



INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Av. do Contorno, 8121 - Bairro Cidade Jardim, , Belo Horizonte/MG, CEP 30110-051
Telefone: e Fax: @ fax_unidade@ - http://www.ibama.gov.br

TERMO DE REFERÊNCIA

Processo nº 02001.006996/2025-49

Estudo Ambiental de Manejo de Rejeitos/sedimentos da UHE Risoleta Neves (Candonga)

Sumário

I. Contextualização	3
II. Estrutura do Estudo Ambiental	6
1. Introdução	6
2. Identificação	6
3. Objetivos do Projeto	6
3.1 Objetivo Geral.....	6
3.2 Objetivos Específicos.....	6
4. Escopo, Abordagem Metodológica e Participação Pública	6
4.1. Escopo e Abordagem Metodológica:.....	6
4.2. Participação pública	7
5. Alternativas Técnicas e Locacionais das Macroalternativas	7
5.1. Macroalternativa A – Remoção Total (A1) ou Parcial (A2)	7
5.1.1. Destinação Final (Uso Benéfico e Disposição Final)	7
5.1.1.1 Disposição Final	7
5.1.1.2. Uso Benéfico dos rejeitos/sedimentos.....	8
5.1.2. Formas de Transporte	8
5.1.3. Tecnologias de Tratamento e Deságue (Desidratação).....	8
5.1.4. Tecnologias e Métodos de Dragagem (Remoção).....	9
5.1.5. Compatibilidade Operacional (UHE)	9
5.2. Alternativa B – Manutenção dos rejeitos/sedimentos In Situ.....	9
5.3. Aspectos Gerais para Manejo dos rejeitos/sedimentos.....	10
5.4. Avaliação Comparativa de Riscos Ambientais das Alternativas Tecnológicas e Locacionais	10
5.5. Avaliação Preliminar das Alternativas Estudadas.....	10
6. Definição da Área de Estudo, Área Diretamente Afetada e Áreas de Influência	10
6.1. Área Diretamente Afetada (ADA).....	10
6.2. Áreas de Influência.....	10
6.2.1. Área de Influência Direta (AID).....	11
6.2.2. Área de Influência Indireta (AII).....	11

7. Diagnóstico Ambiental Integrado.....	11
7.1 Caracterização dos Meios Físico, Biótico e Socioeconômico.....	11
7.1.1. Diagnóstico Meio Físico.....	11
7.1.1.1. Caracterização de Componentes Naturais.....	11
7.1.1.1.1. Geologia e Geomorfologia.....	11
7.1.1.1.2. Pedologia.....	11
7.1.1.1.3. Geoquímica de solos.....	11
7.1.1.1.4. Vulnerabilidade Geotécnica e Processos Erosivos	11
7.1.1.1.5. Hidrogeologia.....	11
7.1.1.1.6. Climatologia e Hidrologia.....	12
7.1.1.1.6.1. Climatologia (Foco em Eventos Críticos).....	12
7.1.1.1.6.2. Fluviometria e Vazões Sólidas	12
7.1.1.2. Caracterização dos rejeitos/sedimentos e Qualidade da Água.....	12
7.1.1.2.1. Caracterização Granulométrica e Geotécnica.....	13
7.1.1.2.2. Caracterização Química e Classificação dos rejeitos/sedimentos.....	13
7.1.1.2.3. Modelagem Tridimensional.....	13
7.1.1.2.4. Qualidade da Água e Ecotoxicologia.....	14
7.1.1.2.4.1. Caracterização e Dinâmica da Qualidade da Água e Sedimento.....	14
7.1.1.2.4.2. Dinâmica de Nutrientes, Eutrofização e Geoquímica.....	14
7.1.1.2.4.3. Ecotoxicologia e Bioacumulação.....	14
7.1.1.3. Dinâmica Sedimentar e Dragagem	15
7.1.1.3.1. Batimetria e Morfologia do Reservatório.....	15
7.1.1.3.2. Estudos de Dragagem.....	15
7.1.1.4. Qualidade do Ar e Ruído.....	15
7.1.2. Diagnóstico Meio Biótico.....	16
7.1.2.1. Ecossistemas Terrestres	16
7.1.2.1.1. Análise de Paisagem.....	16
7.1.2.1.2. Flora.....	17
7.1.2.1.3. Fauna Terrestre	17
7.1.2.2. Ecossistemas Aquáticos.....	18
7.1.2.2.1. Biota aquática.....	18
7.1.2.2.2. Ictiofauna:.....	18
7.1.3. Diagnóstico Meio Socioeconômico.....	19
7.1.3.1. Escopo e objetivos.....	19
7.1.3.2. Abordagem metodológica.....	19
7.1.3.2.1. Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSAP).....	19

7.1.3.2.2 Linha de base socioeconômica.....	19
7.1.3.2.3 Avaliação de Potenciais Impactos à Saúde	20
7.1.3.2.4 Indicadores socioeconômicos.....	20
7.1.3.3. Indicadores e metas socioeconômicas.....	20
7.2. Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental	20
8. Avaliação de Impacto Ambiental	21
8.1. Metodologia de Avaliação e Valoração.....	21
8.2. Estudos de Predição de Impactos e Modelagens Computacionais.....	22
8.2.1. Modelagem Computacional para Avaliação do Assoreamento de Longo Prazo do Reservatório.....	22
8.2.2. Modelagem Hidrodinâmica e de Transporte de Rejeitos/Sedimentos na Bacia.....	23
8.2.3. Modelagens Hidrogeoquímica e de Qualidade da Água Superficial.....	23
8.2.4. Modelagens Hidrogeoquímica/Hidrodinâmica das Águas Subterrâneas.....	23
8.2.5. Análise Comparativa de Cenários de Exposição e Riscos à Saúde Humana.....	23
8.2.6. Análise dos Impactos Positivos da Indenização nas Alternativas A2 e B.....	24
8.3. Avaliação Comparativa de Riscos Ambientais das Macroalternativas	24
9. Medidas de Controle, Mitigação e Compensação Ambientais	24
10. Prognóstico das Macroalternativas	25
11. Avaliação Comparativa das Macroalternativas	25
11.1. Objeto e finalidade da análise.....	25
11. 2. Definição de premissas para AMC	25
11. 3. Estruturação da análise por critérios.....	26
11. 4. Indicadores, parâmetros e métricas.....	26
11.5. Escalas de avaliação e padronização qualitativa.....	26
11.6. Preferências, ponderação e compensabilidade.....	26
11.7. Tratamento da incerteza e limites de decisão	26
11.8. Lógica de comparação entre macroalternativas.....	26
11.9. Resultados admissíveis da análise.....	27
11.10. Análise de sensibilidade e robustez	27
11.11. Produto e rastreabilidade.....	27
11.12. Termos e considerações na AMC.....	27
12. Conclusão	28
13. Referências.....	28
14. Glossário	28
15. Legislação Aplicável.....	28
IV. Relatório de Síntese do Estudo Ambiental	28
V. Planejamento e Acompanhamento	29

I. Contextualização

Este Termo de Referência tem por finalidade estabelecer a abrangência, os procedimentos e os critérios técnicos que orientarão a elaboração do Estudo Ambiental que subsidiará o processo de licenciamento ambiental das atividades voltadas ao manejo dos rejeitos/sedimentos depositados no reservatório da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (UHERN/ UHE Candonga), situada nos municípios de Santa Cruz do Escalvado/MG e Rio Doce/MG, em consonância com o “Acordo Judicial para Reparação Integral e Definitiva Relativa ao Rompimento da Barragem de Fundão (Acordo de Repactuação)”, homologado pelo STF em 6 de novembro de 2024.

Os rejeitos/sedimentos em questão consistem em uma mistura heterogênea de rejeitos de mineração, solos, vegetação e outros materiais, além dos sedimentos provenientes do córrego Santarém e dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, acumulados no reservatório da UHE em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, ocorrido em 5 de novembro de 2015.

Conforme determinado no Acordo, o presente processo de licenciamento ambiental será conduzido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). A atuação do Ibama neste processo se restringe à análise da sustentabilidade ambiental das macroalternativas definidas no Acordo (Remoção Total, Parcial e Manutenção Total), não se sobrepondo a outras tratativas que extrapolam a esfera ambiental, como aquelas relacionadas à segurança de barragens. Tais aspectos devem ser analisados e deliberados pelo órgão competente (ANEEL), considerando todas as macroalternativas que possam vir a ser indicadas para a execução das ações previstas.

Ressalta-se que temas socioambientais já disciplinados no Acordo de Repactuação, tais como os processos indenizatórios e a recuperação ambiental das áreas de extracalha dos rios afetados, não integram o escopo desta avaliação, uma vez que já possuem governança, planos de ação e responsabilidades definidos pelo próprio Acordo.

Importa registrar que o licenciamento ambiental orientado por este Termo de Referência distingue-se dos procedimentos ordinariamente conduzidos por este Instituto, nos quais a premissa central reside na compatibilização do desenvolvimento econômico, materializado em obras, empreendimentos de infraestrutura ou atividades produtivas, com a equidade social e a preservação da qualidade do meio ambiente, nos termos dos objetivos e princípios da Política Nacional do Meio Ambiente.

No presente caso, não se está diante dessas condições ordinárias de sujeição ao licenciamento ambiental previsto na Lei nº 6.938/1981. Cuida-se, diversamente, de situação excepcional, ocasionada pelo rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão, que causou danos socioambientais de grande magnitude na bacia do Rio Doce, entre eles o assoreamento do reservatório da Usina Hidroelétrica Risoleta Neves, configurando problema ambiental complexo e atípico.

Nesse contexto, o licenciamento ambiental em tela assume caráter específico e delimitado, restringindo-se à análise comparativa e à indicação da(s) alternativa(s) ambientalmente mais adequada(s), ou de menor impacto ambiental, para o manejo dos rejeitos e sedimentos, em conformidade com o escopo previamente estabelecido no Acordo celebrado.

Nos termos do Acordo, a empresa Samarco Mineração S.A. está obrigada a executar ações de dragagem de até 9.150.000 m³ de rejeitos/sedimentos, em complemento ao volume já removido e parcialmente disposto na Fazenda Floresta. Cumpre destacar que o objeto do licenciamento em questão não incorpora a dragagem de manutenção da UHE, realizada entre o barramento A e a barragem da UHE, a qual é tratada no âmbito do licenciamento ambiental estadual conduzido pela FEAM/SEMAD (LOC nº 1496/2020).

A indicação de Estudo Ambiental para orientação do procedimento de licenciamento ambiental, ao invés de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), decorre dos próprios termos do Acordo.

Embora o Acordo tenha previsto a entrega, em novembro de 2025, de um “Projeto Básico de Dragagem”, o documento protocolado pela Samarco denomina-se “ESTUDO DE REMOÇÃO, DESAGUAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS REJEITOS/SEDIMENTOS DO RESERVATÓRIO DA UHE RISOLETA NEVES”. Sobre o documento protocolado é importante registrar que, do ponto de vista técnico, ele não se caracteriza como um projeto básico, mas sim como uma proposta de natureza conceitual. Portanto, no âmbito do processo de licenciamento ambiental, tal documento foi denominado “Estudo Conceitual”.

Em se tratando de um Acordo Judicial, com prazos e regras específicas, fica esclarecido que não serão seguidos todos os trâmites e ritos previstos no Licenciamento Ambiental Federal, destacando-se o fato de o Acordo ter determinado que este procedimento seja realizado mediante a emissão de uma única licença ambiental. Caso se confirme a viabilidade da dragagem parcial ou total, o detalhamento executivo dos projetos e programas de controle ambiental será estabelecido via condicionantes da licença a ser emitida pelo Ibama — seja ela uma Licença de Operação (LO).

O Estudo Ambiental a ser apresentado pela empresa deverá contemplar, de forma detalhada, a justificativa e a viabilidade técnica e ambiental do manejo do referido material, abordando sua relevância econômica, social e de políticas públicas. Tal avaliação é imprescindível para a definição do modelo de gestão mais adequado para o material atualmente acumulado no reservatório.

Destaca-se que o manejo dos rejeitos/sedimentos compreende todas as fases de gerenciamento do material eventualmente retirado do reservatório, incluindo os monitoramentos e controles ambientais previstos nas áreas com presença de rejeitos/sedimentos (reservatório e áreas de disposição) até a eventual liberação para uso irrestrito, conforme critérios técnicos (geoquímico, geotécnico, saúde) e autoridades competentes.

i. Orientações para a elaboração e apresentação do Estudo Ambiental e do Relatório de Síntese do Estudo Ambiental

Para as macroalternativas envolvendo dragagem para remoção de rejeitos/sedimentos, o Estudo Ambiental deverá contemplar todas as fases do projeto (planejamento, implantação da infraestrutura, execução de obras e serviços, manejo de rejeitos/sedimentos, tratamentos a serem aplicados, movimentação e transporte), bem como a disposição e/ou destinação final dos materiais, a desmobilização e o descomissionamento de estruturas provisórias e o fechamento das definitivas. Deverá ainda considerar a totalidade das atividades previstas, seus impactos potenciais e efetivos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, os riscos ambientais associados e as respectivas medidas de mitigação, recuperação de áreas degradadas (RAD) e compensações ambientais.

Para facilitar a conferência da aderência do Estudo Ambiental a este TR (*checklist*), a fim de atestar a sua aceitação e iniciar a etapa de análise, deverá ser apresentada uma tabela resumo com todos os itens deste TR e a indicação do seu atendimento pelo documento (volume, capítulo, página, dentre outras referências pertinentes), bem como as respectivas justificativas para o não atendimento do item, se for o caso.

O Estudo Ambiental deverá ser redigido com organização lógica das informações em capítulos, com a localização de dados importantes em sumários e índices.

O Estudo Ambiental e o Relatório Síntese deverão ser apresentados ao Ibama em 1 (uma) via de cada, em meio digital, em formato PDF, em arquivos com tamanho de até 80 MB, com reconhecimento ótico de caracteres (OCR), devendo incluir em todas as páginas (rodapé ou cabeçalho), com exceção da folha de rosto, o nome da atividade ou empreendimento, número do processo e a data de elaboração. O Estudo Ambiental deverá conter sumários com as referidas páginas, as quais serão numeradas a partir da capa.

O documento deverá possuir fácil usabilidade, contendo índices, referências, referências cruzadas, índice com hiperlinks para as seções, de modo que seja simples o leitor localizar-se no documento.

Os anexos podem ser entregues em outros formatos aceitos pelo Sistema Eletrônico de Informação (SEI), a saber: 7Z, BZ2, CSV, GZ, HTM, HTML, JSON, KMZ, MP4, MPEG, MPG, ODP, ODS, OGG, OGV, PDF, SVG, TAR, TGS, TXT, XML, ZIP. As informações geoespaciais devem ser enviadas em arquivo compactado, nos formatos shapefile (.shp, .shx e .dbf) e .kml, utilizando sistema de coordenadas geográficas UTM, Datum SIRGAS 2000.

O uso de dados primários deve ser priorizado em relação ao uso de dados secundários, que poderiam não representar o cenário atual das áreas foco do estudo. Quando necessário o uso de dados secundários, como em situações que exijam a avaliação da evolução de dados recentes em relação a dados históricos, tal uso deverá ser realizado mediante rigorosa validação. Poderão ser considerados os dados obtidos no âmbito dos programas do TTAC, extintos pelo Acordo de Repactuação.

Os critérios de aceitação dos dados secundários devem ser estabelecidos e justificados, considerando aspectos como validade temporal, representatividade espacial, nível de incerteza e fonte das informações. A aplicação dos critérios de aceitabilidade dos dados deverá ser realizada em formato de tabela, a ser anexada ao Estudo Ambiental. Esta tabela deverá incluir uma listagem completa de todos os documentos, indicando, para cada um deles, a conformidade ou não aos critérios estabelecidos. Somente serão considerados válidos os documentos que possuam laudos laboratoriais (laboratórios acreditados), cadeias de custódia ou outras informações essenciais para a validação e rastreabilidade dos dados. Documentos emitidos por órgãos públicos estaduais ou federais, com fé pública, estão isentos dessa exigência.

Todos os registros primários de fauna aquática e terrestre deverão ser estruturados no padrão *DarwinCore*, com capacidade para abastecer o *SpeciesLink* e o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr).

Os dados primários de biodiversidade também deverão ser obrigatoriamente submetidos ao Sistema de Gestão de Dados de Biodiversidade para Avaliação de Impacto Ambiental (SISBIA), em atendimento à legislação vigente (ex.: Portaria nº 104/2025 ou norma sucessora). O comprovante de submissão deverá constar como anexo do Estudo Ambiental.

Os pontos de coleta de dados deverão ser georreferenciados e representados em mapas específicos, devidamente legendados e, sempre que possível, ilustrados com fotografias. Cartas-imagem e mapas deverão ser construídos de acordo com os padrões e normas técnicas de cartografia adotados pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), além dos dados geoespaciais já disponibilizados pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

A descrição dos métodos de coleta de dados primários deve ser suficientemente detalhada para que se compreenda o que efetivamente foi executado. Tal descrição deve compreender as especificações técnicas e as justificativas quanto à escolha dos métodos de amostragem e do esforço amostral.

Todos os mapeamentos e produtos de geoprocessamento deverão ter as bases de dados digitais disponibilizadas, organizadas e sistematizadas no respectivo processo de licenciamento ambiental em tela. As escalas deverão ser compatíveis com os elementos do território, da paisagem ou da biodiversidade e o nível de detalhamento que se quer observar.

O período de coleta de dados primários referentes à fauna, flora, biota aquática, recursos hídricos e sedimentos deve abarcar as estações chuvosas e secas de maneira a evidenciar as variações sazonais. O estudo deverá ser ilustrado com relatório fotográfico, contendo imagens que retratem: (a) as diferentes fisionomias e habitats amostrados; (b) a execução das metodologias de campo (instalação de armadilhas, procedimentos de manejo); (c) espécimes registrados, com destaque para as espécies de interesse para a conservação. Todas as fotografias deverão conter legendas informativas, serem datadas e georreferenciadas.

Os dados brutos coletados em campo (planilhas de identificação, dados de armadilhamento, registros fotográficos, gravações de áudio etc.) e demais planilhas deverão ser organizados em formato de planilha eletrônica editável (.xlsx ou .ods) e entregues como anexo digital ao estudo.

As Unidades Amostrais (UAs) dos diferentes grupos biológicos, transectos, pontos de escuta, locais de instalação de armadilhas e demais pontos de coleta de dados primários deverão ser georreferenciados. Esta informação deverá ser apresentada em mapas temáticos detalhados, sobrepostos a imagens de satélite de alta resolução e recentes, permitindo a visualização clara do desenho amostral em relação ao(s) *layout*(s) da área do projeto, considerando suas alternativas locais e às feições da paisagem.

