0%
Pedregulho Fino	4,00 - 8,00	5,66	100,0%
Pedregulho Médio	8,00 - 16,00	11,31	100,0%
Pedregulho Grosso	16,00 - 32,00	22,63	100,0%
Pedregulho Muito Grosso	32,00 - 64,00	45,26	100,0%

De acordo com os resultados entende-se que pela abordagem elencada, a maior parte do material fino ficará retido, com exceção das argilas médias a muito finas. Dessa forma, conclui-se que a dimensão do sump, relacionada a vazão de projeto, garante uma eficácia no controle de turbidez e consequente qualidade da água para os fluxos bombeados para esgotamento da região da bacia, possibilitando o lançamento seguro dessas águas no rio Gualaxo do Norte, em conformidade com as Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011.

Ademais, com base na metodologia do fluxo quiescente e nas dimensões projetadas da área superficial do sump, verifica-se que a profundidade teórica necessária para garantir o tempo de detenção hidráulica seria mínima. No entanto, considerando aspectos operacionais, necessidade de acúmulo de sedimentos, segurança contra ressuspensão e manutenção adequada, recomenda-se a adoção de uma profundidade mínima de **1,2 m a 1,5 m** para o reservatório, de forma a assegurar o desempenho eficiente do sistema e a viabilidade técnica de sua operação ao longo do tempo. Dessa forma, para garantia de um volume útil de segurança para recebimento das águas advindas do bombeamento, principalmente para as fases iniciais, deve-se realizar o desassoreamento do Sump nesses valores, promovendo um maior tempo de enchimento e melhor acompanhamento do desempenho da estrutura, possibilitando eventuais ajustes que se façam necessários.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 50/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente relatório técnico consolida os estudos e dimensionamentos realizados para a reconformação da Bacia de Dissipação do Extravasor da Barragem Timbopeba, localizada no município de Mariana e pertencente à Mina de Timbopeba, integrando avaliações geológico-geotécnicas, hidráulico-hidrológicas e construtivas com foco em desempenho, segurança e viabilidade operacional da estrutura proposta.

A solução adotada fundamenta-se na utilização de enrocamento como elemento de dissipação de energia, sendo esta compatibilizada com um conjunto de camadas filtrantes e de transição, dimensionadas garantindo a integridade da fundação e o controle da percolação. A análise detalhada das características granulométricas do solo de base permitiu definir critérios rigorosos para as camadas de transição, assegurando a retenção de finos e o funcionamento adequado do sistema.

Do ponto de vista geotécnico, o modelo geológico da região revelou a predominância do solo residual do quartzo-sericita xisto e especificamente na área da bacia de dissipação, foi identificado um aterro, caracterizado como areia argilosa, com espessuras de até 8m de profundidade, o material se caracteriza por baixa coesão em condição saturada e elevada suscetibilidade à erosão. Para mitigar os riscos associados a esse comportamento, foi previsto a remoção completa do material de baixa capacidade de suporte e a utilização de soluções de enrocamento e transições compatíveis. As análises de estabilidade desenvolvidas para as diferentes fases de projeto identificaram fatores de segurança satisfatórios, respeitando os limites mínimos estabelecidos pelas normas técnicas vigentes, mesmo nos cenários mais críticos de nível freático.

Em relação aos estudos hidráulico-hidrológicos, os dispositivos projetados, como canal de restituição, bacia com colchão de água aflorante e drenagens superficiais, foram dimensionados considerando vazões de projeto associadas a eventos com tempo de retorno que visaram atender às diretrizes estabelecidas pela VALE e às exigências normativas da ANM. A estrutura da bacia foi projetada para operar permanentemente com nível freático elevado, promovendo dissipação eficiente e contínua da energia das cheias, mesmo em períodos de saturação prolongada.

Destaca-se também o dimensionamento do SUMP operacional provisório e da passagem molhada associada, que viabilizam tanto a operação do sistema de drenagem provisória durante a escavação, garantindo a estabilidade hidrodinâmica, quanto a retenção de sedimentos durante a operação.

Recomenda-se, para a execução da obra, a observância rigorosa dos critérios construtivos estabelecidos, sobretudo quanto ao controle de compactação dos materiais granulares, posicionamento adequado das camadas de transição, proteção das bombas e manejo do sistema de esgotamento provisório. O sucesso da implantação depende diretamente do monitoramento contínuo das condições de campo e da flexibilidade operacional para adaptar as etapas construtivas conforme as variações geotécnicas locais.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 51/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

Conclui-se, portanto, que o projeto proposto para a bacia de dissipação atende plenamente aos critérios técnicos de segurança, funcionalidade hidráulica e estabilidade geotécnica exigidos, configurando-se como uma solução robusta, integrada e tecnicamente viável para a estrutura associada ao extravasor da Barragem Timbopeba.

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITA	BACIA DE DISSIPAÇÃO EXTRAVASOR DE TIMBOPEBA S-5847	
PROJETO DETALHADO MINA DE TIMBOPEBA – GERAL BACIA DE DISSIPAÇÃO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL			Nº VALE RL-1000BB-X-80870	PÁGINA 52/52
			Nº (CONTRATADA) W.004747.001-X-BA00-O-RE-004	REV. 0

8. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.028. MINERAÇÃO – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha. Rio de Janeiro. 07.2017.

AZEVEDO NETTO, J. M. de. Manual de Hidráulica. 9. Ed. São Paulo: Blucher, 2015

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – IPR 724. Manual de Drenagem de Rodovias. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

FLOW SCIENCE. FLOW-3D User's Manual. 2021.

GANDHI, Sumit. Characteristics of hydraulic jump. **International Journal of Physical and Mathematical Sciences**, v. 8, n. 4, p. 692-697, 2014

HAAN, C. T.; BARFIELD, B. J.; HAYES, J. C. Design Hydrology and Sedimentology for Small Catchments. Academic Press, Inc. Sand Diego, CA. 1994.

IZBASH, S. V. (1936). Construction of dams by depositing rock in running water. International congress on large dams. Washington D.C.: ICOLD

PINHEIRO; M. C. Diretrizes para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamentos hidráulicos em obras de mineração. ABRH. Porto Alegre, 2011. 308 p.xiv.

SOULSBY, R.L., AND R. J.S. W WHITEHOUSE. Threshold of sediment motion in coastal environments. In, Proceedings Pacific Coasts and Ports '97 Conference, 1, 149154. New Zealand: Christchurch, University of Canterbury. 1997.



clam.com.br