



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Nota Técnica nº 15/2024/CTBio/DIBIO/ICMBio

Vitória-ES, 17 outubro de 2024

Assunto: Análise integrada dos Relatórios do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Terrestre referentes à Estação Chuvosa 2022/2023 (3ª Campanha) e à Estação Seca 2023 (4ª Campanha).

1. DESTINATÁRIO

Câmara Técnica de Conservação da Biodiversidade – CT-Bio;
Comitê Interfederativo, IBAMA - CIF-IBAMA

2. INTERESSADO

Comitê Interfederativo – CIF;
Fundação Renova;
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio;
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA;
Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA;
Instituto Estadual de Florestas – IEF;

3. REFERÊNCIA

Relatório do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Terrestre referente à Estação Chuvosa 2022/2023 (3ª Campanha)
Relatório do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Terrestre referente à Estação Seca 2023 (4ª Campanha).
Cláusula 168 do TTAC
Anexo II da Deliberação CIF nº 704 de 2023
Deliberação CIF nº 617/2022

4. FUNDAMENTAÇÃO

A presente nota técnica tem por finalidade a análise do Relatório Técnico do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Terrestre referente ao Período 07/10/2022 à 10/05/2023 - Estação Chuvosa 2022/2023 (3ª Campanha) enviado pela Fundação Renova em 25 de setembro de 2023 – FR.2023.2415, e do Relatório Técnico do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Terrestre referente ao Período 22/05/2023 à 07/10/2023 - Estação Seca 2023 (4ª Campanha) enviado pela Fundação Renova em 18 de janeiro de 2024 – FR.2024.0141. O conteúdo da mesma reflete o entendimento dos órgãos integrantes da Câmara Técnica de Conservação da Biodiversidade (CT-Bio/CIF), cuja coordenação cabe atualmente ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio.

A análise dos relatórios foi realizada pelos seguintes técnicos e instituições:

- Hermes José Daros Filho - IEMA, ES
- Juliano Barbirato - IEMA, ES
- Patrick Calatroni Hemaidam - IEMA, ES
- Eduardo Sosti Perini - IEMA, ES
- Janaína Batista Aguiar - IEF, MG

Adicionalmente, os relatórios foram analisados pelo consultor externo [Alexandre Venson Grose](#), contratado pela Câmara Técnica de Conservação da Biodiversidade (CT-Bio), para apoio às análises dos documentos referentes à Cláusula 168. Suas considerações também foram incorporadas nesta nota técnica.

5. CONTEXTUALIZAÇÃO

Diversos são os textos que descrevem a sequência de eventos que se desenrolaram a partir do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG). Para efeito desta nota técnica, consideram-se válidas as informações contidas no Anexo II da Deliberação CIF nº 704 de 2023, intitulado “Modelo Técnico Consolidado do Desastre da Samarco/Rio Doce” (https://www.gov.br/ibama/pt-br/ acesso-a-informacao/institucional/cif/arquivos/deliberacoes/2023/cif_deliberacao_704_2023anexoii.pdf).

Em decorrência do rompimento e dos impactos ambientais ocasionados, uma sequência de monitoramentos foi estabelecida de forma a acessar os impactos na flora e na fauna da região afetada. Para responder a estes questionamentos, foram definidos 3 temas gerais que norteiam 16 perguntas específicas a serem respondidas pelas pesquisas:

Atualmente, o monitoramento segue as seguintes questões / temas principais:

- Quais os impactos persistentes ou recorrentes do evento sobre as espécies da fauna e flora terrestres da Bacia do rio Doce, qual a magnitude, a abrangência espacial e temporal destes impactos?

2. Há tendência de aumento de condições ambientais favoráveis para o restabelecimento de populações de animais e plantas e dos processos ecológicos afetados pelo rompimento da barragem?
3. As ações de restauração, recuperação e compensação da bacia do rio Doce estão levando ao aumento na abundância, distribuição ou riqueza de espécies ou grupos funcionais ameaçados, sensíveis ou chave, nos diferentes contextos afetados?