Todos os mapas incluídos no documento devem ser apresentados em escala métrica apropriada para representar melhor as informações necessárias, incluindo os seguintes elementos:

- Quadro do título incluído no canto inferior direito da folha, contendo: Nome do projeto; Título; Autor; Escala; Data; Fonte e; data dos dados;
- Legenda, clara e abrangente, para identificar os símbolos e elementos do mapa;
- Escala numérica e gráfica;
- Orientação geográfica;

- Grade de coordenadas.

Os conhecimentos das comunidades locais e tradicionais deverão ser considerados para o diagnóstico ambiental, particularmente nos aspectos relativos ao uso do solo, ao uso e conservação da biodiversidade, às interações com o reservatório, com a ADA e as áreas de influência direta (AID) e indireta (AII) da macroalternativa e quanto às percepções sobre os possíveis impactos do projeto.

No caso do meio socioeconômico, utilizar metodologias que orientem a coleta de dados e informações para esclarecer disputas e conflitos acerca da ocupação do território e uso dos recursos naturais; e permitam avaliar o efeito das macroalternativas propostas nos modos de vida e condições financeiras de grupos sociais vulneráveis. As informações censitárias que comporão o Estudo Ambiental em tela deverão ter como base o Censo Demográfico de 2022 (último censo), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e suas atualizações.

II. Estrutura do Estudo Ambiental

1. Introdução

Esta seção deve contextualizar a problemática e o histórico relacionados aos rejeitos/sedimentos depositados na UHE Risoleta Neves em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, definindo claramente a finalidade do licenciamento ambiental pretendido, conforme estabelecido no Acordo Judicial de Repactuação.

2. Identificação

Apresentar a identificação do Empreendedor, da Empresa de Consultoria responsável pela condução dos estudos e da equipe técnica multidisciplinar envolvida, contendo:

- a) Nome ou Razão Social (quando couber);
- b) CNPJ (quando couber);
- c) Cadastro Técnico Federal (obrigatório);
- d) Endereço completo (quando couber);
- e) Telefone e e-mail (quando couber);
- f) Representantes legais (nome, CPF, endereço, telefone e e-mail, quando couber);
- g) Número de registro no respectivo Conselho de Classe, quando couber;
- h) ARTs.

Os dados caracterizados como sensíveis pela LGPD não devem constar no corpo do texto do Estudo Ambiental e Relatório Síntese, devendo ser apresentados como documento anexo, devidamente ressalvada a segurança de dados do documento.

3. Objetivos do Projeto

3.1 Objetivo Geral

Avaliar, com base em critérios técnicos, econômicos, sociais e ambientais, as macroalternativas para a gestão definitiva dos rejeitos/sedimentos depositados na UHE Risoleta Neves, identificando a opção socioambientalmente mais viável mediante análise multicritério. As macroalternativas avaliadas devem contemplar: a remoção (A1 – total, A2 – parcial) e a manutenção total *in situ* (B) dos rejeitos/sedimentos.

3.2 Objetivos Específicos

O estudo deverá elencar objetivos específicos, dentre os quais:

- a. Fornecer subsídios técnicos atualizados para a tomada de decisão pelo Ibama, conforme as diretrizes do Acordo de Repactuação;
- b. Comparar as macroalternativas utilizando metodologias consagradas e devidamente justificadas para a tomada de decisão;
- c. Identificar e modelar riscos ambientais, geotécnicos e socioeconômicos para cada macroalternativa;
- d. Indicar medidas de mitigação, compensação e monitoramento adequadas para cada macroalternativa avaliada;
- e. Promover a participação pública e o diagnóstico socioambiental participativo, visando incorporar a percepção da população no processo de tomada de decisão quanto às macroalternativas de gestão dos rejeitos/sedimentos.

4. Escopo, Abordagem Metodológica e Participação Pública

4.1. Escopo e Abordagem Metodológica

O Estudo Ambiental deverá ser multidisciplinar e integrado, estruturado em módulos que abordem de forma sistêmica os diagnósticos, modelagens preditivas, impactos ambientais dos meios físico, biótico e socioeconômico, bem como os prognósticos para todas as macroalternativas consideradas.

Para a construção das macroalternativas de manejo dos rejeitos/sedimentos, compostas pela remoção total, parcial e manutenção total (Quadro 1), deverá ser definido, para cada macroalternativa, o melhor arranjo de combinação entre as alternativas locais (destinação final e traçados/vias de acesso dos meios de transporte) e tecnológicas (dragagem, tratamento do material, tecnologia de transporte, formas de disposição, uso benéfico, tratamento *in situ* vs. Manutenção na “condição atual”) avaliadas.

Para as macroalternativas que envolvam a remoção de material (A1 e A2), a definição dos arranjos deverá observar, de forma integrada e sequencial: (1) a seleção da alternativa locacional mais adequada para a destinação dos rejeitos/sedimentos, (2) a escolha do método de transporte mais apropriado e, (3) a definição das tecnologias de tratamento/preparo do material e da técnica de dragagem a ser adotada.

O processo de comparação entre as alternativas locais e tecnológicas para definição do escopo geral de cada macroalternativa deverá se basear em uma avaliação preliminar dos principais impactos identificados. Esta análise deve integrar, obrigatoriamente, os dados obtidos nos estudos solicitados nos tópicos 5.1, 5.2 e 5.3 deste TR, não restringindo a utilização de outros estudos considerados pertinentes. Com base nessas informações, deverá ser realizada uma análise comparativa dos potenciais impactos de cada alternativa tecnológica e local para definição do melhor arranjo de cada macroalternativa.

Uma vez definidos os escopos das macroalternativas e detalhados os demais estudos exigidos pelo TR, o Estudo deverá realizar a Avaliação dos Impactos Ambientais de cada macroalternativa construída, conforme Item 8 deste TR.

Em seguida, em posse da Avaliação de Impactos, do prognóstico e do levantamento das respectivas medidas mitigatórias e de compensação, será realizada a comparação das macroalternativas A1, A2 e B por meio de Análise Multicritério.

Quadro 1: Macroalternativas a serem estudadas

Macroalternativa	Descrição
A1	Remoção total dos rejeitos/sedimentos, conforme previsto no Acordo Judicial.
A2	Remoção parcial dos rejeitos/sedimentos.
B	Manutenção total dos rejeitos/sedimentos no reservatório.

4.2. Participação Pública

O Estudo de diagnóstico deve ser construído com a participação direta das comunidades impactadas pelas macroalternativas. Orienta-se que as Oficinas do DSAP (6-C.2.1) ocorram antes da finalização dos diagnósticos de linha de base, para incorporar o conhecimento local na definição dos indicadores sensíveis e dos valores a serem protegidos.

Na fase da Avaliação de Impactos (item 8) deverão ser previstas Oficinas de Capacitação de grupos de interesse com o objetivo de possibilitar a participação pública na definição da Magnitude e Importância dos Impactos.

As atividades de participação pública devem seguir etapas propostas em Planos de Trabalho e no Plano de Comunicação, conforme previsto no item V deste Termo de Referência.

Após a disponibilização do Estudo Ambiental deve estar prevista a participação pública em Audiências Públicas para apresentação do Estudo Ambiental e do Relatório de Síntese do Estudo Ambiental, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as críticas e sugestões a respeito.

5. Alternativas Técnicas e Locacionais

As alternativas listadas a seguir compreendem variações tecnológicas e locacionais que devem ser avaliadas preliminarmente para definir a configuração otimizada do modelo de manejo (remoção total ou parcial ou manutenção *in situ*) das macroalternativas, conforme diretrizes do Item 4.1 (Escopo e Abordagem Metodológica) do TR.

Para as macroalternativas A2 e B, deverá ser avaliado se o tratamento *in situ* do material remanescente é necessário ou se a manutenção dos rejeitos/sedimentos no reservatório sem tratamento é tecnicamente aceitável. Com base nos dados gerados pelos estudos (diagnóstico e predições), o Estudo Ambiental deverá realizar a análise comparativa das macroalternativas descritas no Quadro 1.

5.1. Macroalternativa A – Remoção Total (A1) ou Parcial (A2)

O estudo deve comparar locações para disposição de material nas macroalternativas A.1, A.2 e selecionar a melhor alternativa locacional para a disposição do quantitativo de material a ser dragado.

A **macroalternativa A1** consiste na remoção total dos 9,15 milhões de metros cúbicos de rejeitos/sedimentos contidos no reservatório.

A **macroalternativa A2** consiste na remoção parcial dos rejeitos/sedimentos contidos no reservatório, e, portanto, com manutenção de parte do material sob posterior Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) sob responsabilidade do Órgão Estadual do Meio Ambiente. Para a macroalternativa A2, o Estudo deverá avaliar duas condições de manutenção parcial. Para a primeira, o material será mantido sem tratamento *in situ*, ou seja, na “condição atual”. A segunda consiste na manutenção de parte do material com a utilização de técnicas de tratamento *in situ* para as áreas pertinentes. O Estudo deverá avaliar qual destas é a alternativa tecnológica mais adequada a ser considerada dentro da macroalternativa A.2, observando, no mínimo os seguintes fatores:

- a. a existência ou não de pontos críticos (*hotspots*) de rejeitos/sedimentos (contaminação química ou instabilidade física), evidenciada na caracterização das amostras de sondagens e nos estudos de modelagens solicitados;
- b. estabelecer claramente os critérios de decisão para as opções de retirada ou manutenção, com ou sem tratamento *in situ*;
- c. a indicação, para cada área de interesse (*hotspot*), da intervenção a ser realizada: manutenção na condição atual, tratamento *in situ* ou remoção/disposição;
- d. a localização, a caracterização e o dimensionamento (área e volume) das áreas que deverão receber os tratamentos *in situ*, detalhando as técnicas a serem utilizadas em cada área;
- e. a localização, a caracterização e o dimensionamento (área e volume) de onde será realizada a remoção dos rejeitos/sedimentos;
- f. a viabilidade do uso de estratégias fitorremediação/biorremediação no reservatório;
- g. a definição dos escopos dos monitoramentos da qualidade da água, ictiofauna, topobatimétricos, além do acompanhamento constante da estabilidade da barragem e dos barramentos metálicos, sem prejuízos de outras medidas pertinentes.

Para a caracterização das alternativas de remoção, os estudos deverão seguir a seguinte estrutura metodológica, focada na viabilidade operacional e no controle de impactos:

5.1.1. Destinação Final (Uso Benéfico e Disposição Final)

5.1.1.1. Disposição Final

O estudo de alternativas locais para a disposição final de rejeitos/sedimentos deve buscar reduzir a pulverização de áreas impactadas e a necessidade de movimentações massivas de solo, e para tal deverá:

- a. Apresentar e discutir o "estado da arte" e a aplicabilidade de tecnologias de disposição final, considerando a caracterização ampliada dos rejeitos/sedimentos e a sensibilidade ambiental (meio físico, biótico, socioeconômico) das áreas avaliadas;
- b. Avaliar a capacidade volumétrica atual da Fazenda Floresta para a disposição final dos rejeitos/sedimentos a serem removidos, distinguindo material empilhável e não empilhável;
- c. Avaliar a viabilidade de áreas alternativas para a disposição de rejeitos/sedimentos, focando em reduzir a pulverização de áreas e minimizar os impactos regionais apontados no Estudo Conceitual. Esta avaliação deve incluir, entre outras áreas, as Fazendas Bocaina, Cachoeira, Paraíso, além de outras áreas adjacentes ou não ao reservatório (a jusante e a montante do barramento). Avaliar também alternativas de disposição em local já degradado, como cavas de mineração existentes na Área de Estudo, por exemplo;
- d. Avaliar a viabilidade de armazenamento controlado em área de propriedade da Samarco, como cavas de mineração, considerando a alternativa de uso do mineroduto para bombeamento dos rejeitos/sedimentos de volta à região de origem;
- e. Avaliar a viabilidade de recuperação ambiental das áreas degradadas pela disposição dos rejeitos/sedimentos, a perspectiva de seu uso futuro, por exemplo, pela conversão dessas áreas em Centros de Referência em Pesquisa e Educação Ambiental, mediante a implantação de equipamentos públicos permanentes, como forma de legado socioambiental para as comunidades impactadas;
- f. Apresentar estimativas da carga de sedimentos adicional gerada pela abertura de estradas e movimentação de terra (cortes e aterros) para as obras previstas, especialmente, para as estruturas de disposição;
- g. Estimar e comparar o potencial de aumento/redução do aporte de sedimentos oriundos das obras, ao reservatório/rio Doce para cada macroalternativa avaliada;
- h. Considerar na análise das alternativas locais o previsto nos arts. 14 e 20 da Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), quando couber.

5.1.1.2. Uso Benéfico dos rejeitos/sedimentos

Discutir o "estado da arte" e avaliar a viabilidade tecnológica e econômica do uso benéfico do material dragado, considerando a caracterização detalhada dos rejeitos/sedimentos realizada. Deve-se priorizar a análise de viabilidade para aplicações de engenharia de grande escala e obras de infraestrutura (base de pavimentação, aterros controlados) ou como agregado fino na construção civil (substituição de areia em artefatos de concreto: tais como bloquetes, guias, manilhas, blocos de concreto entre outros).

A viabilidade do uso benéfico está condicionada à segurança ambiental. O Estudo deverá realizar comparação do balanço ambiental entre a produção desses artefatos e a disposição deste material em solo.

5.1.2. Formas de Transporte

O Estudo deverá avaliar as alternativas tecnológicas de transporte de rejeitos/sedimentos (ex.: dutos, caminhões, TCLD, sistema misto etc.), seus impactos e riscos socioambientais associados, considerando as alternativas de disposição final avaliadas para as macroalternativas A1 e A2. As diretrizes a serem consideradas nesta etapa são:

- a. Deve ser estimado, para os sistemas de transporte considerados, o consumo de combustível, energia e água para atender as macroalternativas A1 e A2;
- b. Estimar o impacto de fluxo de veículos pesados na região para a alternativa de transporte por caminhões;
- c. Deve ser avaliada a viabilidade técnica, operacional e ambiental do transporte via mineroduto e TCLD;
- d. Para o transporte por dutovia, a utilização da infraestrutura de minerodutos da Samarco para o transporte reverso de rejeitos/sedimentos dragados da UHE Risoleta Neves até a área de mineração de propriedade da empresa deverá ser avaliada. Avaliar também o emprego de nova dutovia para o transporte de rejeitos/sedimentos para outras áreas consideradas adequadas para disposição final das macroalternativas A1 e A2 diferentes da área de mineração da Samarco. O estudo deve contemplar:
 - i. avaliação comparativa das três linhas existentes de minerodutos da Samarco, justificando tecnicamente a escolha ou exclusão de cada uma para a alternativa de retorno do material para o local de origem;
 - ii. avaliação otimizada de traçado para a conexão entre o ponto de bombeamento/dragagem e o mineroduto da Samarco, priorizando rotas que margeiem o reservatório para minimizar a supressão de vegetação e a movimentação de terra excessiva. Caso a área de disposição escolhida não seja a da Samarco, avaliar possível traçado otimizado para uma nova dutovia associada à área de disposição selecionada;
 - iii. Considerar na análise das alternativas locais o previsto nos arts. 14 e 20 da Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), quando couber;
 - iv. avaliação da infraestrutura necessária para o bombeamento, fornecimento de energia, além da localização prevista para as estruturas e outras informações necessárias para a avaliação dos possíveis impactos associados.

5.1.3. Tecnologias de Tratamento e Deságue (Desidratação)

O Estudo deverá avaliar as alternativas tecnológicas disponíveis para o tratamento do material que se adequem às tecnologias de transporte e disposição avaliadas. As alternativas de transporte a serem avaliadas devem considerar, no mínimo:

- a. Transporte por caminhões, TCLD ou misto: Avaliar as tecnologias de deságue do material dragado, visando à redução de volume e à melhoria de suas características geotécnicas, de modo a viabilizar sua disposição final e transporte (caminhão, TCLD, misto). Deverão ser analisadas tecnologias como geocontentores (geotêxteis), centrífugas, filtros-prensa e tanques de decantação, bem como outras soluções tecnicamente aplicáveis. O estudo deverá contemplar, no mínimo a:
 - i. avaliação das tecnologias de tratamento prévio do material dragado, incluindo processos de filtragem, classificação e

segregação das frações (lama, areia/sílica e demais materiais);

ii. consideração de tecnologias consolidadas e de soluções desenvolvidas ou em desenvolvimento em projetos de pesquisa;

iii. discussão das vantagens, limitações e condições de aplicabilidade de cada tecnologia em relação às diferentes características do material dragado e definição da alternativa viável e mais adequada.

b. **Transporte por dutovia:** Avaliar o preparo necessário do material para formação de polpa para o transporte via duto, visando adequar o material às restrições de projeto da dutovia. O estudo deverá contemplar, no mínimo:

i. avaliação das tecnologias de tratamento prévio do material dragado, incluindo processos de filtragem, classificação e segregação das frações (lama, areia/sílica e demais materiais);

ii. análise da viabilidade técnica para atingir os requisitos de projeto da dutovia via beneficiamento do material. Esta análise deve considerar a avaliação das características de abrasividade e reologia dos rejeitos/sedimentos tratado, visando evitar dificuldades de fluxo e danos à integridade física do mineroduto durante o transporte;

iii. informações sobre a infraestrutura necessária para o pré-processamento para a redução da abrasividade do material e adequação de suas características reológicas. Deve-se avaliar o potencial de aproveitamento econômico do material grosseiro (areia/cascalho) separado como subprodutos para uso benéfico.

5.1.4. Tecnologias e Métodos de Dragagem (Remoção)

O estudo deverá apresentar o "estado da arte" das alternativas tecnológicas (ex.: mecânica, hidráulica, mista, sistemas com controle de dispersão de sólidos), avaliando comparativamente a viabilidade técnica, econômica e ambiental dos seguintes métodos:

I. Alternativa de Escavação a Seco:

Avaliar a viabilidade de engenharia para implementação de sistemas de Escavação a Seco, visando a eliminação completa da geração de plumas de turbidez e a redução do volume de lodo a ser desaguado. Portanto o Estudo deve avaliar a viabilidade do uso de enscadeiras metálicas ou estacas-prancha para isolamento progressivo de setores (método de fatiamento do reservatório), permitindo a drenagem do local ou o desaguamento localizado e a escavação a seco. Avaliar a incompatibilidade desta alternativa de dragagem para o cenário de transporte via dutovia.

Na análise de viabilidade deve ser comparado o custo elevado de implantação desta alternativa frente à valoração dos danos ambientais evitados (redução do risco de turbidez a jusante a longo prazo) e à economia gerada na etapa de desidratação do rejeito (material já removido com menor umidade) para o transporte por caminhões e TCLD.

