



TERMO DE REFERÊNCIA DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTE DA RUPTURA SOBRE A FAUNA SILVESTRE TERRESTRE E BIODIVERSIDADE AQUÁTICA - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

No que diz respeito à fauna terrestre e biodiversidade aquática, a avaliação de impactos ambientais decorrentes da ruptura prevista no art. 17 da Resolução Conjunta Semad/Feam/IEF/Igam 3.181 de 11 de novembro de 2022, visa avaliar quali-quantitativamente os impactos decorrentes do desastre e retratar a evolução ecológica e ecossistêmica dos ambientes atingidos e não atingidos, embasando as ações de reparação, mitigação e/ou compensação dos danos. Para isso utilizará como referência os dados da caracterização da linha de base e realizará o monitoramento comparativo de ambientes atingidos e ambientes não atingidos.

O monitoramento deverá ser executado até a reparação integral dos danos ambientais reparáveis e por, no mínimo, cinco anos após a conclusão do processo de restauração de ecossistemas aquáticos e terrestres degradados. Cada ano de monitoramento compreenderá no mínimo uma campanha amostral na estação seca e uma na estação chuvosa, perfazendo um ciclo hidrológico completo.

Este termo de referência visa orientar a apresentação dos resultados analíticos da a avaliação de impactos ambientais decorrente da ruptura sobre a fauna silvestre terrestre e biodiversidade aquática (AIA), que deverão ser apresentados ao final de cada ciclo hidrológico contendo os resultados da avaliação, bem como as possíveis ações de reparação, mitigação ou compensação para cada impacto.

Como a execução da AIA deve ser imediata à ruptura é altamente recomendável que o empreendedor possua projeto técnico elaborado com base nos itens deste termo de referência para que, na ocorrência de desastre, não despenda tempo significativo com sua concepção, sendo feito apenas ajustes, caso necessário.

Dessa forma, no evento do rompimento, a empresa deve apresentar ao órgão ambiental:

- a. Projeto da AIA unificado, padronizado e revisado, contemplando a cadeia de comando dos programas que a compõem incluindo informação de contato, postos de comando e equipe de cada programa;
- b. Apresentar Tabela de Síntese Geral contendo perguntas, hipóteses, indicadores, nível de análise, rede amostral e frequência amostral para cada avaliação;
- c. Apresentar atualização pós-desastre de todos os mapeamentos geoespaciais previstos no Termo de Referência da Caracterização da Linha de Base;
- d. Apresentar cronograma físico com as atividades previstas para avaliação do impacto sobre a fauna terrestre e biota aquática a serem executadas em curto, médio e longo prazo, incluindo atividades de campo, análises laboratoriais e entrega de relatórios de execução, dados brutos e relatórios analíticos.

A empresa contratada para execução da AIA deverá apresentar ao órgão ambiental relatórios de execução ao final de cada campanha descrevendo as ações realizadas no período bem como dados brutos produzidos no âmbito dos estudos. Os dados brutos devem ser encaminhados ao IEF pelos responsáveis técnicos concomitantemente ou anteriormente a sua entrega ao empreendedor.

Todos os dados coletados no “Plano de resgate, salvamento e destinação de animais da fauna silvestre de vida livre em caso de ruptura” devem integrar a avaliação de impactos ambientais



decorrente da ruptura sobre a fauna silvestre terrestre e biodiversidade aquática (AIA).

Para execução da AIA, o empreendedor deverá solicitar a emissão das autorizações e licenças de manejo de fauna terrestre e aquática por parte do órgão ambiental competente, conforme Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 2.749 de 15 de janeiro de 2019.

Os órgãos ambientais poderão requisitar parte das amostras para análise e contraprova independentes, que serão custeadas pela empresa.

Os itens do TR estão em negrito e as orientações de preenchimento em itálico.

Este termo de referência é exclusivo à fauna silvestre e exótica e não se aplica à fauna doméstica.

1. DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS E CORPOS HÍDRICOS DE ESTUDO

Adotar as áreas de estudo definidas na caracterização de linha de base, salvo necessidade de ajuste devido a deposição do material extravasado ou sedimentos de forma significativamente diversa do modelo de Dam Break.