Importante destacar os focos adotados para cada tema. Para o tema 1, somente os efeitos crônicos são foco do monitoramento. Para o tema 2, entende-se que a melhoria geral da bacia deve ser avaliada através de métodos de sensoriamento remoto. Para o tema 3, relativo à regeneração, o foco é nas ações reparatórias executadas pela Fundação Renova.

Quanto às perguntas específicas, são elas:

Pergunta 1 – Qual a magnitude, abrangência espacial e temporal dos impactos decorrentes da presença de contaminantes sobre a flora terrestre da bacia do rio Doce?

Pergunta 2 – Quais concentrações de contaminantes na vegetação poderiam ser consideradas como vetores de impacto biológico (danos)?

Pergunta 3 – Está ocorrendo contaminação por elementos químicos e consequente danos em espécies de invertebrados e de pequenos vertebrados (anfíbios, répteis, roedores e marsupiais) que estão em contato direto com o rejeito?

Pergunta 4 – Qual o efeito do rompimento da barragem e consequente derramamento de rejeitos que avançaram sobre a vegetação natural, na redução de florestas, na alteração da diversidade (taxonômica, filogenética e funcional), na estrutura e funcionamento das comunidades vegetais remanescentes que receberam rejeito, tendo como base o contexto original da paisagem regional?

Pergunta 5 – Qual a magnitude espaço-temporal dos impactos crônicos (persistentes ou recorrentes) da presença da mancha de rejeitos sobre a diversidade e características de insetos terrestres?

Pergunta 6 – Áreas diretamente afetadas pelo rejeito apresentam menor abundância do cágado-de-barbichas (*Phrynosoma marmoratum*) do que áreas não afetadas, como sugerem os dados da avaliação ecológica rápida? Caso a abundância seja de fato menor em áreas diretamente afetadas, haverá aumento na abundância dessa espécie ao longo de 9 anos, em função das suas supostas melhorias nas condições ambientais da bacia?

Pergunta 7 – Existem riachos, que tiveram vegetação ripária, calha e margens completamente descaracterizadas pela passagem da onda de rejeito, que abrigam populações de *Hydromedusa maximiliani* em seus trechos localizados a montante da área diretamente afetada? Trechos de riachos recuperados e que abrigam indivíduos a montante da área diretamente afetada serão utilizados por *Hydromedusa maximiliani* em dez anos, na medida em que houver uma melhoria da sua qualidade ambiental em função do processo de restauração ambiental?

Pergunta 8 – Existem diferenças entre as comunidades da avifauna de áreas afetadas pela deposição de rejeito e em áreas de floresta não submetidas a este estressor? Se sim, quais são estas diferenças?

Pergunta 9 – Existem diferenças na diversidade funcional da avifauna em áreas afetadas pela deposição de rejeito e em áreas de floresta não submetidas a este estressor? Se sim, quais são estas diferenças?

Pergunta 10 – A presença da mancha de rejeitos nas margens dos cursos d'água afeta a composição e estrutura da comunidade de pequenos mamíferos nos sítios amostrais impactados?

Pergunta 11 – É possível detectar uma mudança ambientalmente positiva na estrutura e composição da paisagem natural na bacia do rio Doce ao longo do tempo?

Pergunta 12 – A restauração florestal planejada ou realizada no domínio espacial do PG30, como compensação da destruição oriunda do rompimento da barragem, vai conseguir restaurar a biodiversidade (taxonômica, filogenética e funcional), incluindo as espécies ameaçadas, sensíveis ou chaves, a estrutura, o funcionamento e o provimento de serviços ecossistêmicos, tendo os ecossistemas naturais mais conservados (estágio médio e avançado de regeneração) como referência?

Pergunta 13 – Quais os efeitos das ações de restauração e recuperação das áreas impactadas sobre a diversidade de invertebrados?