II. Alternativa de Dragagem Mecânica e Hidráulica Controlada

Avaliar técnica e economicamente o cenário de "Dragagem Ambiental", com sistemas de controle de turbidez. Considerar a experiência e utilizar dados reais da operação de 2022 para calibrar os impactos previstos (comparando turbidez real monitorada *versus* turbidez prevista/modelada).

O Estudo deverá ainda:

a. Considerar as experiências adquiridas nas dragagens já realizadas no reservatório;

b. Utilizar os dados de caracterização ampliada dos rejeitos/sedimentos retido no reservatório e demais estudos e modelagens ambientais disponíveis;

c. Elaborar plano de dragagem baseado na caracterização tridimensional dos rejeitos/sedimentos, com uso de equipamentos compatíveis com as características reológicas (viscosidade/densidade) e a granulometria do material mapeado em cada área;

d. Avaliar o dimensionamento da capacidade do sistema de dragagem (sistema em paralelo) de forma a viabilizar o fluxo contínuo necessário para a operação estável da dutovia para esta tecnologia de transporte;

e. Estimar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) para os cenários que envolvem obras (dragagem, transporte e disposição), bem como o consumo de energia e água, e considerá-los na matriz de impactos como um critério de diferenciação ambiental entre as macroalternativas.

5.1.5. Compatibilidade Operacional (UHE)

Avaliar a compatibilidade da continuidade operacional da UHE Risoleta Neves durante a execução das dragagens, bem como viabilidade técnica da execução da dragagem sem o deplecionamento do reservatório.

5.2. Macroalternativa B – Manutenção dos rejeitos/sedimentos *in situ*

A **macroalternativa B** consiste na manutenção total dos rejeitos/sedimentos no reservatório, com posterior Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) sob responsabilidade do Órgão Estadual do Meio Ambiente.

Para esta macroalternativa o Estudo deverá avaliar duas condições de manutenção. A primeira é a manutenção do material na "condição atual", ou seja, sem tratamento *in situ*. A segunda consiste na manutenção do material com tratamento *in situ* de parte dos rejeitos/sedimentos mantidos no reservatório. O Estudo deverá avaliar qual destas é a alternativa tecnológica mais adequada a ser considerada dentro da macroalternativa B, observando, no mínimo os seguintes fatores:

a. a existência ou não de pontos críticos (*hotspots*) de rejeitos/sedimentos (contaminação química ou instabilidade física), evidenciada na caracterização das amostras de sondagens e os estudos de modelagens solicitados;

b. estabelecer claramente os critérios de decisão para as opções de manutenção, com ou sem tratamento *in situ*;

c. a indicação, para cada área de interesse (*hotspot*), do manejo a ser realizado, a saber, o tratamento *in situ*, detalhando as técnicas a serem utilizadas em cada área, ou a manutenção na "condição atual";

d. a localização, a caracterização e o dimensionamento (área e volume) das áreas que deverão receber os tratamentos *in situ*, detalhando as técnicas a serem utilizadas em cada área;

- e. ou definição dos escopos dos monitoramentos da qualidade de água, ictiofauna, topobatimétricos, e o acompanhamento constante da estabilidade da barragem e dos barramentos metálicos, sem prejuízos de outras medidas pertinentes;
- f. a viabilidade do uso de estratégias fitorremediação/biorremediação no reservatório;
- g. as diretrizes e restrições estabelecidas pela Análise de Cenários de Exposição e Riscos à Saúde Humana em relação aos usos do reservatório;
- h. indicar se haverá necessidade de alteração/atualização do PACUERA da UHE Risoleta Neves;
- i. estimar as cargas removidas dos principais contaminantes para as macroalternativas de remoção A1 e A2 e compará-las com a condição de base, representada pela macroalternativa B.

5.3. Aspectos Gerais para Manejo dos Rejeitos/Sedimentos

Para todas as macroalternativas avaliadas o Estudo Ambiental deverá discutir a relação entre as macroalternativas e o *Plano de Manutenção da UHE*, visando a dragagem para desobstrução das estruturas vitais (Tomada d'Água, Vertedouros e Saída d'Água) para garantir a operação e segurança da UHE.

Poderá ser avaliada a viabilidade técnica e ambiental de procedimentos operacionais de lançamento paulatino e controlado dos rejeitos/sedimentos imediatamente a montante do barramento para jusante da UHE Risoleta Neves. Este procedimento somente poderá ser considerado se for comprovada a compatibilidade ecotoxicológica e geoquímica do material com o trecho receptor, bem como a manutenção da navegabilidade e dos usos diversos a jusante.

5.4. Avaliação Comparativa de Riscos Ambientais das Alternativas Tecnológicas e Locacionais

Para cada alternativa tecnológica e locacional avaliada, deve-se apresentar uma Análise Preliminar de Perigo (APP) Qualitativa visando subsidiar a análise comparativa da viabilidade ambiental das alternativas avaliadas. O foco desta análise deve recair sobre a identificação de impactos potenciais, devendo o Estudo:

- a. identificar os perigos intrínsecos de cada alternativa tecnológica e locacional (ex: vazamentos em transporte, dispersão de plumas de sedimentos/contaminantes, movimentação de massa etc.);
- b. identificar e espacializar, em escala adequada, as consequências e áreas vulneráveis/receptores (comunidades, corpos hídricos e áreas protegidas) potencialmente afetados;
- c. avaliar como eventos climáticos extremos (tempestades, cheias históricas ou secas prolongadas) podem comprometer a segurança das estruturas de manejo e a estabilidade dos rejeitos dispostos;
- d. indicar, de forma conceitual, as estratégias de resiliência previstas para mitigar os impactos potenciais.

5.5 Avaliação Preliminar das Alternativas Estudadas

A partir da avaliação preliminar dos impactos e riscos ambientais decorrentes de cada alternativa técnica e locacional, conforme previsto nos itens 5.1 a 5.4, a empresa deverá comparar e definir o escopo ótimo de cada macroalternativa, que serão consideradas, detalhadas, estudadas e comparadas nos itens posteriores.

6. Definição da Área de Estudo, Área Diretamente Afetada e Áreas de Influência

Estabelecer as Áreas de Estudo representativas para fins de levantamento de dados e diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico para as macroalternativas avaliadas. Essas definições devem considerar, no mínimo:

- a. Bacia de contribuição a montante: rios Piranga, Doce, do Carmo e Gualaxo do Norte (para caracterização de aportes de rejeitos/sedimentos);
- b. Reservatório e entorno: todo o espelho d'água do reservatório e áreas marginais associadas, incluindo a avaliação dos limites da área de influência na região da UHE Risoleta Neves e a inclusão ou exclusão de tributários potencialmente impactados;
- c. Trecho a jusante da UHE: extensão do Rio Doce, podendo incluir a região litorânea, considerando o potencial efeito a dispersão da pluma de turbidez e contaminantes (cenário de dragagem) *versus* o carreamento contínuo de sedimentos finos (cenário de manutenção), devendo ser tecnicamente justificada;
- d. Limites territoriais dos municípios diretamente afetados.

6.1. Área Diretamente Afetada (ADA)

Deverá ser evitada a alocação das ADME - Áreas de Disposição de Material Excedente (Pilhas e Bacias) em "Território não Impactado", visando garantir a segurança jurídica e o respaldo técnico necessários à avaliação das alternativas locacionais.

Definir e mapear a Área Diretamente Afetada (ADA) para cada macroalternativa avaliada. A ADA deve ser delimitada fisicamente pelas áreas de intervenção direta (ex.: canteiros, infraestruturas de bombeamento e transporte, áreas de dragagem, infraestrutura de transporte e vias de acesso, áreas de manejo, pré-secagem, desaguamentos e disposição), diferindo-se das Áreas de Influência Direta (AID) e indireta (AII) que serão definidas pela abrangência dos impactos.

6.2. Áreas de Influência

- a. Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos para cada macroalternativa de projeto, tendo por base a análise de impactos e os critérios socioambientais utilizados;
- b. Identificar, caracterizar, georreferenciar e mapear os elementos determinantes para as delimitações das áreas de influência em cada macroalternativa de projeto;
- c. Apresentar o mapeamento dos limites das áreas de influência para cada macroalternativa dos meios físico, biótico e socioeconômico.

Distinguir as áreas de influência como segue:

6.2.1. Área de Influência Direta (AID)

Área sujeita aos impactos diretos, reais ou potenciais durante todas as fases da atividade. A sua delimitação deverá ser em função do alcance dos impactos diretos de cada macroalternativa de projeto sobre as características socioeconômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem estudados e das particularidades do projeto, incluindo obras complementares, e estruturas auxiliares.

Para a ictiofauna, deve ser considerada Área de Influência Direta (AID): trecho do rio que inclua uma extensão mínima, a montante e a jusante da área a ser dragada, onde a modelagem realizada indique a ocorrência de ressuspensão de sedimentos. Além do trecho a ser dragado, incluir também os corpos hídricos passíveis de influência da deposição do material dragado.

6.2.2. Área de Influência Indireta (AI)

Área sujeita aos impactos indiretos, reais ou potenciais, durante todas as fases da atividade. A sua delimitação deverá ser em função do alcance dos impactos indiretos das macroalternativas sobre as características socioeconômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem estudados e das particularidades do projeto, incluindo obras complementares, tais como captação da água, estradas de acesso e alojamentos.

7. Diagnóstico Ambiental Integrado

7.1. Caracterização dos Meios Físico, Biótico e Socioeconômico

7.1.1. Diagnóstico Meio Físico:

7.1.1.1. Caracterização de Componentes Naturais

O Estudo deverá contemplar análises a respeito dos seguintes componentes do meio físico:

7.1.1.1.1. Geologia e Geomorfologia

Apresentar o mapeamento geológico atualizado (1:25.000 ou detalhamento compatível), incluindo:

- i. Litologias predominantes;
- ii. Estruturas geológicas relevantes (falhas, fraturas, dobramentos);
- iii. Delimitação e caracterização das unidades geomorfológicas;
- iv. Avaliação de processos erosivos e sedimentares naturais da bacia.

7.1.1.1.2. Pedologia

Apresentar o levantamento e mapeamento de solos para a AID com detalhamento para a ADA, em escala compatível, compreendendo: classificação taxonômica (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos) — até o 3º nível; profundidade, horizonte, textura, estrutura, densidade e porosidade;

7.1.1.1.3. Geoquímica de solos

- a. Apresentar a caracterização da qualidade do solo da ADA em conformidade com os critérios e padrões da Resolução CONAMA nº 420/2009 (este item destina-se a formar o *background* da área de deposição);
- b. Incluir, na caracterização, as substâncias que apresentaram risco em relação ao consumo no pescado e nos produtos agropecuários, tais como: arsênio inorgânico (III + V), bifenilas policloradas (PCB), bário, boro, chumbo, cianeto, cobre, cromo VI, magnésio, manganês, mercúrio, metilmercúrio, níquel, potássio, titânio e zinco;
- c. Determinar as propriedades físico-químicas do solo: pH, Capacidade de Troca Catiônica (CTC), saturação de bases, matéria orgânica, granulometria e teor de argila ativa.

7.1.1.1.4. Vulnerabilidade Geotécnica e Processos Erosivos

- a. Caracterizar o grau de vulnerabilidade geotécnica e suscetibilidade à erosão da Área Diretamente Afetada (ADA) e da Área de Estudo (AE), a partir da integração das informações geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrológicas, hidrogeológicas, climatológicas e do comportamento mecânico dos solos;
- b. Apresentar, para as áreas potencialmente indicadas à disposição de materiais, estudos geotécnicos específicos que avaliem a erodibilidade e a suscetibilidade ao colapso dos solos, especialmente em áreas de encosta e em solos de baixa capacidade de sustentação. Tais estudos devem analisar a estabilidade das pilhas e das estruturas de desaguamento propostas, considerando a ocorrência de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e prolongadas, e os consequentes riscos de instabilização, escorregamentos e falhas estruturais;
- c. Esses estudos devem ser complementados com a apresentação de mapas de riscos geotécnicos.

7.1.1.1.5. Hidrogeologia

- a. Identificar e espacializar, no contexto da área de estudo, os principais domínios e subdomínios geológicos; descrever os sistemas aquíferos; apresentar informações sobre as propriedades hidráulicas e hidrodinâmicas do ambiente subterrâneo (zonas vadosa e saturada); avaliar o potencial de aproveitamento de águas subterrâneas na região, com descrição da atual situação de aproveitamento dessas águas; identificar os tipos de recarga (direta, indireta, regional, local); mapear as áreas de recarga e descarga; e avaliar a vulnerabilidade dos sistemas subterrâneos (freático e profundo) à contaminação;
- b. Apresentar o(s) modelo(s) hidrogeológico(s) conceitual(ais) para a AID. É recomendável que esse(s) modelo(s) seja(m) apresentado(s) de forma descritiva e em bloco(s) diagrama(s) — 3D;
- c. Para as áreas com potencial de serem afetadas pelas soluções propostas, a exemplo da disposição de material e entorno do reservatório, os estudos hidrogeológicos devem ser embasados em informações detalhadas sobre litologia/petrografia, geologia estrutural, pedologia e geomorfologia, bem como na obtenção de dados *in situ* que permitam:
 - i. a caracterização e o mapeamento da piezometria dos aquíferos (freático e profundo), nas bacias da ADA (áreas de

disposição) e AID, incluindo o entorno do reservatório (Macroalternativa B). Na inexistência de pontos d'água (poços tubulares, poços rasos e nascentes) em número suficientes, deverão ser adotados poços ou furos de sondagens para avaliação do sistema subterrâneo;

ii. a caracterização físico-química e biológica das águas subterrâneas, a fim de obter a situação atual da qualidade dessas águas (*background*) na ADA e AID (áreas de disposição), incluindo o entorno do reservatório (Macroalternativa B);

iii. a caracterização das zonas vadasas (profundidade, tipo pedológico, condutividade hidráulica, permeabilidade) e saturada (tipo pedológico/litológico, estrutura, coeficiente de armazenamento e transmissividade);

iv. os estudos das áreas de recarga na área de estudo, com vistas ao mapeamento dessas, deverão ser embasados em critérios técnicos adequados (geomorfologia, geologia estrutural, pedologia, uso/ocupação), devendo, ainda, considerar os tipos (direta ou indireta) e as formas (local e regional);

v. o mapeamento do potencial hidrogeológico e da existência de estruturas de captação de água subterrânea nas bacias da ADA (áreas de disposição) e AID, incluindo o entorno do reservatório (Macroalternativa B);

vi. as avaliações das vulnerabilidades à contaminação para a ADA e AID deverão ser acompanhadas das descrições dos fatores que as condicionam, além da representação em mapas temáticos. As atividades envolvidas no projeto e que tenham potencial para tais condicionamentos devem ser consideradas.

7.1.1.1.6. Climatologia e Hidrologia

O Estudo deverá caracterizar o clima e as condições meteorológicas da área de estudo, contemplando a análise do comportamento sazonal e interanual das variáveis temperatura do ar, umidade relativa, evaporação, radiação solar e regime pluviométrico, bem como direção predominante e velocidade média dos ventos. As análises deverão considerar tendências associadas ao aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, com base em séries históricas de, no mínimo, 30 (trinta) anos, preferencialmente, constituídas por décadas completas, conforme recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), priorizando dados provenientes de estações meteorológicas localizadas na bacia hidrográfica da área de influência. Na ausência de dados locais, poderão ser utilizados registros da estação meteorológica mais próxima, desde que avaliada a influência das variações topográficas regionais.

Deve ser considerada a caracterização física da bacia de contribuição para alimentar os modelos hidrodinâmicos e sedimentológicos solicitados.

7.1.1.1.6.1. Climatologia (Foco em Eventos Críticos)

Levantar e tratar dados de precipitação e ventos de estações oficiais (INMET/ANA) representativas da área do reservatório e bacia de contribuição. O estudo deve gerar:

i. Curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência): Essenciais para modelar cenários de chuvas intensas que geram o carreamento de sólidos das margens e taludes expostos;

ii. Regime de Ventos (Rosa dos Ventos): Caracterizar a velocidade e direção predominante dos ventos na ADA (áreas de disposição) e AID, incluindo o entorno do reservatório (Macroalternativa B) e Fazenda Floresta.

7.1.1.1.6.2. Fluviometria e Vazões Sólidas

a. Consolidar as séries históricas de vazão e aporte de sedimentos dos principais tributários (Rio Piranga e Rio do Carmo), atualizando-as com dados de monitoramento pós-rompimento. O estudo deve apresentar:

i. Curvas de Permanência de Vazões: Definindo vazões médias, mínimas (Q7,10) e de cheia para os cenários de modelagem;

ii. Curvas-Chave de Sedimentos Atualizadas: Correlacionar Vazão Líquida (Q) x Concentração de Sedimentos Suspensos (Css) para estimar o balanço da carga sólida atual no reservatório, diferenciando períodos secos e chuvosos.

b. Definir estatisticamente as vazões de cheia para diferentes Tempos de Recorrência para subsidiar as simulações de: (i) assoreamento da tomada fossa escavada; (ii) remobilização massiva de contaminantes do leito (arraste de fundo) em eventos excepcionais; (iii) avaliação do alcance de eventual pluma a jusante.

7.1.1.2. Caracterização dos rejeitos/sedimentos e Qualidade da Água

Estas análises visam dimensionar e caracterizar de forma precisa os rejeitos/sedimentos contidos no reservatório. O objetivo é avaliar seus efeitos sobre a qualidade da água, a saúde humana, a biota aquática. Também subsidiará a avaliação da viabilidade técnica do manejo dos rejeitos/sedimentos (retirada ou manutenção), das alternativas de transporte, da disposição final e do potencial uso benéfico do material.

As análises devem considerar a legislação ambiental vigente, as limitações técnicas e as diretrizes do Acordo Judicial. A malha amostral adensada deverá contemplar toda a área do reservatório, com ênfase nos depósitos remanescentes de rejeitos/sedimentos contidos setores 3, 4, 6 e 8.1 atualmente submersos, bem como considerar a setorização atual do reservatório, delimitadas pelos barramentos metálicos A, B, C e a barragem da UHE (Figura 01).

permitindo avaliar eventual dragagem ou tratamento *in situ* seletivo.