1.1. Área Diretamente Afetada (ADA)

Para os ambientes terrestres devem ser consideradas todas as áreas em que possa haver deposição ou passagem de material conforme o cenário de ruptura extremo dos estudos e cenários de ruptura.

Para os ambientes aquáticos devem ser considerados todos os corpos hídricos em que possa haver deposição ou passagem de material conforme modelagem de extravasamento e carreamento de rejeitos e sedimentos.

Caso o carreamento de sedimentos e/ou material extravasado extrapole os limites do Estado será considerada a área até os limites do Estado.

1.2. Área de Influência (AI)

Áreas e corpos hídricos circunvizinhos à ADA cujos atributos físicos ou bióticos possam sofrer impactos diretos ou indiretos decorrentes de eventual desastre

1.3. Área de Referência (AR)

Ambientes que não serão atingidos, fora da ADA e da AI, portanto, e que permitam a comparação a ambientes atingidos para o diagnóstico de danos ambientais decorrentes do desastre e acompanhamento de sua evolução ao longo do tempo. Em caso de desastre, serão também empregados para nortear os esforços de reversão de danos fornecendo metas de restauração de ecossistemas. Devem incluir ambientes de características similares a cada classe de ambiente aquático ou terrestre potencialmente atingido, incluindo as proporções de fitofisionomias florestais e abertas.

2. HIPÓTESES E PREDIÇÕES



A execução da AIA deve aderir ao método hipotético-dedutivo, apresentando:

- a) perguntas de pesquisas específicas e logicamente ligadas aos impactos conjecturados com base na literatura e desastres similares (as perguntas devem ser capazes de diferenciar danos provocados pelo desastre de impactos de fundo, causados por outras fontes, bem como distinguir impactos crônicos e agudos);*
- b) hipóteses de trabalho e previsões;*
- c) variáveis preditoras e variáveis resposta.*

3. REDE AMOSTRAL NA ADA, AI E AR

Apresentar o desenho amostral, incluindo o detalhamento de como a rede amostral foi obtida.

Deve-se adotar a mesma rede e desenho amostrais da caracterização de linha de base, salvo se a situação de fato exigir ajuste devido à deposição do material extravasado ou sedimentos de forma diversa do modelo de Dam Break ou que impeça o acesso e amostragem de seus pontos. Nesses casos, pontos substitutivos devem apresentar equivalência amostral à rede de caracterização de linha de base e todos os ajustes (inclusões, deleções ou deslocamentos de pontos) obedecerão às diretrizes de desenho amostral de seu termo de referência.

Deverão ser amostradas as áreas atingidas sob intervenções (tais como, áreas dragadas, limpeza de margem, supressão de maciços de vegetação), áreas atingidas sem intervenções e AR. A amostragem deve ser realizada durante e após as intervenções possibilitando a comparação entre as três áreas.

4. METODOLOGIA

Descrição detalhada de métodos amostrais e analíticos adequados às perguntas de pesquisa, hipóteses e previsões.

Adotar os mesmos métodos amostrais e analíticos previstos na caracterização de linha de base.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item devem ser apresentadas avaliações qualitativas e quantitativas em relação às mudanças ocasionadas no ambiente físico, biodiversidade, aspectos toxicológicos e serviços ecossistêmicos, considerando os dados obtidos em campo, os dados da caracterização de linha de base e a comparação entre ambientes atingidos e não atingidos.