Pergunta 14 – Como o processo de recuperação e restauração ecológica de habitats afeta a composição da comunidade de anfíbios e répteis Squamata ao longo do tempo?

Pergunta 15 – Existem diferenças nos padrões de sucessão entre as comunidades da avifauna de áreas afetadas pela deposição de rejeito em processo de restauração e em áreas de floresta não submetidas a este estressor em diferentes escalas da paisagem?

Pergunta 16 – A regeneração dos ambientes degradados pelo rompimento da barragem e dos ambientes em restauração na bacia está restaurando a funcionalidade dos ecossistemas e permitindo o retorno de processos ecológicos executados por espécies de insetos, mamíferos e aves?

O monitoramento atual possui uma extensa malha amostral em Minas Gerais, abrangendo uma área desde a barragem de Fundão, em Mariana, até a Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, em Rio Doce, passando por Barra Longa e Ponte Nova. Pontualmente, inclui áreas de restinga nos municípios de Linhares, São Mateus e Aracruz, no Espírito Santo. Na restinga, foram estabelecidos 6 sítios amostrais, divididos igualmente ao sul e ao norte do rio Doce. Ainda na região do baixo Doce, 5 ilhas foram monitoradas perto da foz do rio, com 3 sítios amostrais adicionais em fragmentos florestais próximos às margens do Rio.

No geral, o desenho amostral das perguntas é baseado principalmente na comparação de diferentes áreas afetadas com áreas de referência. Neste contexto, foram selecionados 40 fragmentos florestais, dos quais 20 foram classificados como fragmentos florestais referência (FFR) e outros 20 como porções de fragmentos alvo (PFA). Para a avaliação do processo de restauração, também foram demarcados 40 sítios amostrais em locais que foram diretamente afetados pela pluma de rejeitos e que estão tendo algum tipo de trabalho que visa a restauração da área. Um total de 20 sítios amostrais correspondem a áreas de restauro sobre rejeito (RR) e outros 20 sítios amostrais são áreas de restauro natural (RN). Ao final, foi obtido um desenho amostral com áreas de restauro ativo sobre rejeito (ARR), áreas de restauro natural sobre rejeito (ARN), áreas controle de restauro ativo (CRR) e áreas controle de restauro natural (CRN).

6. ANÁLISE TÉCNICA

A análise que se segue, apresenta-se em tópicos e está estruturada de acordo com as perguntas orientadoras do monitoramento e trazem comentários, questionamentos e conclusões - posicionamentos e sugestões - dos avaliadores. Espera-se que os questionamentos postos sejam respondidos em documento posterior emitido pela empresa contratada. Os demais pontos levantados devem ser avaliados e incorporados, sempre que possível, nas discussões metodológicas e oficinas de discussão dos resultados do monitoramento.

6.1. Comentários Gerais

6.1.1. Estrutura documental

- Destaca-se, de forma positiva, o aprimoramento estrutural e organizacional dos relatórios do PMBT aqui analisados em comparação com os anteriores, uma vez que a empresa Ello Ambiental é a única executora de todo o escopo do monitoramento. Contudo ainda existe espaço para melhoria e aperfeiçoamento;

- Estruturalmente, é esperado que todos os relatórios entregues pela Fundação Renova tragam apenas uma única contextualização do rompimento, preferencialmente o adotado pelo sistema CIF (Deliberação 704/2023). Caso não seja adotado o texto aprovado pelo CIF, citar que, para o CIF, aquela é a definição. Adicionalmente, recomenda-se que os tópicos “introdução” de cada tema tragam objetividade máxima, apresentando apenas informações vinculadas diretamente ao tema;

- Se faz necessária a padronização de termos e siglas, bem como sua apresentação em glossário no início dos relatórios. Exemplo de possível confusão é a Figura 3 do Relatório da 4ª Campanha, onde a legenda e a nomenclatura do mapa divergem;