7.1.1.2.4. Qualidade da Água e Ecotoxicologia

7.1.1.2.4.1. Caracterização e Dinâmica da Qualidade da Água e Sedimento

- a. Caracterizar e avaliar comparativamente a qualidade da água e do sedimento superficial mediante o levantamento e análise crítica dos dados históricos de monitoramento disponíveis (FEAM/SEMAD [UHE, Dragagem/Fazenda Floresta], IGAM, PMQQS, ANA, entre outros) e a obtenção de dados primários.
- b. Definir malha amostral expandida no reservatório para coleta de dados primários (água e sedimentos), incluindo, pelo menos, um ponto de monitoramento em cada compartimento na extensão do reservatório (entre barreiras metálicas e barramento);
- c. Incluir pontos de monitoramento superficiais a montante (Rio Piranga e Carmo), impactados e não impactados pelo rompimento, e a jusante (Rio Doce) da UHE, e principais tributários do reservatório;
- d. As coletas de água e sedimentos superficiais no reservatório devem ser concomitantes e em pontos coincidentes e devem contemplar três perfis de profundidade (Superfície, Meio e Fundo), em campanhas mensais, sincronizadas com o PMQQS, ao longo de pelo menos um ano hidrológico, devendo ser analisados, no mínimo, os parâmetros de interesse previstos no Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimento (PMQQS) e aqueles quantificados na caracterização da qualidade dos sedimentos;
- e. Incluir, na caracterização, as substâncias que apresentaram risco em relação ao consumo no pescado e nos produtos agropecuários, tais como: arsênio inorgânico (III + V), bifenilas policloradas (PCB), bário, boro, chumbo, cianeto, cobre, cromo VI, magnésio, manganês, mercúrio, metilmercúrio, níquel, potássio, titânio e zinco;
- f. Realizar a avaliação estatística dos dados de monitoramento, promovendo a estratificação das séries temporais e espaciais segundo, no mínimo, os seguintes critérios:
 - i. Recorte Temporal (Evento): Comparação entre os cenários pré-rompimento (antes de novembro/2015 - IGAM, FEAM/SEMAD) e pós-rompimento (IGAM, FEAM/SEMAD e PMQQS);
 - ii. Sazonalidade Hidrológica: Distinção entre períodos de estiagem e chuvoso, correlacionando os dados com as vazões afluentes, destacando os eventos extremos registrados;
 - iii. Condição Operacional (Intervenção): Comparação entre períodos com atividade efetiva de dragagem e/ou manejo de rejeitos dentro do reservatório e períodos sem intervenção;
 - iv. Cota do Lago: Avaliação da influência do nível do reservatório na qualidade da água, segregando dados do reservatório em cota normal (cheio) e rebaixado;
 - v. Análise Espacial: Comparação entre pontos a montante e a jusante do barramento da UHE, bem como entre tributários impactados (Rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce) e não impactados (Rio Piranga - *background* regional)."
- g. A avaliação dos resultados deve empregar análises estatísticas e cálculos de balanço de massa para:
 - i. Isolar a influência do reservatório na qualidade da água (análise comparativa afluente vs. defluente);
 - ii. Verificar a existência de alterações estatisticamente significativas na qualidade da água (no reservatório e a jusante) correlacionadas aos períodos de manejo/dragagem e às variações da cota operacional (nível normal vs. rebaixado);
 - iii. Determinar, através do cálculo de carga de sedimentos e poluentes (entrada vs. saída), se o reservatório atua predominantemente como retentor (depurador) ou exportador (fonte/ressuspensão) para o trecho de jusante, considerando os efeitos da sazonalidade e outros aspectos necessários.

7.1.1.2.4.2. Dinâmica de Nutrientes, Eutrofização e Geoquímica

O estudo deverá investigar, em detalhe, os processos biogeoquímicos do reservatório, considerando os dados de caracterização dos rejeitos/sedimentos e, quantificar a interação entre a coluna d'água e o rejeitos/sedimentos (interface água-sedimento), cumprindo os seguintes requisitos:

- a. Investigar, considerando a caracterização detalhada dos rejeitos/sedimentos do reservatório, a perda da capacidade de autodepuração do reservatório devido ao "selamento" do leito por sedimentos finos;
- b. Caracterizar o equilíbrio químico (ácido-base e oxirredução) em perfis verticais, considerando a sazonalidade;
- c. Apresentar avaliação quantitativa da Carga Interna de Nutrientes, determinando experimentalmente as taxas de liberação de Nitrogênio (N) e Fósforo (P) dos rejeitos/sedimentos para a coluna d'água sob condições diferentes de pH e potencial de oxirredução (Eh) representativas das condições de fundo do reservatório. Comparar a Carga Interna com a Carga Externa (aporte afluente da bacia/esgoto do Rio Doce) visando identificar a fonte controladora da produção primária atual em diferentes sazonalidades;
- d. Modelar os efeitos das oscilações de pH induzidas pela atividade biológica sobre a solubilidade e dessorção de metais tóxicos contidos nos rejeitos/sedimentos no reservatório;
- e. Analisar a correlação entre a disponibilidade de nutrientes (N:P) identificada e os eventos de floração de cianobactérias e expansão de macrófitas, conforme registro levantado durante vistoria (Relatório de Vistoria nº 3/2025-ULA-MG/Ditec-MG/Supes-MG - SEI 24957138);
- f. Avaliar se a proliferação de macrófitas atua como mecanismo de fitorremediação (absorção de metais) ou apenas como bioacumulação temporária. Caso confirmada a absorção, apresentar diretrizes técnicas para o manejo e colheita da biomassa, a fim de evitar a ciclagem destes elementos no reservatório.

7.1.1.2.4.3. Ecotoxicologia e Bioacumulação

- a. Realizar ensaios ecotoxicológicos agudos e crônicos visando classificar o material depositado conforme critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 454/2012. Os ensaios devem ser realizados para as amostras cuja caracterização química ultrapassar os limites do Nível I da referida Norma (no mínimo, em três perfis das sondagens). A amostragem deve respeitar a estratificação vertical (perfis), sendo expressamente proibida a composição de amostras (amostras compostas);
- b. Estimar o potencial de toxicidade do material considerando os cenários de exposição previstos (dragagem e disposição), utilizando organismos-teste padronizados pelas normas ABNT ou ISO vigentes, garantindo a representatividade dos seguintes compartimentos: (1) toxicidade da fase sólida (contato direto) utilizando organismos bentônicos e; (2) toxicidade da fase líquida (água intersticial e elutriado) utilizando organismos de diferentes níveis tróficos (ex.: produtores primários e consumidores primários) para avaliação da coluna d'água. Nesta etapa, deve-se distinguir a toxicidade química da toxicidade atribuída a efeitos físicos (sólidos em suspensão). Nos ensaios para avaliação ecotoxicológica, considerar utilizar a alga *Raphidocelis subcapitata*, a adição de espécies nativas como organismos-teste. Para avaliação da qualidade de sedimentos solicita-se a utilização combinada de organismos-teste (gênero *Chironomus*, gênero *Hyallela*). O uso de espécies nativas poderá ser empregado somente se existirem protocolos de ensaios validados e padronizados;
- c. Executar a Avaliação da Identificação da Toxicidade - TIE (*Toxicity Identification Evaluation*) para identificar o agente causador nos casos em que for verificada toxicidade (aguda ou crônica) em amostras classificadas acima do Nível II (quimicamente), conforme Resolução CONAMA n.º 454/2012. Avaliar a implementação de refinamento nos processos de avaliação de toxicidade (TIE), visando obter resultados mais conclusivos sobre a ecotoxicidade;
- d. Realizar avaliação dos resultados por meio do emprego de tratamento estatístico e geoestatístico para fundamentar a análise de risco ambiental dos rejeitos/sedimentos. O estudo deve promover a segregação espacial entre células de menor relevância e *hotspots* de contaminação, a fim de orientar as estratégias de manejo;
- e. A classificação ecotoxicológica resultante deste escalonamento deverá ser integrada aos seguintes produtos do estudo:
 - i. Mapa de Sensibilidade Ambiental: servirá como camada para a definição de áreas prioritárias (*hotspots*) para eventual intervenção (Itens 5.1 e 5.2);
 - ii. Critérios de Decisão: a presença de toxicidade aguda ou crônica acima dos níveis de referência em *hotspots* constituirá um critério gerencial crítico para as macroalternativas de remoção (A1, A2) ou na determinação dos pesos relativos para a macroalternativa B (manutenção *in situ*), na Avaliação Comparativa (Item 11).

7.1.1.3. Dinâmica Sedimentar e Dragagem

7.1.1.3.1. Batimetria e Morfologia do Reservatório

- a. Caracterizar o comportamento hidrossedimentológico e a evolução morfológica do reservatório, estabelecendo o balanço de massa (aporte *versus* descarga) e as taxas de assoreamento nos compartimentos delimitados pelas barreiras/barragem. Esta análise deve ser realizada por meio de modelagem morfológica, atualizada com dados batimétricos e de transporte de sedimentos recentes, permitindo a representação das variações espaciais dos depósitos. O modelo deve contemplar análises comparativas entre levantamentos batimétricos históricos (pré e pós-rompimento) e dados atuais, quantificando as alterações no leito desde o início operacional da UHE, ocorrido em 07/09/2004, e estimando a evolução do volume assoreado ao longo do tempo. Os resultados devem ser reportados para cenários de vazão média, sazonalidade e eventos hidrológicos extremos. Para a predição de cenários futuros, utilizar séries estocásticas (alinhadas aos estudos hidrossedimentológicos já realizados na bacia do rio Doce), visando subsidiar a avaliação das macroalternativas de manejo e identificar a dinâmica de saturação dos compartimentos;
- b. Investigar, com base no cruzamento dos resultados da caracterização ampliada dos rejeitos/sedimentos e os levantamentos topobatimétricos históricos, se houve o deslocamento do sedimento natural de fundo original durante a passagem da onda de rejeitos em 2015, verificando sua eventual substituição por material oriundo do desastre, conforme suas características química, ecotoxicológica e física.

7.1.1.3.2. Estudos de Dragagem

- a. Avaliar e comparar a viabilidade técnica e ambiental dos cenários de dragagem ambiental em lâmina d'água com aqueles que utilizam técnicas de isolamento hidráulico (como enscadeiras metálicas ou estacas-prancha com drenagem da área). A avaliação deve quantificar a eficácia do isolamento em: (i) mitigar o aporte de novos sedimentos para o ponto de dragagem; (ii) reduzir a umidade do material dragado, otimizando etapas posteriores de deságue e transporte; e (iii) conter a dispersão da pluma de turbidez e contaminantes. A análise, fundamentada em modelagem e em experiências prévias, deve gerar um produto conclusivo sobre a otimização operacional e a redução de impactos associada a cada método, subsidiando a escolha da técnica no âmbito das macroalternativas de remoção (Itens 7.1 e 11);
- b. O estudo deve avaliar se as tecnologias de remoção dos rejeitos/sedimentos consideradas são capazes de remover o material alvo da atividade, frente às taxas de aporte de novos sedimentos e as respectivas taxas de remoção otimizadas tecnologicamente;
- c. Caracterizar os materiais pós-ruptura depositados nas áreas de extracalha a montante e a jusante (AID) da UHE e apresentar:
 - i. o mapeamento da distribuição das deposições;
 - ii. a composição mineralógica e geoquímica;
 - iii. a avaliação sobre a evolução dos trabalhos voltados à estabilização dos materiais;
 - iv. a avaliação do potencial de arraste do material em cenários de enchentes, seguida da avaliação do potencial de mobilidade de metais em função dos equilíbrios químicos.

7.1.1.4. Qualidade do Ar e Ruído

- a. Realizar a caracterização ambiental, considerando a AID das macroalternativas, através de monitoramento trimestral da qualidade do ar, envolvendo, obrigatoriamente, o entorno do reservatório e da Fazenda Floresta, e das áreas de disposição definidas para as macroalternativas de remoção. O monitoramento, a ser executado por, no mínimo, um ano, deverá contemplar

os parâmetros previstos na Resolução CONAMA nº 506/2024, ou norma que vier a substituí-la, bem como na Deliberação Normativa COPAM nº 248/2023, prevalecendo os critérios mais restritivos para caracterização da qualidade do ar. O monitoramento também deverá ser capaz de responder se os potenciais receptores estão sujeitos à inalação de finos de rejeitos/sedimentos e contaminantes associados oriundos do entorno do reservatório/rio e Fazenda Floresta, caso MP10 e MP2,5 ultrapassem os limites legais, considerando:

- i. Áreas com residências afetadas por vias vicinais, sobretudo aquelas utilizadas durante a dragagem de manutenção e que são atualmente umectadas com água do reservatório para abatimento de poeira;
- ii. Áreas com registros de residências com acúmulo de finos de minério nos telhados, conforme registrado em reunião pública em Rio Doce/MG;
- iii. Áreas com residências eventualmente afetadas por bancos de rejeitos/sedimentos expostos ao ar formados no reservatório, conforme identificado em vistoria ao reservatório.

b. Realizar a caracterização ambiental da AID através de monitoramento trimestral de ruído e vibrações, envolvendo obrigatoriamente o entorno do reservatório e da Fazenda Floresta, das vias de acesso que eventualmente possam ser utilizadas e as áreas de disposição definidas para as macroalternativas de remoção. Para a realização das medições, deverão ser seguidas as diretrizes da norma ABNT NBR 10151:2019 e a definição da malha amostral deverá ser devidamente justificada e georreferenciada, considerando obrigatoriamente os receptores sensíveis da AID de cada macroalternativa. O monitoramento deverá ser realizado por, no mínimo, um ano.

7.1.2. Diagnóstico Meio Biótico

O diagnóstico dos ecossistemas terrestres e aquáticos, das áreas protegidas e a análise da paisagem deverão ser conduzidos de forma a prover um panorama representativo da biodiversidade nas áreas de estudo. Devem ser consideradas a composição das comunidades biológicas, os habitats, os padrões espaciais e temporais, e as principais interações e funções ecossistêmicas passíveis de alteração pelas diferentes macroalternativas de manejo dos rejeitos/sedimentos.

7.1.2.1. Ecossistemas Terrestres

7.1.2.1.1. Análise de Paisagem

Os estudos relativos à paisagem deverão fornecer as informações necessárias para a avaliação das possíveis perdas de habitat e das alterações adversas na conectividade estrutural e funcional associadas aos arranjos alternativos de manejo do material depositado no reservatório.

a. Mapeamento e caracterização da paisagem

- i. Mapear as manchas de habitat natural remanescente e os elementos da matriz antrópica na(s) área(s) diretamente afetadas (ADA) e de influência direta (AID) e indireta (AII) de cada macroalternativa, utilizando bases cartográficas e de uso e cobertura do solo oficiais (ex.: MapBiomias, IBGE, ANA, ICMBio) ou produtos equivalentes com resolução mínima de 10 a 30 metros;
- ii. O mapeamento deverá identificar fragmentos de vegetação nativa (florestal e não florestal), áreas de pastagem, agricultura, solo exposto e zonas urbanizadas, corpos d'água, APP's e outras áreas protegidas existentes, corredores ecológicos potenciais ou existentes.

b. Análise de conectividade estrutural

- i. Avaliar a conectividade estrutural com base na disposição espacial dos fragmentos de vegetação natural, considerando métricas básicas de ecologia da paisagem, obtidas por meio de análise espacial;
- ii. Incluir, no mínimo: tamanho e forma dos fragmentos (área e perímetro); distância euclidiana mínima entre fragmentos (m); Índice de proximidade entre manchas (PROX); densidade de bordas (ED) e área de núcleo (CORE), com faixa de borda de 100 m; Incremento de bordas (%) e perda de área de núcleo (%) entre o estado atual e cada macroalternativa de manejo dos rejeitos/sedimentos;
- iii. Apresentar mapas temáticos evidenciando a configuração atual da paisagem e as mudanças esperadas em cada cenário (manter, remover parcialmente ou remover totalmente o material).

c. Análise de conectividade funcional

- i. Avaliar a conectividade funcional com enfoque em espécies de fauna ameaçadas, endêmicas ou raras registradas nos estudos existentes ou apontadas como indicadores de qualidade de habitat;
- ii. Aplicar zonas de distância euclidiana para estimar o grau de isolamento e conectividade funcional, utilizando diferentes intervalos de referência, a serem ajustados conforme a ecologia das espécies consideradas;
- iii. A análise deverá indicar áreas atualmente conectadas e fragmentos isolados, efeitos esperados na conectividade em cada cenário de intervenção e áreas de conectividade residual e zonas potenciais para restauração.

d. Permeabilidade da matriz e fragmentação

- i. Avaliar a permeabilidade da matriz de forma qualitativa e quantitativa, considerando o grau de resistência das diferentes classes de uso e cobertura ao deslocamento da fauna;
- ii. A classificação mínima recomendada deve adotar a seguinte classificação mínima para a permeabilidade da matriz, utilizando uma escala de 0 a 1:
 - Atribuir valores entre 0,9 e 1,0 (Alta permeabilidade) para áreas de vegetação nativa contínua;
 - Atribuir valores entre 0,8 e 0,9 (Alta a moderada) para APP's e formações ripárias;
 - Atribuir valores entre 0,4 e 0,7 (Moderada a baixa) para áreas de pastagem e agricultura e;

- Atribuir valores entre 0,1 e 0,3 (Baixa permeabilidade) para áreas de solo exposto e zonas urbanas.

iii. Identificar áreas de alta resistência (barreiras potenciais) e corredores de permeabilidade elevada, sugerindo medidas de mitigação e conectividade compensatória (ex.: reflorestamento, passagens de fauna, manutenção de faixas ripárias).

e. Produtos esperados

Os produtos mínimos a serem entregues são:

- Mapa de Uso e Cobertura do Solo, identificando as manchas de habitat natural e a matriz antrópica, em formatos Raster (resolução 10–30 m) e PDF;
- Mapa de Conectividade Estrutural em formato vetorial (GPKG ou *Shapefile*), contendo fragmentos, distâncias euclidianas e índices PROX, CORE e ED;
- Mapa de Conectividade Funcional (Raster e PDF), detalhando zonas de conectividade (buffers de 20 a 500 m) e áreas de isolamento;
- Mapa de Permeabilidade da Matriz (Raster com legenda normalizada), aplicando a classificação de 0 a 1 conforme o uso/cobertura;
- Tabela Comparativa entre Cenários (PLAND, ED, CORE, PROX e incrementos de borda) consolidando as métricas calculadas e disponibilizando-a em formato de planilha editável (XLSX ou CSV);
- Nota Técnica de Síntese em formato de texto (DOCX ou PDF), contendo a interpretação detalhada dos resultados obtidos e as respectivas recomendações de mitigação e restauração ecológica;

Os resultados deverão permitir identificar mudanças esperadas na continuidade e fragmentação da paisagem entre cenários, efeitos potenciais sobre a mobilidade da fauna e a manutenção dos fluxos ecológicos e áreas prioritárias para mitigação, compensação e restauração ecológica.

O relatório deverá incluir uma análise comparativa entre o estado atual e os cenários propostos, indicando ganhos e perdas de conectividade, incremento de bordas e perda de área de núcleo, com justificativas técnicas e cartográficas.

Recomenda-se o uso de métricas básicas de ecologia da paisagem calculadas por meio de distância euclidiana direta, sem necessidade de modelagens complexas de custo-resistência, dada a natureza exploratória e comparativa deste estudo.