As avaliações buscarão sempre representar a variação espacial e temporal dos ambientes atingidos e elucidar o nexos causal entre degradação observada e desastre, obedecendo às seguintes diretrizes:

- Comparar os resultados pós-desastre aos da caracterização de linha de base nos mesmos pontos amostrais ou em pontos equivalentes, se necessários ajustes, e nos mesmos períodos;*
- Avaliar a evolução dos impactos em cada ponto amostral ao longo do tempo pela comparação dos resultados da série temporal de campanhas amostrais;*
- Amostrar e comparar cada classe de ambiente terrestre ou aquático atingido (ADA e*



AI) a ambientes similares não atingidos (AR) ao longo do tempo;

- *Contemplar a avaliação dos impactos positivos e negativos de medidas corretivas, como obras de dragagem e ações de restauração de ecossistemas.*

5.1 Meio físico e habitats

5.1.1 Hábitats terrestres

Apresentar informações sobre a supressão, fragmentação ou degradação dos diferentes tipos de habitats terrestres em decorrência do desastre, incluindo fitofisionomias florestais, abertas, ambientes úmidos e ripários, com ênfase especial em habitats críticos, como rotas migratórias e sítios de reprodução, nidificação e desenvolvimento de juvenis, bem como impactos sobre polinização e dispersão de sementes.

5.1.2 Hábitats aquáticos

Apresentar informações sobre a supressão, fragmentação ou degradação dos diferentes tipos de habitats aquáticos, incluindo: ambientes lóticos e lênticos; nascentes e corpos hídricos temporários ou intermitentes; heterogeneidade espacial e temporal, lateral, longitudinal e físico-química; sequência de trechos de remansos (depressões) e corredeiras (soleiras); áreas úmidas e ambientes marginais, como áreas de várzea, lagoas, poças e refluxos; diferentes substratos encontrados nos trechos e imersão dos mesmos, devidamente caracterizados por protocolos especificados na Termo de Referência de Caracterização de Linha de Base; ênfase especial em habitats críticos e de interesse para a conservação da biodiversidade aquática, como rotas de migração, ressurgências ou acúmulo de nutrientes e sítios de reprodução, nidificação ou desenvolvimento de juvenis, avaliando os impactos na deriva de ictioplâncton e invertebrados aquáticos ou invertebrados terrestres que tenham fase de vida na água.

5.1.3 Conectividade

Apresentar em caso de ruptura de barragem informações sobre a alteração da conectividade entre fragmentos remanescentes aquáticos e terrestres e suas implicações para a conservação da biodiversidade, conforme o documento “Metodologia de Análise de Conectividade” disponibilizado pelo IEF.

5.2 Biodiversidade

Apresentar as alterações na biodiversidade aquática e terrestre na área de estudo, incluindo ADA, AI, AR, com base em estudo de campo (observados os métodos determinados no Anexo I do termo de referência da caracterização da linha de base) e comparações com a caracterização da linha de base, para compreensão dos impactos causados pelo rompimento.

Devesão ser apresentadas, minimamente:

- *Alterações de abrangência geográfica e área de ocorrência de espécies terrestres e aquáticas, com ênfase nas de interesse para a conservação, como as ameaçadas*



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS**

de extinção, raras, endêmicas, de distribuição restrita, migratórias, cinérgicas, exóticas e de relevância ecológica ou econômica;

- *Estimativa da mortalidade total de indivíduos ou biomassa, quando adequado, para cada grupo taxonômico;*
- *Alterações de estrutura de populações, recrutamento de indivíduos, maturação sexual, tamanhos de indivíduos e biomassa;*
- *Alterações de estrutura, composição e função de comunidades terrestres e aquáticas com ênfase em grupos indicadores de qualidade ambiental, incluindo análises de composição, riqueza (número de espécies em uma comunidade), abundância relativa ranqueada (número de indivíduos de cada espécie em relação ao total), diversidade (combinação da riqueza de espécies com a uniformidade ou equitabilidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies) e similaridade para as diferentes comunidades estudadas;*
- *Alterações de processos ecológicos, incluindo alterações de teias tróficas, migrações reprodutivas, processos limnológicos e ciclos biogeoquímicos, bem como de trocas entre as comunidades ripária e aquática.*

Todos os registros primários de fauna aquática e terrestre deverão ser estruturados no padrão DarwinCore e enviados em planilha Excel, utilizando como base o arquivo "Ocorrência_DWC" disponibilizado pelo IEF. O arquivo final para envio deverá chamar "Fauna AIA_Nome do empreendimento_data (dd-mm-aaaa)".