7.1.2.1.2 Flora

- Caracterizar e quantificar os usos do solo e as fitofisionomias existentes na área de estudo, identificadas na análise da paisagem, apresentando análise crítica do estado de conservação dos fragmentos existentes, incluindo aqueles já submetidos a algum tipo de alteração, caracterizando o estágio sucessional das formações vegetacionais;
- Apresentar o levantamento florístico e das fitofisionomias nativas campestres e florestais ocorrentes na (Área de Estudo). Indicar as espécies dominantes, bioindicadoras, de importância econômica ou de uso nobre ou tradicional, bem como as espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção, conforme listas oficiais, ou protegidas por legislação específica, bem como as de interesse conservacionista e comercial na Área de estudo. Se ocorrentes, deverá ser apresentada análise quanto ao risco de sobrevivência *in situ* de espécie oficialmente ameaçada;
- Apresentar, caso aplicável, o Levantamento fitossociológico e Inventário Florestal no Sinaflor para subsidiar concessão de Autorização de Supressão de Vegetação;
- Quantificar, para a ADA e AID das macroalternativas, todas as Áreas de Preservação Permanente e reservas legais, descrevendo seu percentual, grau de conservação e *status* legal (situação no CAR);
- Identificar a existência de Unidades de Conservação municipais, estaduais ou federais e de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na Área de Estudo;
- Quantificar para a ADA em cada macroalternativa de projeto avaliada, as intervenções previstas em diferentes usos do solo, distinguindo os quantitativos de intervenção em áreas de preservação permanente e em formações florestais/campestres nativas, distinguindo-os por fitofisionomia e estágios sucessional;
- Indicar a existência, na Área de Estudo ou mesma microbacias do projeto, de áreas passíveis de serem destinadas às medidas compensatórias pela intervenção em APP e pela supressão de vegetação.

7.1.2.1.3. Fauna Terrestre

- Apresentar a consolidação de dados de diagnóstico/monitoramento de fauna terrestre levantados desde o rompimento da barragem de Fundão para a área de estudo proposta no estudo de manejo dos rejeitos/sedimentos da UHE Risoleta Neves, indicando lacunas de conhecimento em relação aos grupos faunísticos;
- Na inexistência de dados secundários sobre todos os grupos de vertebrados terrestres obtidos na(s) área(s) de estudo definida(s) para o projeto de manejo dos rejeitos/sedimentos, deverá ser realizado o levantamento e caracterização da fauna terrestre (entomofauna indicadora, herpetofauna, avifauna e mastofauna - mamíferos voadores e não-voadores) por meio de dados primários, com especial atenção às espécies terrestres e semiaquáticas associadas à borda do reservatório;
- A coleta de dados primários deverá ser realizada em levantamentos ao longo de um ciclo hidrológico, que contemplem duas campanhas nas estações seca e duas nas estações chuvosa e incluir a diversidade de habitats da área de estudo, inclusive as áreas de uso antrópico;
- O estudo deverá apresentar os resultados do inventário qualitativo e quantitativo para avaliação da riqueza, abundância e composição das espécies pertencentes aos grupos taxonômicos de interesse;
- Analisar a diversidade específica da fauna por meio de índices de diversidade, equabilidade e similaridade;

- f. Para cada grupo biológico estudado para a fauna terrestre, o estudo equivalente deverá descrever os critérios utilizados para a definição do esforço amostral e detalhar os métodos de amostragem. A suficiência amostral deverá ser comprovada para todos os grupos biológicos por meio de curvas de rarefação de espécies (curva do coletor) com IC de 95%;
- g. Mapear a ocorrência e a distribuição espacial de espécies que possuam status de conservação especial, incluindo aquelas consideradas endêmicas, raras, migratórias e ameaçadas de extinção, em conformidade com as listas oficiais em vigor, como a Deliberação Normativa COPAM nº147/2010; Portaria MMA nº 148/2022, e as classificações da International Union for Conservation of Nature (IUCN) e da *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES);
- h. O diagnóstico deverá incorporar o conhecimento ecológico das comunidades residentes na área de estudo, obtido por meio de entrevistas ou reuniões com atores específicos ou associações da sociedade civil;
- i. O estudo deverá apresentar seleção de bioindicadores de alterações ambientais, considerando a biota terrestre;
- j. Apresentar a lista de espécies da(s) área(s) de influência por meio de tabelas contendo, no mínimo, as seguintes colunas: família, espécie (nome científico), nome Popular, tipo de registro (dado primário ou dado secundário), unidade amostral, status de conservação (nacional, estadual e internacional) e fonte da informação;
- k. Apresentar mapa de sensibilidade faunística, sobreposto ao arranjo físico da área de estudo, em escala compatível, contendo, no mínimo: a distribuição das espécies ameaçadas, endêmicas e raras na região; os sítios reprodutivos críticos; áreas de abrigo e forrageio; áreas de dessedentação; áreas utilizadas por espécies migratórias, se houver, e possíveis corredores ecológicos;
- l. Apresentar, para o monitoramento da biota, o Plano de Trabalho para emissão de Autorização de Captura, Coleta, e Transporte de Material Biológico - Abio.

7.1.2.2. Ecossistemas Aquáticos

7.1.2.2.1. Biota aquática

- a. Caracterizar as comunidades hidrobiológicas (plâncton, macroinvertebrados bentônicos, perífiton e macrófitas aquáticas), por meio de dados primários e secundários, considerando as fases pré e pós-rompimento e os compartimentos entre os barramentos metálicos A, B e C, na All, AID e ADA (neste caso, se houver possibilidade de interferência em corpos hídricos);
- b. Realizar o mapeamento, classificação e caracterização dos ecossistemas lóticos e lênticos na área de influência, destacando suas características bióticas e abióticas principais;
- c. Incluir na caracterização dos pontos amostrais, no mínimo: tipo de corpo d'água (lótico ou lêntico); estado de conservação (baseado na qualidade da água); enquadramento (CONAMA 357/2005); morfometria (profundidade, largura/perímetro, área); tipo de substrato e coordenadas geográficas;
- d. Apresentar gráficos climatológicos do ano hidrológico amostrado comparados à série histórica regional;
- e. Avaliar a comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Risoleta Neves, identificando riqueza, abundância, densidade e distribuição espacial e temporal. Deve-se correlacionar estes dados com as flutuações sazonais das condições físico-químicas da água e dos rejeitos/sedimentos e avaliar eventuais alterações em decorrência do acúmulo de rejeitos/sedimentos, pós reenchimento do reservatório;
- f. Avaliar a presença de contaminantes nos tecidos das macrófitas aquáticas ocorrentes no reservatório;
- g. Apresentar a seleção de bioindicadores de alterações ambientais, considerando a biota aquática;
- h. Apresentar o mapeamento dos pontos de coleta e a análise integrada dos resultados de qualidade da água (análises físico-químicas e comunidades hidrobiológicas) e ictiofauna. As variáveis físico-químicas da água deverão ser coletadas nos mesmos pontos da coleta das comunidades aquáticas e, serem utilizadas na discussão dos resultados.

7.1.2.2.2. Ictiofauna

- a. Caracterizar a ictiofauna (dados primários e secundários) considerando as fases pré e pós-rompimento e os compartimentos entre os barramentos metálicos A, B e C, na ADA, AID, All e áreas previstas para destinação de material dragado (neste caso, se houver interferência em corpos hídricos);
- b. Identificar espécies de importância ecológica, ameaçadas, endêmicas, migradoras e de interesse socioeconômico/cultural, espécies exóticas e invasoras;
- c. Avaliar a dinâmica reprodutiva dos peixes, quanto à distribuição espacial e temporal;
- d. Avaliar a integridade dos ovos e larvas, especialmente das espécies migradoras;
- e. Apresentar a consolidação de dados de bioacumulação de contaminantes levantados no PMBA da bacia do rio Doce e discutir os resultados apontando implicações esperadas para a biota e populações humanas na região do reservatório de UHE Risoleta Neves;
- f. Apresentar estudos complementares de bioacumulação e biomagnificação de contaminantes (ex. Metais pesados, HPAs, PCBs) oriundos do desastre na ictiofauna associada à UHE Risoleta Neves. A escolha dos grupos de ictiofauna que serão avaliados deve ser a mais abrangente possível, escolhendo amostra variada de espécies com diferentes hábitos alimentares e posição na estrutura trófica;
- g. Para a obtenção de dados primários, devem ser previstos, no mínimo, o seguinte conjunto de pontos de coleta:
- i. Ponto Controle (a montante): Fora da influência da pluma de sedimentos;
 - ii. Pontos nas ADA, AID e All: Múltiplos pontos dentro e no entorno imediato da área de dragagem. Pontos em tributários que desaguem nas ADA, AID e All;
 - iii. Pontos a Jusante: Ao longo da área estimada para a dispersão prevista dos sedimentos, o que precisa ser tecnicamente justificado. Pontos em tributários que desaguem na área.

h. Metodologia de amostragem:

- i. O estudo deve abranger campanhas mensais em um período de 13 (treze) meses;
- ii. Utilizar um conjunto de metodologias de coleta que permita amostrar a maior parte dos grupos de ictiofauna nos diferentes habitats presentes (canal principal, margens, praias etc.) – redes de emalhar (várias malhas), tarrafas, espinhéis, redes de arrasto, puçás, pesca elétrica etc;
- iii. O esforço de coleta deve ser padronizado.

i. Parâmetros coletados:

- i. Identificação taxonômica
- ii. Dados biométricos de cada indivíduo capturado (quando possível) – comprimento total e padrão, sexo, biomassa, estágio de maturação gonadal e conteúdo estomacal;
- iii. Amostras de tecido muscular e do fígado para análise de contaminantes (metais pesados, HPAs etc.), coletadas de indivíduos de espécies de importância para a pesca e de diferentes hábitos alimentares;
- iv. Parâmetros físico-químicos da água no ponto de amostragem e na hora da coleta.

j. Análise de dados:

- i. Estrutura da comunidade e estimativa de índices ecológicos (diversidade, equitabilidade, riqueza, dominância, abundância);
- ii. Captura por unidade de esforço em número de indivíduos (CPUEn) e biomassa (CPUeB) total e das principais espécies;
- iii. Análise espacial (entre pontos de coleta), sazonal e temporal dos parâmetros utilizando métodos estatísticos, preferencialmente multivariadas;
- iv. Apresentar análise comparativa de dados da ictiofauna da área de influência da UHE Risoleta Neves disponíveis antes e após o rompimento da barragem de Fundão;
- v. Utilizar dados taxonômicos atualizados nos estudos de ictiofauna;
- vi. Considerando que na região da bacia do rio Doce, objeto deste TR, vem sendo realizados diversos levantamentos e monitoramentos, poderão ser utilizados dados secundários provenientes destes estudos referentes à área de influência do projeto, caso atuais ou de grande relevância, com vistas ao atendimento do solicitado para a ictiofauna.

7.1.3. Diagnóstico Meio Socioeconômico

O Estudo Ambiental deve integrar o conhecimento técnico à realidade social local, assegurando participação qualificada, transparência e justiça distributiva para subsidiar uma decisão tecnicamente fundamentada e socialmente justa.

7.1.3.1. Escopo e objetivos

O diagnóstico socioeconômico deverá:

- a. Caracterizar modos de vida, vulnerabilidades sociais e usos múltiplos do reservatório e áreas de influência, antes e depois do rompimento da barragem de Fundão;
- b. Identificar cadeias produtivas e serviços ecossistêmicos associados, caracterizando suas dinâmicas antes e depois do rompimento;
- c. Levantar percepções de risco e aceitabilidade social frente aos três cenários;
- d. Integrar informações com os componentes físico, biótico e de saúde, subsidiando o processo de avaliação das macroalternativas prevista no item 11 do TR.

7.1.3.2. Abordagem metodológica

Adotar uma abordagem participativa, interdisciplinar e comparativa entre cenários, estruturada em três eixos principais:

7.1.3.2.1 Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSAP)

O DSAP (Diagnóstico Socioambiental Participativo) deverá contemplar:

- a. Plano de engajamento e consentimento informado, com garantia de transparência, proteção de dados pessoais, participação de grupos vulneráveis e devolutiva acessível à população;
- b. Técnicas principais: mapeamento social, oficinas de cenários futuros, cartografia participativa de riscos, caminhadas de campo (transectos), grupos focais e entrevistas com informantes-chave;
- c. Produtos: (i) mapa de *stakeholders*; (ii) inventário de valores de uso e não uso; (iv) diagnóstico de prioridades comunitárias por cenário;
- d. Percepção de risco: levantamento da percepção de risco à saúde da população em relação às macroalternativas de manutenção *in situ* e remoção/disposição;
- e. Engajamento: apresentar métricas de "Adesão e Participação Social".

7.1.3.2.2 Linha de base socioeconômica

Deverá incluir indicadores quantitativos e qualitativos, desagregados por município e comunidades, tais como:

- a. renda e emprego formal/informal associados ao reservatório;
- b. esforço e captura da pesca artesanal;

- c. consumo de pescado (kg/pessoa/mês);
- d. usos da água pela população na AID;
- e. caracterização das atividades com contato primário com o rio/reservatório;
- f. frequência de uso recreativo e dispêndios com saúde;
- g. percepção de risco (escala Likert);
- h. aceitabilidade social e distribuição de ônus/benefícios;

7.1.3.2.3 Avaliação de Potenciais Impactos à Saúde

Com base nos levantamentos realizados no diagnóstico ambiental e, sem prejuízos a outros estudos e informações socioambientais realizados na bacia, o Estudo Ambiental deverá buscar contemplar os aspectos da metodologia de Avaliação de Impacto à Saúde - AIS ^[1] com destaque para:

- a. Características gerais da população, existência de populações tradicionais, incluindo os grupos em situação de maior vulnerabilidade, como crianças, gestantes, idosos, e como a saúde e o bem-estar são percebidos por diferentes grupos e comunidades subsidiado pelo DSAP.
- b. Acesso a serviços e estabelecimentos de saúde, e a capacidade de suporte (infraestrutura, número de leitos, profissionais de saúde etc), incluindo as formas de abastecimento de água e respectiva qualidade da água para consumo humano, por meio dos dados do Sisagua ou PMQACH, quando couber.
- c. Identificar e selecionar os contaminantes de interesse à saúde, e os resultados obtidos nos estudos (caracterização dos rejeitos/sedimentos, da qualidade da água, monitoramentos da Fazenda Floresta, modelagens de dispersão, bioacumulação na biota etc);
- d. Identificar as fontes de exposição aos contaminantes no ambiente (rejeitos/sedimentos no reservatório, no rio, nas áreas de disposição), mecanismos de transporte e respectivas vias de exposição (ingestão de água, consumo de alimentos irrigados e pescado, inalação, contato dérmico) para cada macroalternativa.

7.1.3.3. Indicadores socioeconômicas

O estudo deverá propor e aplicar um conjunto estruturado de critérios e indicadores socioeconômicos, com respectivos parâmetros de desempenho, para integração na análise comparativa das macroalternativas.

Os critérios e indicadores deverão ser definidos de modo a permitir a avaliação objetiva, comparável e rastreável das tendências dos efeitos socioeconômicos associados a cada macroalternativa, por meio de amostra representativa das comunidades impactadas, baseada em critérios estatísticos, contemplando, no mínimo, as seguintes dimensões:

1. Usos múltiplos e serviços do território:
 - a. Situação de balneabilidade e disponibilidade de águas próprias;
 - b. Indicadores de uso produtivo dos recursos naturais, incluindo CPUE (captura por unidade de esforço);
 - c. Indicadores de renda associados aos usos do território.
2. Economia Local
 - a. Indicadores da dinamização/recessão da econômica local incluindo métricas de Retorno Econômico Local – REL;
 - b. Avaliação de geração, manutenção ou perda de atividades econômicas associadas ao território (mensuráveis e comparáveis por indicadores previamente definidos);
 - c. Capacidade de indução de cadeias produtivas locais (devem ser expressos por indicadores mensuráveis e comparáveis, previamente definidos).
3. Equidade
 - a. Índice de distribuição de benefícios e ônus entre grupos sociais e territoriais;
 - b. Percentual de demandas comunitárias incorporadas (DSAP);
 - c. Identificação de grupos mais afetados ou beneficiados por cada macroalternativa (percentual de impacto por grupo, saldo benefício/ônus por grupo).
4. Percepção e confiança
 - a. Indicadores de aceitabilidade social das macroalternativas, mensurados como percentual de respostas favoráveis obtidas por instrumento estruturado.
 - b. Índice de confiança institucional, mensurado por instrumento estruturado em escala padronizada;
 - c. Evidências de legitimidade social do processo decisório, baseadas em critérios objetivos de participação, transparência e resposta às demandas sociais.
5. Saúde Pública
 - a. Percentual de domicílios com água tratada;
 - b. Potenciais vias de exposição para cada macroalternativa;
 - c. Percentual de impactos à saúde classificados como significativos.

7.2. Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental

Após os diagnósticos setoriais deverá ser elaborada uma síntese que caracterize a área do projeto de forma global.

A análise deverá conter a interação dos componentes de maneira a caracterizar as principais inter-relações dos meios físico, biótico e socioeconômico e deverá debruçar-se sobre as questões significativas relacionadas aos fatores socioambientais diagnosticados e suas possíveis interações.

Destaque deverá ser dado aos processos ecológicos e sociais que poderão ser afetados.

A análise deverá resultar na identificação de áreas de maior vulnerabilidade e sensibilidade socioambiental, com a finalidade de subsidiar, junto com a verificação dos aspectos ambientais relacionados à macroatividade, a identificação dos impactos, sua magnitude e significância.

Dentre outros elementos de análise, deverão ser considerados:

- Os planos e projetos de desenvolvimento regional;
- O zoneamento ecológico-econômico;
- As áreas protegidas.

A análise integrada deverá possibilitar a produção de mapas de integração, com identificação de pontos ou áreas de vulnerabilidade, sensibilidade ambiental e possíveis restrições da região estudada.

Todos os estudos e análises integradas deverão contar com ferramentas de geoprocessamento, como imagens de satélite e dados sistematizados para Sistema de Geográficas.

8. Avaliação de Impacto Ambiental

A identificação, quantificação e valoração dos impactos devem ser realizadas de forma integrada, utilizando obrigatoriamente como base os dados primários e secundários obtidos, as modelagens, as avaliações socioambientais e de riscos e os detalhamentos de engenharia solicitados neste Termo de Referência. O objetivo é garantir que a avaliação dos impactos identificados (físicos, bióticos, socioeconômicos e riscos) seja tecnicamente coerente com os cenários e resultados apresentados nos estudos requeridos.

Este capítulo estabelece as diretrizes para a identificação, quantificação e interpretação das alterações socioambientais decorrentes das macroalternativas de manejo dos rejeitos (A1, A2 e B).

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) deverá ser estruturada por meio de metodologia de sistematização que considere a “relação causal” entre as atividades e os impactos ambientais definindo-se, para cada macroalternativa avaliada, as macroatividades/atividades geradoras, os aspectos ambientais, os impactos ambientais e as medidas ambientais associadas, conforme previsto nos Guias de Avaliação de Impactos Ambientais disponíveis no sítio oficial do Ibama (<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2026/ibama-lanca-guias-de-avaliacao-de-impacto-ambiental>).

8.1. Metodologia de Avaliação e Valoração

Os impactos ambientais identificados deverão ser apresentados em matriz de interação que correlacione os componentes do meio, as macroatividades /atividades, os aspectos ambientais afetados e os impactos potenciais previstos. Uma matriz de interações deve ser apresentada para cada macroalternativa de manejo avaliada.

Para cada macroalternativa, a caracterização dos impactos deverá ser realizada de acordo com os seguintes atributos:

- a) Natureza dos Impactos (positivo/benéfico ou negativo/adverso);
- b) Localização e espacialização (ADA, AID e AII) com o mapeamento em imagem de sua abrangência;
- d) Incidência (direto ou indireto);
- e) Duração (temporário, permanente ou cíclico);
- f) Temporalidade (imediate, médio ou longo prazo);
- g) Reversibilidade (reversível ou irreversível);
- h) Ocorrência (certa, provável ou improvável);
- i) Cumulatividade (possibilidade de os impactos se somarem ou multiplicarem, com indicação da relação espacial e temporal).

Deverá ser apresentada a descrição sintética dos impactos, a qual deverá informar a direção do impacto (aumento ou redução), o componente afetado e o aspecto causador. Dessa forma, não é admissível, a descrição do impacto como “interferência” sobre determinado componente socioambiental.

A avaliação dos impactos implica a determinação de sua magnitude e de sua importância ou significância.

A magnitude poderá ser determinada com base em métodos qualitativos, modelagens e quantitativos, quando couber, por meio do uso de indicadores adequados, considerando-se a intensidade do aspecto ambiental e os atributos do impacto.

A valoração da significância deverá obrigatoriamente ponderar a Magnitude do Impacto (intensidade da alteração) com a Sensibilidade do Receptor (vulnerabilidade do ecossistema ou das comunidades impactadas), utilizando os dados obtidos no diagnóstico ambiental como linha de base e nas modelagens preditivas.

O método utilizado para a ponderação entre magnitude e sensibilidade do componente socioambiental afetado deverá ser detalhadamente descrito e justificado.

Qualquer que seja o método adotado para a determinação da magnitude e significância, este deverá considerar a participação pública, conforme metodologia pré-estabelecida em Plano de Trabalho a ser aprovado pelo Ibama (item 4.2 e V deste TR).

De forma específica, a Matriz de Impacto deverá considerar, obrigatoriamente, mas não exclusivamente, e em cada macroalternativa, a

ocorrência dos seguintes impactos potenciais:

- a. Os potenciais efeitos do manejo dos rejeitos/sedimentos sobre a qualidade da água e dinâmica de fluxo dos rejeitos/sedimentos no reservatório e a jusante da UHE.
- b. Os potenciais impactos agudos e crônicos sobre a ictiofauna (bioacumulação de contaminantes ao longo da cadeia trófica e outros efeitos), bem como sobre a carcinofauna e ictiofauna na foz do Rio Doce, identificados em estudos primários ou secundários.
- c. Os potenciais impactos socioambientais da alteração dos teores de contaminantes no reservatório, provenientes de remobilização.
- d. Os potenciais impactos na paisagem e na conectividade ambiental.
- e. Os potenciais impactos de geração de ruído e vibrações de equipamentos pesados, emissões atmosféricas, geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos das obras.
- f. Os potenciais impactos de incremento na pressão por tráfego veicular pesado e riscos associados.
- g. Os impactos da geração de material particulado relacionada à presença de finos e contaminantes associados oriundos dos rejeitos/sedimentos dispostos no entorno do reservatório e na Fazenda Floresta.
- h. Os potenciais impactos da presença dos rejeitos/sedimentos na geração de energia da UHE.
- i. Os impactos cumulativos das atividades antrópicas e uso e ocupação do solo a montante da UHE.
- j. Os impactos cumulativos com outros empreendimentos e com os programas de reparação em curso na bacia do Rio Doce.
- k. Os potenciais impactos sobre infraestruturas e serviços públicos locais.
- l. Os potenciais impactos à saúde para cada macroalternativa.
- m. Os potenciais impactos relacionados à "percepção de risco" em razão da degradação ambiental e dos impactos socioeconômicos das macroalternativas.
- n. Os potenciais impactos relacionados à degradação ambiental e seus efeitos sobre a identidade sociocultural e os modos de vida.
- o. Os potenciais impactos sobre a perda da vocação econômica das propriedades lindeiras (turismo rural, agropecuária, pesca, faiscação etc.).
- p. Os potenciais impactos positivos relacionados ao ganho ambiental e social de cada macroalternativa (considerar os impactos positivos associados à aplicação dos recursos provenientes da medida compensatória estabelecida no Novo Acordo).
- q. Os potenciais impactos decorrentes da necessidade de áreas reassentamentos e ao uso de áreas protegidas.
- r. Os potenciais impactos decorrentes da contrariedade da vontade popular (aceitabilidade social) que possam comprometer a participação e monitoramento futuro do manejo e levar à baixa adesão social.
- s. Os potenciais impactos decorrentes do tempo de retorno dos usos múltiplos do reservatório e áreas de influência.
- t. Os potenciais impactos relacionados à desigualdade de distribuição de custos e benefícios.

8.2. Estudos de Predição de Impactos e Modelagens Computacionais

Os estudos de predição constituem uma etapa importante deste capítulo e devem fornecer as bases para a comparação das macroalternativas. Deverão ser apresentados os seguintes modelos e predições:

8.2.1. Modelagem Computacional para Avaliação do Assoreamento de Longo Prazo do Reservatório

O Estudo deverá caracterizar o impacto ambiental "Alteração da condição de assoreamento do reservatório da UHE" sob a ótica da manutenção in situ dos rejeitos, por representar a condição mais crítica para este aspecto.

Adicionalmente, deve-se avaliar o impacto "Redução da eficiência operacional da UHE e da vida útil dos ativos de geração", analisando as condições para a operacionalidade da usina decorrentes do aporte contínuo e da mobilidade de rejeitos/sedimentos no reservatório.

Essa análise deve fundamentar-se em uma nova modelagem hidrossedimentológica (preferencialmente 3D na região da "fossa escavada", para garantir que a dinâmica de fundo desta região seja capturada) que considere o cenário de longo prazo mais desfavorável, justificando-se eventuais ajustes metodológicos em relação à modelagem apresentada no Estudo Conceitual para assegurar a consistência dos resultados.

A modelagem precisa garantir a avaliação do "pior cenário", definido pelo momento da chegada da frente de sedimentação na "fossa escavada" entre o barramento A e a barragem principal, devendo o Estudo:

- a. Estimar, com base na modelagem computacional, o marco temporal em que a frente de sedimentação atingirá a "fossa escavada", estendendo a simulação por, no mínimo, cinco anos além desse evento para observar o comportamento futuro nesta condição;
- b. Avaliar se haverá acúmulo de rejeitos/sedimentos na "fossa escavada" e apresentar as estimativas de frequência e o dimensionamento das dragagens de manutenção necessárias neste contexto;
- c. Considerar na modelagem a ocorrência de eventos climáticos extremos e seus efeitos sobre o aporte de rejeitos/sedimentos na "fossa escavada", esclarecendo os riscos de obstrução das estruturas de tomada/saída d'água e a possibilidade de atingimento das cotas críticas de segurança dos blocos da barragem;
- d. Esclarecer tecnicamente qual seria cota de segurança da "fossa escavada" que permitiria a operação adequada da usina, tanto no cenário atual quanto na pior condição de contorno modelada;
- e. Avaliar se os planos de contingência e a capacidade de resposta atual são suficientes para mitigar riscos de eventual

intensificação do assoreamento da "fossa escavada";

f. Avaliar se no cenário modelado haverá aumento significativo do desgaste por abrasão dos ativos de geração. Estimar o limite da viabilidade operacional da UHE em função do assoreamento do reservatório e desgaste insustentável dos ativos de geração para o período modelado;

g. Apresentar estudo geotécnico de estabilidade de taludes de rejeitos submersos focado no trecho entre a barragem principal e o barramento A. Avaliar, em situações de rebaixamento rápido do nível d'água (manobras operacionais ou emergências), os efeitos de eventuais instabilidades destes taludes sobre a tomada d'água e as cotas de segurança dos blocos da barragem.

8.2.2. Modelagem Hidrodinâmica e de Transporte de Rejeitos/Sedimentos na Bacia

O Estudo deverá, para as macroalternativas em análise, realizar modelagem computacional para delimitar a Área de Influência Indireta (AII) e quantificar a extensão do transporte de rejeitos/sedimentos e contaminantes ao longo da calha do Rio Doce, avaliando potenciais impactos nas zonas estuarina e costeira do Espírito Santo.

A Modelagem deverá estender-se obrigatoriamente até a foz caso alterações nos parâmetros da qualidade da água (especialmente composição química e turbidez e sólidos suspensos) alcancem essa região nos cenários simulados, devendo-se integrar os efeitos de ondas geradas por ventos locais na hipótese de inclusão da zona costeira.

O modelo hidrossedimentológico deve, necessariamente, simular os processos de ressuspensão, transporte e deposição de rejeitos/sedimentos finos. O estudo deverá realizar uma análise comparativa entre: (1) a dispersão da pluma de turbidez/sólidos em suspensão e contaminantes decorrente da técnica de dragagem selecionada no 5.1.4 do TR, para as macroalternativas A1 e A2; e (2) o aporte de rejeitos/sedimentos finos e contaminantes provenientes do reservatório na hipótese de manutenção do passivo *in situ*, representando a macroalternativa B. As simulações, que devem contemplar eventos hidrológicos extremos, considerando tempos de recorrência adequados para fornecer o embasamento técnico necessário para a comparação dos cenários críticos de cada macroalternativa de manejo, subsidiando a análise de impacto prevista no Item 11.

A partir dos resultados das simulações, o Estudo deverá projetar os potenciais impactos das macroalternativas A e B sobre a complexidade e custos de tratamento de água (Portaria 888/MS), a conformidade para irrigação e dessedentação animal e a viabilidade para recreação (Resolução CONAMA nº 274/2000) e pesca, tanto no reservatório quanto em pontos críticos e estratégicos a jusante.

8.2.3. Modelagens Hidrogeoquímica e de Qualidade da Água Superficial

O Estudo deverá apresentar Modelagem Hidrossedimentológica-Geoquímica Integrada, capaz de simular processos de transporte, deposição e cinética de liberação de contaminantes na interface fundo-água das macroalternativas avaliadas. O estudo deve: (i) Avaliar o impacto da remoção da camada de selagem/blindagem superficial sobre as taxas de difusão de contaminantes para a coluna d'água. (ii) Simular cenários de eventos hidrológicos críticos (TR 10, 50 e 100 anos) ocorrendo durante a janela operacional de dragagem, e comparar a pluma de contaminação gerada pelas macroalternativas A e B.

Quantificar e comparar a liberação de contaminantes dos rejeitos/sedimentos em três cenários: (i) condição atual (manutenção *in situ*); (ii) condição transitória (mobilização por dragagem, ressuspensão de finos e exposição de novas camadas do leito por erosão de fundo); e (iii) condição final (disposição no solo), utilizando modelagem computacional e outras técnicas que permitam simular as condições físico-químicas específicas de cada cenário. O foco deve ser nos contaminantes críticos identificados na caracterização ampliada dos rejeitos/sedimentos. O estudo deve determinar se a dragagem e disposição aumentam significativamente a liberação de contaminantes e se essa mobilização resulta em risco ecológico ou toxicidade incremental para o ambiente em comparação à linha de base de não intervenção.

8.2.4. Modelagens Hidrogeoquímica/Hidrodinâmica das Águas Subterrâneas

O Estudo deverá realizar a modelagem das plumas subterrâneas de compostos dissolvidos oriundos da lixiviação dos rejeitos/sedimentos para a AID das macroalternativas de manejo A1, A2 e/ou contribuições provenientes do reservatório para as macroalternativas A2 e B. As modelagens deverão ser capazes de indicar o alcance das plumas e as concentrações de compostos dissolvidos para todos os cenários.

8.2.5. Análise Comparativa de Cenários de Exposição e Riscos à Saúde Humana

Com base nos dados de diagnóstico e na avaliação de impactos, o Estudo deverá comparar as macroalternativas de manejo (Remoção x Manutenção *in situ*), identificando como cada uma afeta a segurança da saúde da população. O Estudo deve utilizar também os dados históricos da região, sobretudo os estudos da AMBIOS (2019) e as perícias da AECOM (2020) e Notas Técnicas da Anvisa, sobre os Riscos à Saúde Humana em Mariana/MG, Barra Longa/MG e Linhares/ES e sobre segurança do pescado e produtos agropecuários, respectivamente. Para a modelagem dos impactos da retirada, deve-se considerar os dados de monitoramento da Fazenda Floresta.

Com base nestes dados, o Estudo deverá apresentar:

- a. A identificação de substâncias prioritárias, através da seleção dos contaminantes de interesse, cruzando os dados de caracterização dos rejeitos/sedimentos exigidos pelo Ibama com os perfis de toxicidade e valores de referência adotados nos estudos de ARSH da AMBIOS (2019) para Mariana, Barra Longa e Linhares;
- b. O mapeamento de rotas de exposição através da elaboração de fluxogramas que demonstrem como os rejeitos/sedimentos (seja no rio/reservatório, rotas de transporte ou em áreas de disposição) podem atingir as pessoas através da poeira, da água ou dos alimentos, detalhando cada etapa do transporte dos contaminantes elencados como prioritários no ambiente;
- c. A avaliação da linha de base e consumo real, utilizando os dados validados pelas perícias da AECOM (2020/2021) sobre segurança do pescado (Relatório 36), diagnóstico agropecuário (Relatório 58) e segurança de produtos agropecuários (Relatório 59) para fundamentar as taxas de ingestão e hábitos da população da região, conforme diagnóstico socioeconômico realizado (Diagnóstico Socioambiental Participativo – DSAP);
- d. A avaliação do contato primário e usos múltiplos nas áreas avaliadas, através de análise do risco para atividades de lazer e balneabilidade, considerando o contato dérmico com a água e rejeitos/sedimentos superficiais do rio e do reservatório;

e. A análise comparativa de impactos à saúde humana para os cenários de manutenção *in situ* e remoção de rejeitos/sedimentos para:

- i. Via Hídrica e Alimentar: avaliar se a macroalternativa de manejo altera o risco por consumo de água, peixes e alimentos irrigados;
- ii. Via Dérmica e Respiratória: avaliar o potencial de inalação de partículas durante dragagem, transporte e disposição em solo, bem como para as macroalternativas de manutenção dos rejeitos/sedimentos no reservatório.

8.2.6 Análise dos Impactos Positivos da Indenização nas Macroalternativas A2 e B

Considerar nas análises preditivas os potenciais benefícios socioambientais (impactos positivos) associados à aplicação dos recursos provenientes da medida compensatória estabelecida no Novo Acordo para a manutenção total (Macroalternativa B) ou parcial (Macroalternativa A2) dos rejeitos/sedimentos no reservatório da UHE Risoleta Neves.

O levantamento de eventuais impactos positivos associados ao uso dos recursos indenizatórios previstos no Acordo para as Macroalternativas A2 e B poderá considerar a proposta protocolada pela Prefeitura de Rio Doce, ANAMMA e ATI Rosa Fortini durante Reunião Pública em Rio Doce, denominado “PLANO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL - PROPOSTA DE AÇÕES AMBIENTAIS COMPENSATÓRIAS (ALTO E MÉDIO RIO DOCE)” (SEI 26797401).

8.3. Avaliação Comparativa de Riscos Ambientais das Macroalternativas

Para cada macroalternativa avaliada, deve-se apresentar uma Análise Preliminar de Perigo (APP) Qualitativa visando subsidiar a análise comparativa das macroalternativas A1, A2 e B. O foco desta análise deve recair sobre a identificação de impactos potenciais, devendo o Estudo:

- a. identificar os perigos intrínsecos de cada macroalternativa.
- b. identificar e espacializar, em escala adequada, as consequências e áreas vulneráveis/receptores (comunidades, corpos hídricos e áreas protegidas) potencialmente afetados.
- c. avaliar como eventos climáticos extremos (tempestades, cheias históricas ou secas prolongadas) podem comprometer a segurança das estruturas de manejo e a estabilidade dos rejeitos dispostos.
- d. indicar, de forma conceitual, as estratégias de resiliência previstas para mitigar os impactos potenciais.
- e. para os casos em que o risco que for classificado como alto, apresentar detalhamento das principais causas e consequências associadas.

9. Medidas de Controle, Mitigação e Compensação Ambientais

A partir da análise de impacto, o Plano de Gestão Ambiental deverá ser apresentado de forma conceitual, para as macroalternativas A1, A2 e B, contendo planos, programas e medidas a serem adotados em todas as fases da atividade. O objetivo é evitar, atenuar ou compensar os impactos adversos e potencializar os impactos benéficos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

No âmbito do PGA, deverão ser propostos programas de acompanhamento e monitoramento (impactos positivos e negativos) que utilizem indicadores predefinidos, com o objetivo de verificar a eficácia das medidas e a ocorrência do impacto, bem como estabelecer ações a serem tomadas.

O detalhamento em nível executivo do PGA será exigido pelo Ibama após definição da macroalternativa escolhida antes da concessão da Licença Ambiental para as Macroalternativas A1 e A2, dispensando-os para a Macroalternativa B, uma vez que nesse caso, conforme o Acordo, caberá ao GAC definir ações de monitoramento e controle a serem executadas.

O PGA deverá apresentar uma planilha-síntese relacionando os potenciais impactos ambientais às medidas de mitigação e programas ambientais. As medidas e programas devem responder a um ou mais impactos identificados, fechando o ciclo entre impacto identificado, ação de controle e monitoramento de eficácia.

Devem ser previstas e indicadas as medidas compensatórias referentes à intervenção em APP, conforme Resolução Conama nº 369/06, bem como medidas compensatórias pela intervenção em vegetação nativa protegida pela Lei Federal nº 11.428/06.

Considerando os impactos decorrentes do rompimento e sua continuidade até a tomada de decisão quanto ao manejo de rejeitos/sedimentos e sua conclusão, entende-se que há uma sobreposição entre os impactos socioambientais e os impactos relacionados à fase de planejamento da atividade de manejo de rejeitos/sedimentos cuja avaliação está prevista nesta TR, sugere-se que o PGA considere a inclusão, em versão conceitual, dos seguintes Programas: Programa de Transição Econômica e Renda Sustentável, Programa de Qualificação e Reconversão Profissional, Programa de Fortalecimento Comunitário e Proteção Social e Programa de Governança Territorial da Reparação.