5.3 Impactos Toxicológicos e Ecotoxicológicos

5.3.1 Meio físico

5.3.1.1 Solos

Apresentar alterações na carga de contaminantes metálicos e não metálicos e sua biodisponibilidade nos solos considerando os elementos e compostos identificados na caracterização da linha de base e a composição do material extravasado..

Apresentar avaliação da nocividade dos solos atingidos pelo desastre para fauna edáfica realizada por bioensaios, utilizando preferencialmente espécies nativas como modelos, conforme ABNT NBR ISO 17512- 1:2011, ISO 17512-2:2011, ABNT NBR ISO 16387:2012, ABNT NBR 15537:2014 e ABNT NBR ISO 11267:2019.

5.3.1.2 Sedimentos

Apresentar alterações na carga de contaminantes metálicos e não metálicos e sua biodisponibilidade nos sedimentos considerando os elementos e compostos identificados na caracterização da linha de base e a composição do material extravasado.

Apresentar avaliação da nocividade dos sedimentos atingidos para a ictiofauna, invertebrados aquáticos e microbiota pela realização de bioensaios, utilizando preferencialmente espécies nativas como modelos, conforme ABNT NBR 15469:2015, ABNT NBR 15470:2013, ABNT NBR 13373:2017 e ABNT NBR 15499:2016.



5.3.1.3 Água

Apresentar alterações na carga de contaminantes metálicos e não metálicos e sua biodisponibilidade na água considerando os elementos e compostos identificados identificados na caracterização da linha de base e a composição do material extravasado.

Apresentar avaliação da nocividade da água atingida para a ictiofauna, invertebrados aquáticos e microbiota pela realização de bioensaios, utilizando preferencialmente espécies nativas como modelos, conforme ABNT NBR 15469:2015, ABNT NBR 15470:2013, ABNT NBR 13373:2017 e ABNT NBR 15499:2016.

5.3.2 Meio biótico terrestre

5.3.2.1 Bioacumulação na flora

Apresentar alteração na bioacumulação de contaminantes na flora que possam alterar o acúmulo ou concentração de contaminantes na fauna considerando os elementos e compostos identificados identificados na caracterização da linha de base, considerando os diferentes níveis tróficos.

5.3.2.2 Contaminantes metálicos e não metálicos na fauna terrestre

Apresentar alterações na carga de contaminantes metálicos e não metálicos nos elementos bioindicadores de fauna terrestre (espécies que reflitam o estado biótico ou abiótico da área em questão) considerando os elementos e compostos identificados na caracterização da linha de base.

Apresentar avaliação das respostas das diferentes espécies aos contaminantes, correlacionada a análise de sua biodisponibilidade ao longo do tempo.

5.3.2.3 Bioacumulação e biomagnificação na fauna terrestre

Apresentar alterações de bioacumulação e biomagnificação nas teias tróficas da fauna terrestre considerando os elementos e compostos analisados na caracterização da linha de base.

5.3.2.4 Estado de saúde da fauna terrestre

Apresentar alterações do estado de saúde da fauna terrestre por estudos histopatológicos; caracterização de alterações de células germinativas, incluindo atresia folicular; avaliação genotoxicológica; e caracterização de alterações de expressão de metalotioneínas. A investigação deve ser realizada em elementos bioindicadores da fauna terrestre (espécies que reflitam o estado biótico ou abiótico da área em questão) e deverão ser utilizados como amostras: sangue, plasma, soro, pelos, penas de contorno, unhas, conteúdo estomacal, fezes, pele, musculatura, fígado, rins, pulmões, gônadas e outros tecidos.

5.3.3 Meio biótico aquático

5.3.3.1 Contaminantes metálicos e não metálicos na fauna aquática



Apresentar alterações na carga de contaminantes metálicos e não metálicos ou sua biodisponibilidade na biota aquática considerando os elementos e compostos identificados na caracterização da linha de base.

Apresentar alteração na bioacumulação ou biomagnificação de contaminantes metálicos e não metálicos na ictiofauna e em invertebrados aquáticos, considerando os diversos níveis tróficos.