Ressalta-se que tais programas são propostos tendo por base as contribuições das reuniões e consulta pública realizadas pelo Ibama entre novembro de 2025 e abril de 2026, e refletem os principais anseios da população impactada pelo processo de licenciamento do manejo de rejeitos/sedimentos contidos no reservatório da UHE Candonga.

Programas sugeridos para o PGA:

a. Programa de Transição Econômica e Renda Sustentável

Voltado à criação de alternativas concretas de geração de renda para comunidades diretamente impactadas, com foco em:

- i. Inserção prioritária de moradores locais nas frentes de trabalho vinculadas às obras de dragagem, manejo de rejeitos e restauração ambiental;
- ii. Estímulo à contratação de serviços, insumos e mão de obra local para execução do PRAD;
- iii. Apoio a iniciativas produtivas compatíveis com a realidade territorial, como agricultura familiar, sistemas agroflorestais, aquicultura de pequena escala, extrativismo sustentável e turismo comunitário.

b. Programa de Qualificação e Reconversão Profissional

Destinado à ampliação das capacidades técnicas e profissionais das comunidades atingidas, incluindo:

- i. Cursos de formação voltados à restauração ecológica, viveirismo, monitoramento ambiental, manejo de áreas degradadas e serviços ambientais;
- ii. Parcerias com instituições públicas de ensino, extensão rural e formação profissional;
- iii. Certificação de competências e acompanhamento da inserção no mercado de trabalho.

c. Programa de Fortalecimento Comunitário e Proteção Social

Com foco na redução das vulnerabilidades sociais e no fortalecimento das redes locais:

- i. Acompanhamento social sistemático das famílias em situação de maior risco;
- ii. Apoio psicossocial e comunitário;
- iii. Articulação com políticas públicas de saúde, assistência social, educação e segurança alimentar;
- iv. Incentivo à organização coletiva, cooperativas, associações e fóruns territoriais.

d. Programa de Governança Territorial da Reparação

Orientado à construção participativa das ações de reparação:

- i. Envolvimento direto das comunidades na definição, priorização e monitoramento das ações;
- ii. Respeito às especificidades socioculturais e às dinâmicas locais;
- iii. Transparência, controle social e mecanismos permanentes de escuta e negociação.

10. Prognóstico

Elaborar o prognóstico ambiental (meios físico, biótico e socioeconômico), caracterizando, a partir dos resultados do diagnóstico ambiental e da avaliação dos impactos ambientais identificados (Macroalternativas A1, A2 e B) e da compensação prevista (A2 e B), a situação socioambiental futura das áreas de influência e as medidas de mitigação.

Apresentar uma síntese dos benefícios e dos ônus em cada uma das macroalternativas, considerando os resultados da Avaliação de Impactos.

O prognóstico deverá considerar a proposição ou a existência de outros empreendimentos na região, bem como os efeitos cumulativos e conflitos oriundos da macroalternativa analisada.

11. Avaliação Comparativa das Macroalternativas

Deverá ser aplicada metodologia consolidada e justificável de análise decisória sobre a melhor alternativa de cenários dentre os avaliados, tais como métodos baseados na Avaliação Multicritério (AMC). A metodologia deve integrar critérios ambientais, técnicos, econômicos, regulatórios, sociais e de riscos para hierarquização das macroalternativas quanto à sua viabilidade socioambiental em longo prazo.

A avaliação das macroalternativas deve ser realizada por equipe multidisciplinar e considerar os seus efeitos cumulativos, levando-se em consideração a bacia como um todo, e as ações de monitoramento, gestão e mitigação que estão sendo desenvolvidas na bacia do Rio Doce, em função do desastre da Samarco.

A análise comparativa dos cenários será embasada no estabelecimento de pontuação relacionada à significância dos impactos socioambientais previstos para cada uma das macroalternativas estudadas, para os meios físico, biótico e socioeconômico, para os riscos potenciais associados.

O estudo deverá se fundamentar nos princípios da cautela, transparência e não aceitabilidade de riscos críticos. As incertezas científicas deverão ser explicitadas para que, caso ocorram na predição e avaliação de impactos, seja considerado o pior cenário.

11.1. Objeto e finalidade da análise

O presente Termo de Referência estabelece a metodologia obrigatória para a análise comparativa e a tomada de decisão entre cenários técnicos, no âmbito do processo em questão, com o objetivo de subsidiar decisão administrativa fundamentada, ambientalmente prudente, socialmente responsável e juridicamente defensável.

A metodologia deverá permitir a avaliação estruturada das macroalternativas, considerando os riscos, os impactos, a viabilidade, a governança e os efeitos de longo prazo, sem restringir a aplicação a um método específico de análise multicritério, desde que respeitados os princípios e requisitos aqui definidos.

Os aspectos ambientais, físicos, bióticos e socioeconômicos deverão ser avaliados por meio dos estudos técnicos específicos, da Matriz de Impacto e do prognóstico, na medida necessária para subsidiar os critérios, indicadores e condições de vedação definidos neste Termo de Referência, não se admitindo análises genéricas, descritivas ou desvinculadas da tomada de decisão.

Para a construção do modelo comparativo entre as macroalternativas, deverão ser considerados, minimamente, os estudos e levantamentos solicitados neste TR. Contudo, é imprescindível que haja clareza que tal construção não precisa, necessariamente, restringir-se a eles.

11.2. Definição de premissas para a AMC

Com base no prognóstico e nas macroalternativas pré-definidas, o estudo deverá explicitar claramente:

- a. Problema Decisório: definir qual macroalternativa apresenta o melhor desempenho socioambiental em longo prazo, considerando os efeitos cumulativos, os riscos associados, a viabilidade operacional e os impactos sobre os usos do território e a dinâmica socioeconômica local e regional;

- b. Objetivo: selecionar a macroalternativa que apresente o melhor desempenho global, considerando critérios técnicos, socioeconômicos, ambientais e de governança, de forma a assegurar a sustentabilidade do sistema e a adequação da decisão no contexto do acordo judicial;
- c. O horizonte temporal: a ser definido pelos Estudos;
- d. O conjunto de macroalternativas a serem avaliadas, as quais deverão ser mutuamente exclusivas, tecnicamente bem definidas e comparáveis.

Somente as macroalternativas explicitamente definidas nesta etapa poderão integrar as etapas subsequentes da análise.

11.3. Estruturação da análise por critérios

A análise deverá ser estruturada a partir de uma árvore de critérios, organizada hierarquicamente em, no mínimo:

- I – Blocos temáticos (nível superior);
- II – Princípios;
- III - Critérios;
- IV - Indicadores ou aspectos específicos.

Os critérios deverão ser definidos de modo a evitar redundâncias, sobreposições e dupla contagem de efeitos.

11.4. Indicadores, parâmetros e métricas

Para cada critério definido, deverão ser estabelecidos indicadores ou parâmetros mensuráveis, qualitativos ou quantitativos, que permitam a comparação objetiva entre os cenários.

Cada indicador deverá conter, no mínimo:

- a) definição clara;
- b) unidade ou escala de mensuração;
- c) fonte de dados;
- d) método de cálculo ou avaliação;
- e) direção de preferência;
- f) exigências mínimas quanto à qualidade da evidência e ao tratamento da incerteza.

A ausência de indicadores críticos não poderá ser suprida por inferência simplificada, devendo ser tratada segundo o princípio da precaução.

11.5. Escalas de avaliação e padronização qualitativa

Sempre que forem utilizadas escalas ordinais, estas deverão ser previamente definidas na Matriz, com descritores objetivos e verificáveis, evitando julgamentos arbitrários.

As escalas deverão ser aplicadas de forma consistente a todas as macroalternativas, com registro explícito das evidências que fundamentaram cada atribuição.

11.6. Preferências, ponderação e compensabilidade

A metodologia deverá prever explicitamente:

- a) como serão definidas as preferências e pesos dos critérios, sem fixá-los previamente;
- b) a origem das preferências (técnica, institucional, social ou híbrida);
- c) os níveis hierárquicos nos quais a ponderação poderá ser aplicada;
- d) as regras de compensabilidade e não compensabilidade entre critérios.

Critérios associados a riscos críticos, irreversibilidade ambiental, saúde humana, direitos fundamentais e requisitos legais não poderão ser compensados por melhor desempenho em outros critérios.

A definição de pesos e preferências deverá ser documentada, transparente e sujeita à análise de sensibilidade.

11.7. Tratamento da incerteza e limites de decisão

A análise comparativa entre macroalternativas deverá basear-se nos resultados previamente tratados quanto às incertezas técnicas, ambientais, sociais e institucionais. As margens de diferença não relevante deverão ser estabelecidas com base em critérios técnicos explícitos, considerando erro de medição, variabilidade natural e limitações dos modelos utilizados. A etapa de comparação terá como finalidade identificar diferenças e semelhanças entre as macroalternativas, não sendo responsável pelo tratamento das incertezas, mas sim pela interpretação dos resultados à luz dos critérios previamente definidos.

11.8. Lógica de comparação entre macroalternativas

A comparação entre macroalternativas deverá ser realizada de forma estruturada e relacional, podendo resultar em:

- a) superioridade técnica de uma macroalternativa sobre outra;
- b) equivalência entre macroalternativas;
- c) pontos de divergência entre macroalternativas;
- d) incomparabilidade justificada, quando houver *trade-offs* relevantes e conflitantes.

Não será exigido *ranking* forçado quando não houver dominância técnica clara.

A agregação compensatória de desempenhos não poderá anular condições limitantes, critérios não compensáveis ou situações críticas.

11.9. Resultados admissíveis da análise

São considerados resultados admissíveis da análise:

- I – Recomendação direta de cenário tecnicamente dominante;
- II – Recomendação condicionada, com imposição de salvaguardas e medidas adicionais;
- III – Indicação de equivalência entre cenários;
- IV – Reconhecimento fundamentado de incomparabilidade, com encaminhamento decisório estratégico.

Toda decisão deverá ser acompanhada de justificativa técnica integrada, explicitando critérios dominantes, *trade-offs*, incertezas e limitações.

Ao final da Análise Multicritério, espera-se a apresentação dos índices finais de cada macroalternativa avaliada, bem como a construção textual acerca da interação entre os critérios para a obtenção desses índices.

11.10. Análise de sensibilidade e robustez

A metodologia deverá incluir análise de sensibilidade obrigatória, avaliando a estabilidade dos resultados frente a variações razoáveis em pesos, parâmetros, premissas e cenários.

Resultados instáveis deverão ser explicitamente discutidos e considerados na decisão final.

11.11. Produto e rastreabilidade

O produto da análise deverá conter, no mínimo:

- a) descrição do contexto decisório;
- b) cenários avaliados;
- c) critérios, indicadores e parâmetros utilizados;
- d) resultados da comparação;
- e) análise de sensibilidade;
- f) justificativa técnica da decisão;
- g) condicionantes e salvaguardas;
- h) declaração explícita de limitações e incertezas.

Deverá ser assegurada rastreabilidade completa entre dados, critérios, avaliações, preferências e decisão final.

11.12. Termos e considerações na AMC

Para fins da AMC, os seguintes termos precisam ser considerados:

a. **Princípio:** é um valor orientador de alto nível, de natureza normativa, que define o que deve ser protegido, promovido ou evitado. Aqui neste TR, entende-se por Princípio os fundamentos ético-políticos da tomada de decisão, que não são mensuráveis diretamente, não entram em uma fórmula, e cuja função é organizar e legitimar os critérios. Exemplos:

- i. Saúde humana;
- ii. Bem-estar Social
- iii. Integridade ecológica e proteção da biodiversidade;
- iv. Justiça socioambiental;
- v. Segurança hídrica;
- vi. Segurança da UHE.

b. **Critério:** dimensão analítica observável que expressa um princípio em termos avaliáveis. Este TR entende o Critério como o aspecto concreto em que os princípios se manifestam. Eles são comparáveis entre cenários, podem receber pesos e podem ser agregados no processo de análise. Exemplo:

- i. Bem-estar Social

Critério: Insegurança Psicossocial.

- ii. Saúde humana:

Critérios possíveis: Qualidade da água para a saúde humana, Qualidade do pescado para a saúde humana. Qualidade do ar para a saúde humana

- iii. Integridade Ecológica e Proteção da Biodiversidade

Critérios possíveis: Qualidade da água para a Integridade Ecológica e Proteção da Biodiversidade; Ecotoxicidade dos rejeitos/sedimentos para a Integridade Ecológica e Proteção da Biodiversidade; Fragmentação de Ecossistema.

c. **Indicador:** é a decomposição operacional de um critério, permitindo maior precisão analítica. É o nível técnico de especificação de um critério. Ele busca refinar a avaliação de um determinado critério, torná-lo mensurável e evitar generalizações vagas. Exemplo:

- i. Critério: Insegurança Psicossocial. Indicadores: nível de percepção de risco e estigma associado ao rio/produto local.

ii. Critério: Qualidade da água para abastecimento público (Tratabilidade). Indicadores: teores de arsênio na água; turbidez.

d. **Métrica:** É a variável empírica mensurável que representa um indicador. Funciona como a materialização empírica para o modelo. É constituído pelo dado e o número que caracteriza esse dado. É produto do monitoramento, modelagem ou estimativa. Exemplo:

i. Indicador: nível de percepção de risco e estigma associado ao rio/produto local. Métrica: escala Likert (Percepção) ou % rejeição.

ii. Indicador: Turbidez. Métrica: NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

e. **Mensuração (atribuição de valores):** Mensuração é o processo de transformar métricas reais em valores comparáveis, geralmente em escalas padronizadas. Sua função é converter dados heterogêneos em escalas padronizadas de desempenho decisório.

f. **Peso:** É o coeficiente de importância relativa atribuído a critérios (ou indicadores), refletindo prioridades normativas e políticas. É a concretização do valor de um critério (ou indicador) quando há um conflito estabelecido para sua representatividade. O peso definirá os *trade-offs*, podendo ser subjetivos, participativos ou baseado em métodos. Os Pesos são não estatísticos e têm o caráter decisório.

12. Conclusão

Apresentar síntese conclusiva sobre a viabilidade socioambiental das macroalternativas analisadas, indicando tecnicamente a alternativa preferencial. Esta indicação deve ser estritamente fundamentada nos resultados da aplicação da metodologia decisória e na integração dos diagnósticos, análise dos impactos, prognósticos e análises de risco realizados.

13. Referências

Relacionar todas as referências citadas no estudo, incluindo normas técnicas (ABNT, ISO), legislações, livros, artigos científicos, documentos de projetos anteriores, mapas e bancos de dados consultados.

14. Glossário

Listar os termos técnicos utilizados no estudo com respectivos significados, incluindo quaisquer siglas (ex.: rejeitos/sedimentos, GAC, ARSH), termos sujeitos a diferentes interpretações ou de uso específico.

15. Legislação Aplicável

Apresentar os principais aspectos da legislação ambiental aplicável ao Estudo, de forma a avaliar a adequação e a compatibilidade da atividade às normas legais pertinentes, bem como analisar a compatibilidade da atividade com a legislação incidente, os planos, os programas governamentais, os zoneamentos e as possíveis vedações legais quanto à atividade.

Considerar todos os dispositivos legais em vigor, aplicáveis à atividade, nos níveis federal, estadual e municipal, relativos à utilização, proteção e conservação dos recursos ambientais, ao uso e ocupação do solo, à gestão de resíduos, produtos perigosos, emissões atmosféricas, ruído e efluentes líquidos.

IV. Relatório de Síntese do Estudo Ambiental

Apresentar o Relatório de Síntese do Estudo Ambiental de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens das alternativas de projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação.

Apresentar os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais.

Descrever as alternativas tecnológicas e locais do projeto do manejo dos rejeitos/sedimentos, especificando para cada um deles, nas fases de estudo e implantação, as áreas de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais.

Apresentar a consolidação dos resultados dos estudos de diagnósticos ambientais da área de influência do projeto.

Descrever os prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando as macroalternativas avaliadas, quanto aos seus atributos e a magnitude e significância dos impactos, indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação.

Identificar os recursos socioambientais que podem ser afetados com a implantação/operação/descomissionamento da atividade, os aspectos associados e como se espera a distribuição de ônus e benefícios sociais.

Indicar, em Programas e Planos (PGA), as medidas para evitar, minimizar e/ou remediar, sempre nessa ordem de prioridade, conforme a hierarquia da mitigação e a efetividade da medida, todos os impactos negativos significativos, de modo a torná-los aceitáveis.

Descrever os efeitos esperados das medidas mitigadoras previstas em relação a impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado.

Propor medidas compensatórias para os impactos negativos remanescentes (aqueles em que não é possível a aplicação de medidas para evitar, minimizar e/ou remediar, de modo a tornar sua importância aceitável).

Identificar as medidas potencializadoras para os impactos positivos importantes.

Caracterizar a qualidade ambiental futura das áreas de influência, comparando as diferentes alternativas do projeto.

Realizar o prognóstico dos cenários futuros previstos e comparar as macroalternativas com base na Avaliação de Impactos e na AMC.

Indicar a macroalternativa considerada mais viável do ponto de vista socioambiental.

Apresentar as conclusões e comentários de ordem geral.

V. Planejamento e Acompanhamento

A elaboração do Estudo deverá ser conduzida por meio de processo colaborativo e integrado entre todas as especialidades técnicas contratadas, evitando-se a justaposição de diagnósticos, modelagens e avaliações setoriais sem a devida agregação e sistematização das informações levantadas. Para comprovar essa integração, o Estudo deverá:

- a. Apresentar, em até **90 dias** após o recebimento do TR, *Plano de Trabalho* Inicial contendo a estrutura gerencial e os mecanismos que garantirão a interação contínua entre as equipes técnicas do Ibama, Samarco e Consultorias. O Plano de Trabalho deverá por exemplo, indicar as equipes de coordenação, definir etapas estratégicas e prioritárias, prever a realização periódica de reuniões técnicas integrativas, organizar reuniões semestrais de apresentação da evolução dos estudos ao Ibama, organizar oficinas de capacitação das comunidades, indicando o cronograma executivo dessas atividades. As reuniões terão como objetivo apresentar o andamento das campanhas de campo e os resultados preliminares dos diagnósticos. Todas as reuniões deverão ser formalmente registradas em Memória de Reunião.
- b. Apresentar, em até **90 dias**, o *Plano de Trabalho* relacionado à participação pública incluindo, no mínimo:
 - i. cronograma executivo;
 - ii. metodologia para levantamento de percepções e expectativas das comunidades envolvidas e elaboração de diagnóstico utilizando técnica de Diagnóstico Socioambiental Participativo;
 - iii. metodologia para realização de reuniões periódicas e oficinas com as comunidades para apresentar resultados preliminares do DSAP e o aperfeiçoamento do diagnóstico, bem como para a discussão da significância dos impactos potenciais e do prognóstico de cenários futuros (*trade-offs*), garantindo que a população entenda, participe e contribua efetivamente no processo;
 - iv. metodologia para análise e apresentação dos resultados.
- c. Apresentar, em até **90 dias**, um *Plano de Comunicação*, de abrangência regional, com canais de comunicação acessíveis, que contemple a realização de seminários anuais de apresentação dos resultados dos monitoramentos às comunidades impactadas, objetivando informar e orientar sobre os usos permitidos, restritos e proibidos da área impactada, considerando as condições ambientais e os riscos associados ao manejo de rejeitos/sedimentos e o cronograma das atividades. Devem ser disponibilizados dados brutos e tratados, painéis de acompanhamento (*dashboards*) e atas/registros de todas as reuniões em portal público de informações.