Apresentar avaliação das respostas das diferentes espécies aos contaminantes, correlacionada a análise de sua biodisponibilidade ao longo do tempo.

5.3.3.2 Estado de saúde da fauna aquática

Apresentar alterações da saúde da ictiofauna, incluindo alterações histopatológicas de musculatura, fígado, brânquias e gônadas, alterações de células germinativas, incluindo atresia folicular, alterações genotoxicológicas e alterações na expressão de metalotioneínas, alterações genômicas e epigenômicas.

Observação: Além dos resultados obtidos dos espécimes capturados e coletados em campo especificamente para execução da avaliação de impactos ambientais, os itens 5.3.2 e 5.3.3 deverão levar em consideração também:

- *exames laboratoriais dos animais resgatados e vestígios biológicos recolhidos, incluindo exames toxicológicos, genotoxicológicos e de bioacumulação de contaminantes metálicos e não metálicos, considerando como amostras sangue, plasma, soro, pelos, penas de contorno, unhas, fezes, guano, pelotas de regurgitação e demais amostras que não acarretem óbito ao animal;*
- *exames laboratoriais e necropsia das carcaças encontradas e dos animais resgatados que vierem a óbito, incluindo exames histopatológicos, exames toxicológicos, genotoxicológicos e de bioacumulação de contaminantes metálicos e não metálicos, considerando como amostras sangue, plasma, soro, pelos, penas de contorno, unhas, conteúdo estomacal, fezes, pele, musculatura, fígado, rins, pulmões, gônadas, brânquias, cérebro, cerebelo, tronco, medula e outros tecidos e organismos inteiros no caso de invertebrados.*

5.4 Provisão de Bens e Serviços Ecológicos

Apresentar as alterações observadas nos serviços ecológicos mais relevantes para a área apresentados na caracterização da linha de base.

5.5 Eventos de mortalidade

Deve-se relatar os eventos de mortalidade identificados pela equipe de resgate, salvamento e destinação e apresentar análises e discussões que atestem ou refutem a casualidade com a ruptura da barragem.

5.6 Impactos ambientais identificados e ações de mitigação, reparação ou compensação



Deve-se relatar e classificar os impactos ambientais identificados, apresentando ações de mitigação, reparação ou compensação para cada impacto. A cada ciclo as informações devem ser atualizadas com base nos resultados obtidos e levando em consideração a efetividade ou ineficiência das ações de mitigação e reparação executadas.

6. CONCLUSÃO

Deve-se apresentar uma síntese dos resultados e das discussões tecendo recomendações para continuidade ou melhorias na execução da AIA e obtenção dos resultados necessários para a tomada de decisão quanto à implantação, manutenção ou alteração de medidas de mitigação, reparação e compensação.

7. CRONOGRAMA

Deve-se apresentar cronograma das atividades futuras a serem realizadas no âmbito da avaliação de impactos ambientais contemplando campanhas de campo, análises laboratoriais e entregas de relatórios de atividades, dados brutos e relatórios analíticos.

8. ANEXOS

Todos os dados brutos coletados e processados e os resultados de análises necessários à avaliação de impactos ambientais deverão ser tabulados e entregues ao IEF em formato editável (.dbf, *.csv, *.xlsx, *.ods, *.shp etc.). Caso sejam produzidos outros arquivos não citados neste item, eles deverão ser incluídos em sequência.*

ANEXO I – Arquivos de mapeamento geoespacial

Arquivos shp e kml produzidos em atendimento a este termo de referência.

ANEXO II – Dados brutos do registro primário de biodiversidade

Planilha produzida em atendimento ao item 5.2 deste termo de referência.

ANEXO III - Dados brutos da caracterização da linha de base quanto a impactos toxicológicos e ecotoxicológicos sobre água, sedimento, solo e fauna silvestre

Planilhas produzidas em atendimento ao item 5 deste termo de referência.

REFERÊNCIAS

La, V. T. and Cooke, S. J. (2011) ‘Advancing the science and practice of fish kill investigations’,

Reviews in Fisheries Science, 19(1), pp. 21–33. doi: 10.1080/10641262.2010.531793.