VI. Glossário do Termo de Referência

Para fins deste TR, os seguintes termos precisam ser considerados:

AMC (Análise Multicritério): ferramenta de apoio à decisão que permite comparar macroalternativas complexas (como as macroalternativas A e B) integrando critérios de naturezas distintas (econômica, social e ambiental).

Área Diretamente Afetada (ADA): constituída pelo(s) local(ais) que será(ão) ocupado(s) fisicamente pelo empreendimento/ atividade, considerando todas as estruturas principais (cava, pilhas) e de apoio (escritórios, acessos, canteiro de obras).

Área de descarga: é a região onde a água subterrânea retorna à superfície, na forma de nascentes, olhos d'água ou áreas úmidas, e a cursos hídricos na forma de fluxos de base.

Área de Estudo (AE): área em que se presume a ocorrência de impacto ambiental para determinada tipologia de atividade ou do empreendimento utilizador de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidor ou capaz, sob qualquer forma, de causar degradação do meio ambiente. (LF 15.190/25).

Área de Influência (AID e AII): delimitação da área geográfica sujeita aos impactos diretos (Área de Influência Direta - AID) e indiretos (Área de Influência Indireta - AII) do empreendimento ou atividade em todas as suas fases. A AID abrange os impactos que têm uma relação de causa e efeito imediata com o projeto (e.g., ruído, supressão de vegetação), enquanto a AII abrange os impactos secundários, induzidos ou resultantes de cadeias de causalidade mais complexas (e.g., aumento da demanda por serviços públicos devido à migração de trabalhadores).

Área de recarga: espaço territorial onde parte da água de infiltração, proveniente da precipitação e/ou do escoamento superficial, percola através da zona vadosa e atinge a zona saturada, alimentando o aquífero.

Árvore de decisão (ou estrutura hierárquica): organização dos elementos da análise em níveis hierárquicos (blocos temáticos, princípios, critérios e indicadores), permitindo estruturar o problema decisório de forma lógica e não redundante.

Aspectos ambientais: corresponde a um elemento ou característica das atividades de um projeto, que causa alguma expressão no meio ambiente. É inerente à atividade, ocorrendo independentemente das características ambientais locais ou regionais. Por exemplo, a geração de ruído é inerente ao funcionamento de máquinas e equipamentos e ocorrerá independentemente das características ambientais da área.

Background (Nível de Referência): caracterização das condições ambientais de uma área antes da implantação do empreendimento ou atividade. Refere-se aos níveis preexistentes de qualidade do ar, qualidade da água, qualidade do solo, níveis de ruído e vibração de fundo, entre outros parâmetros.

Bloco temático: nível superior da estrutura da análise, que agrupa grandes dimensões do problema (ex.: ambiental, socioeconômico, governança).

Compensabilidade: possibilidade de um desempenho inferior em um critério ser compensado por desempenho superior em outro.

Compensação ambiental: compreende ações voltadas a compensar as perdas geradas por impactos residuais, que não puderem ser mitigados ou eliminados. Deverá ser proporcional à magnitude do impacto e considerada a vulnerabilidade e sensibilidade do componente afetado.

Componentes ambientais: elementos de natureza abiótica, biótica ou antrópica que constituem o meio ambiente e com capacidade de interação entre eles.

Comunidades Tradicionais: grupos culturalmente diferenciados que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição. A definição legal é dada pelo Decreto nº 6.040/2007.

Conectividade Funcional: grau em que a paisagem facilita ou impede o movimento de organismos entre manchas de habitat, considerando a biologia específica de cada espécie.

Conhecimento Tradicional Associado (CTA): Informações ou práticas de populações indígenas, comunidades tradicionais ou agricultores tradicionais sobre as propriedades ou usos diretos ou indiretos associados ao patrimônio genético. Seu acesso e uso são regulados pela Lei nº 13.123/2015, conhecida como Lei da Biodiversidade.

Consulta pública: modalidade de participação remota no licenciamento ambiental, pela qual a autoridade licenciadora recebe contribuições, por escrito e em meio digital, de qualquer interessado (LF 15.190/25).

Critério: dimensão analítica observável que expressa um princípio em termos avaliáveis e comparáveis entre macroalternativas.

Cumulatividade: correspondem aos efeitos totais sobre um recurso ou componente socioambiental independentemente da origem das ações causadoras.

Deplecionamento: processo de rebaixamento do nível de água do reservatório para fins operacionais ou de manutenção.

Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSAP): metodologia que utiliza o conhecimento e a percepção das comunidades locais como dado técnico fundamental para compor o diagnóstico do meio socioeconômico.

Direção de preferência: indicação do sentido desejável do indicador (ex.: maior é melhor; menor é melhor).

Dragagem Ambiental: técnica de remoção de sedimentos submersos projetada para minimizar a ressuspensão de materiais e a turbidez na coluna d'água durante a operação.

Escavação a Seco: método de remoção de material que utiliza estruturas de isolamento (como enscadeiras) para drenar a água de uma área específica, permitindo o uso de equipamentos de terraplenagem convencionais.

Estágio Sucessional: fase de desenvolvimento e recuperação de uma floresta (inicial, médio ou avançado), critério essencial para determinar a importância da vegetação a ser suprimida.

Estudo Ambiental EA (Definido pelo Acordo): estudo ou relatório relativo aos impactos e, quando couber, aos riscos ambientais da atividade ou do empreendimento sujeito a licenciamento ambiental (Lei Fed. 15.190/25).

Extracalha: refere-se às regiões alagadas pela lama de rejeitos que se estenderam além dos limites naturais do leito do rio, afetando áreas marginais, planícies de inundação, vegetação ripária e áreas construídas próximas às margens (CIF).

Fitofisionomia: termo técnico para designar os diferentes tipos de vegetação de uma região, classificados com base em sua aparência (fisionomia), estrutura (porte, estratificação) e composição florística, em resposta a condições ambientais específicas como clima, relevo e solo. Exemplos incluem Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual, Savana (Cerrado), etc. O TR exige que o diagnóstico da flora caracterize as diferentes fitofisionomias presentes na área de estudo.

"Fossa Escavada": é a região do reservatório a montante da tomada d'água, gerada a partir da dragagem para a retomada da operação da UHE Risoleta Neves, ocorrida em 2022, que se encontra entre as cotas de fundo El. 298 a 300 metros.

Gerenciamento de Áreas Contaminadas - GAC: processo sistemático voltado à mitigação de riscos e recuperação da qualidade ambiental. Em reservatórios, o objetivo central é promover a segurança ecotoxicológica e a estabilidade física e química da matriz contaminada, minimizando a transferência de contaminantes para a coluna d'água. O processo segue um fluxo hierárquico: identificação, investigação (caracterização química e física), elaboração de modelo conceitual, avaliação de risco (saúde humana e biota) e intervenção (remediação, controle institucional ou monitoramento), visando a conformidade legal e a manutenção dos usos múltiplos do recurso hídrico.

Hierarquia da Mitigação: sequência de ações que prioriza, nesta ordem: evitar o impacto, minimizar os efeitos, remediar as áreas afetadas e, por fim, compensar os impactos residuais.

Hotspot (Ponto Crítico): área delimitada que apresenta concentrações anômalas de contaminantes ou instabilidade física severa, exigindo intervenção prioritária ou tratamento diferenciado.

Impacto Ambiental: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam 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; e a qualidade dos recursos ambientais (Definição da Resolução CONAMA nº 001/1986). O impacto é o efeito de um aspecto ambiental sobre um componente ambiental. O TR exige a caracterização detalhada de cada impacto segundo diversos atributos.

Impacto Cumulativo: impacto sobre o meio ambiente que resulta do incremento do impacto do projeto em análise quando adicionado a outros impactos passados, presentes ou futuros razoavelmente previsíveis de outros empreendimentos ou atividades na mesma região.

Importância do impacto: é o valor atribuído a um impacto significativo no contexto do processo decisório, considerando fatores normativos, sociais, institucionais e estratégicos, que influenciam sua aceitabilidade, priorização ou necessidade de mitigação.

Indicador: elemento operacional que permite mensurar um critério por meio de variáveis qualitativas ou quantitativas.

Indicador Crítico: é aquele que representa um aspecto essencial do sistema avaliado, cuja variação ou desempenho abaixo (ou acima) de um limiar previamente definido indica condição de risco, perda de funcionalidade ou inviabilidade, podendo, por si só, influenciar de

forma determinante a aceitação, condicionamento ou rejeição de uma alternativa no processo decisório.

Macroalternativa: opção de intervenção ou conjunto de ações passível de comparação no processo decisório, devendo ser mutuamente exclusiva, tecnicamente definida e comparável às demais.

Magnitude do Impacto: é a medida da intensidade, extensão espacial e duração temporal de um impacto ambiental, expressa por parâmetros quantitativos ou qualitativos, independentemente do valor atribuído ao efeito sobre o meio.

Medida compensatória: medida aplicada ao impacto concretizado mesmo após a aplicação das medidas preventivas e mitigadoras e que objetiva substituir um bem perdido, alterado ou descaracterizado por outro que seja entendido como equivalente ou que desempenhe função equivalente (LF 15.190/25).

Medidas Mitigadoras: ações destinadas a prevenir, reduzir ou minimizar a magnitude, a duração ou a probabilidade de ocorrência dos impactos ambientais negativos identificados. A mitigação é o segundo nível na hierarquia de gestão de impactos, após a prevenção (evitar o impacto).

Mensuração: processo de conversão de dados ou métricas em valores comparáveis, geralmente por meio de padronização ou escalas.

Métrica: valor numérico ou escala que expressa um indicador, obtido por meio de dados, medições, modelagens ou estimativas.

Mitigação: consiste no conjunto de medidas que podem proporcionar a redução ou minimização da magnitude dos impactos ou, ainda, a eliminação desses.

Não compensabilidade: situação em que determinados critérios (ex.: saúde, legalidade, risco crítico) não podem ser compensados, podendo inviabilizar uma alternativa independentemente dos demais resultados.

Nível de Risco Residual: o nível de risco residual é um conceito fundamental na gestão de segurança e na avaliação de riscos. Ele representa o grau de risco que permanece após a implementação de todas as medidas de controle razoavelmente aplicáveis.

Peso: coeficiente que expressa a importância relativa de um critério na decisão, refletindo prioridades técnicas, sociais ou institucionais.

Plano de Gestão Ambiental – PGA: é um documento técnico essencial no licenciamento ambiental, que orienta o acompanhamento da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e sistematiza ações para prevenir e tratar impactos ambientais. O PGA é um documento exigido pelo IBAMA durante o processo de licenciamento ambiental. Ele tem como objetivo sistematizar as ações e atividades necessárias para a prevenção e tratamento dos impactos ambientais, além de monitorar o desempenho ambiental de projetos e empreendimentos.

Princípio: valor orientador de natureza normativa que expressa o que deve ser protegido, promovido ou evitado, não sendo diretamente mensurável.

PMBA – programa de Monitoramento da Bacia do Rio Doce.

PMQQS: programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimento (PMQQS).

Prognóstico Ambiental: análise da evolução futura da situação ambiental da área de influência do projeto, comparando diferentes cenários. O TR exige a comparação de, no mínimo, três cenários: (i) a situação sem a implantação do projeto (tendencial); (ii) a situação com a implantação do projeto, considerando os impactos negativos e positivos; e (iii) a situação com o projeto e com a implementação das medidas mitigadoras e compensatórias propostas.

Rejeitos/sedimentos: consistem em uma mistura heterogênea de rejeitos de mineração, solos, vegetação e outros materiais, além dos sedimentos provenientes do córrego Santarém e dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, acumulada no reservatório da UHE Risoleta Neves, em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, ocorrido em 5 de novembro de 2015.

Reologia: estudo do fluxo e da deformação da matéria, aplicado no TR para entender a viscosidade e o comportamento do rejeito durante o bombeamento e transporte.

Serviços Ecosistêmicos: benefícios que os seres humanos obtêm da natureza, como a regulação da qualidade da água, a pesca e a beleza cênica para o turismo.

Significância do Impacto: é o grau de relevância de um impacto, determinado pela combinação entre sua magnitude e a sensibilidade ou valor do componente ambiental afetado, com base em critérios técnicos previamente estabelecidos.

Território Impactado: constitui os municípios atingidos pelo evento do rompimento da Barragem de Fundão. Por consequência o “Território Não Impactado” são todos os municípios fora deste conjunto.

TCLD - Transportador de Correia de Longa Distância.

Tratamento *in situ*: conjunto de intervenções de engenharia subaquática destinadas à imobilização de longo prazo sob condições controladas de contaminantes no leito do reservatório, sem a necessidade de remoção do material. Abrange desde o isolamento físico (através de coberturas inertes, reativas ou blindagens contra erosão) até a estabilização geoquímica e estrutural (via adsorção ativa ou solidificação da matriz dos rejeitos/sedimentos). Essas técnicas visam restringir a biodisponibilidade de poluentes e promover a estabilidade do *hotspot* frente às tensões hidrodinâmicas.

Termo de Referência TR – documento emitido pela autoridade licenciadora, que estabelece o escopo dos estudos a serem apresentados pelo empreendedor no licenciamento ambiental para avaliação dos impactos e, quando couber, dos riscos ambientais decorrentes da atividade ou do empreendimento. (LF 15.190/25).

Uso Benéfico: prática de transformar o material dragado em subproduto para outras atividades (como construção civil), reduzindo a necessidade de disposição final em pilhas.

Viabilidade Ambiental: resultado da análise ponderada, realizada pelo órgão licenciador com base no EIA/RIMA e nas manifestações do processo, sobre a aceitabilidade dos impactos ambientais de um projeto em relação aos seus benefícios sociais e econômicos. Um projeto é considerado ambientalmente viável quando seus impactos negativos residuais (após mitigação) são considerados aceitáveis e podem ser devidamente compensados.

Vulnerabilidade Socioambiental: suscetibilidade de um grupo social, comunidade ou sistema a sofrer danos ou prejuízos decorrentes de pressões externas, como os impactos de um grande projeto ou eventos climáticos extremos. A vulnerabilidade é uma combinação da exposição ao risco e da capacidade (ou falta dela) de adaptação e resposta.

Referências:

- [1] Brasil, 2014. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Avaliação de Impacto à Saúde – AIS: metodologia adaptada para aplicação no Brasil / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014.
- [2] AMBIOS ENGENHARIA E PROCESSOS. **Estudo de avaliação de risco à saúde humana em localidades atingidas pelo rompimento da barragem do Fundão – MG:** relatório final: Linhares-ES: etapa I: município de Linhares/ES. São Paulo: Ambios, 15 maio 2019. 107 p. Relatório técnico elaborado para a Fundação Renova.
- [3] AMBIOS ENGENHARIA E PROCESSOS. **Estudo de avaliação de risco à saúde humana em localidades atingidas pelo rompimento da barragem do Fundão – MG:** relatório final: Mariana - MG; Barra Longa - MG: etapa I. São Paulo: Ambios, 21 mar. 2019. 343 p. Relatório técnico elaborado para a Fundação Renova.
- [4] AECOM DO BRASIL. **Relatório nº 36:** perito do juízo, 12ª. Vara da Justiça Federal Cível e Agrária da SJMG, na Ação Civil Pública, processo nº 1000412-91.2020.4.01.3800: laudo pericial da segurança do alimento: pescado no Rio Doce, foz e região marinha. São Paulo: AECOM, 2022. 192 p.
- [5] AECOM DO BRASIL. **Relatório nº 58:** perito do juízo, 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte, na Ação Civil Pública, processo nº 1000412-91.2020.4.01.3800: diagnóstico de caracterização da área de interesse. São Paulo: AECOM, 2023. 136 p.
- [6] AECOM DO BRASIL. **Relatório nº 59:** perito do juízo, 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte, na Ação Civil Pública, processo nº 1000412-91.2020.4.01.3800: laudo pericial da segurança do alimento: produtos agropecuários. São Paulo: AECOM, 2023. 562 p.
- [7] Relatório nº 26704545/2026-U-LA-MG/Ditec-MG/Supes-MG (Linhares/ES) e anexos: Lista de Presença (26704937) e Ofício nº 1/2026/Comissão Territorial Regencia Entre Rios (26704987);
- [8] Relatório nº 26797399/2026-U-LA-MG/Ditec-MG/Supes-MG (Rio Doce/MG) e Anexos: Plano de Compensação Ambiental Proposta de Ações Ambientais Compensatórias (Alto Rio Doce) (26797401) e Lista de Presença (26812672).
- [9] Relatório de Vistoria 1/2026-U-LA-MG/Ditec-MG/Supes-MG (26673053) e Relatório Fotográfico (26673101).
- [10] Relatório de Vistoria nº 3/2025-ULA-MG/Ditec-MG/Supes-MG (SEI 24957138) e Anexo Fotográfico RV 3/2025 (SEI 24957167).



Documento assinado eletronicamente por **EDMILSON COMPARINI MATURANA, Analista Ambiental**, em 30/04/2026, às 18:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **NINO ANTONIO CAMINI, Analista Ambiental**, em 30/04/2026, às 18:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE DE LIMA ANDRADE, Analista Ambiental**, em 30/04/2026, às 19:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **WILIAM GOMES NUNES, Analista Ambiental**, em 30/04/2026, às 19:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **VANESSA POZZI ZOCH, Analista Ambiental**, em 30/04/2026, às 19:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **IRENE MARIA VAZ MAGNI FRAYHA, Analista Ambiental**, em 30/04/2026, às 20:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **JULIO HENRICHES DE AZEVEDO, Analista Ambiental**, em 30/04/2026, às 21:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **JUNIO AUGUSTO DOS SANTOS SILVA, Analista Ambiental**, em 30/04/2026, às 21:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ibama.gov.br/autenticidade>, informando o código verificador **27086360** e o código CRC **9420F49A**.