- Quanto às análises estatísticas apresentadas ao longo do relatório, sugere-se criar tópicos separados para cada linha de pesquisa ou criar um anexo específico para tal, com todo arcabouço estatístico do monitoramento;

- Se faz necessária a organização cuidadosa dos relatórios quanto às perguntas e grupos de trabalho que executaram as coletas. Por diversas vezes os temas estão desencontrados ou fora de contexto geral;
- Para todos os temas, seria importante a manutenção de uma estrutura de tópicos padronizada, além da vinculação clara e lógica com a pergunta/tema;
- Incluir nos relatórios a definição de “áreas degradadas” e se atendem ao conceito amplo ou específico (relacionado ao rompimento);

6.1.2. Métodos e resultados

- Não foi citada a referência de metodologia de coleta de material vegetal fresco para análise de metais em plantas (p. 554/555, Rel. 3º Camp.);
- Houve mudança nos sítios amostrais de Odonatas para as coletas referentes à 3ª campanha em diante, conforme consenso alcançado durante a Oficina do PMBT de novembro/2022. Os transectos amostrais saíram de áreas terrestres e foram transferidos para áreas com corpos d'água (lagoas/açudes). As mudanças surtiram efeito claro no volume de captura de indivíduos;
- “Todos os indivíduos de arbustos, árvores, palmeiras ou samambaia-açu com pelo menos um fuste e circunferência à altura do peito (CAP) $\geq 15,7$ cm foram plaqueados, mensurados [...]”. Necessário entender a referência e a motivação desta padronização de CAP/DAP em 15,7 cm. Outros autores, como Schaeffer-Novelli, indicam circunferências menores para garantir os juvenis, de forma a visualizar a taxa de crescimento populacional. Além disso, a definição de indivíduos regenerantes baseada apenas na CAP e altura pode não ser suficiente para capturar a dinâmica completa da comunidade vegetal. Outros critérios, como a presença de folhas ou brotações, podem ser necessários para uma definição mais precisa (p. 148, Rel. 3º Camp. e p. 622, Rel. 3º Camp.);
- “As placas numeradas feitas de alumínio com numeração contínua para que não houvesse repetições, foram fixadas nas árvores com pregos galvanizados [...]” A fixação das placas nas árvores com pregos galvanizados pode causar danos às árvores e promover a entrada de patógenos. Visto que existem plantas que liberam hormônios (tal qual etileno) e alteram sua fisiologia momentaneamente de acordo com alguns gatilhos, como possivelmente essa perfuração. Métodos menos invasivos, como cintas de nylon ou cordas, podem ser mais adequados para evitar danos (Rel. 3º Camp.);
- Em relação à orientação das placas numeradas, embora seja mencionado que as placas foram fixadas sempre voltadas para o mesmo sentido para facilitar o controle de campo, isso pode não ser suficiente para garantir que nenhum indivíduo seja mensurado mais de uma vez, especialmente em áreas com alta densidade de vegetação. São necessárias alternativas mais eficazes de visualização (Rel. 3º Camp.);
 - Como mencionando ao longo do relatório, cuja causa exata ou com maior acurácia quanto da mortalidade de árvores nas áreas de restauro não são completamente evidenciadas, e que, faz-se necessária a manutenção do monitoramento, com os ajustes apropriados, para identificar os fatores que estão causando mortalidade, permitindo que sejam implementadas medidas de mitigação (Rel. 3º Camp.);
- Embora o método descreva em geral as práticas adotadas na amostragem de flora, poderia ser benéfico fornecer mais detalhes sobre os procedimentos específicos seguidos durante a coleta, preparo e identificação das espécies. Isso ajudaria na replicabilidade do estudo e na compreensão completa do processo (Rel. 3º Camp.);
- Além do código de identificação do coletor, seria útil documentar detalhadamente as amostras de flora coletadas, incluindo informações como localização geográfica precisa, condições ambientais, datas de coleta, entre outros, para enriquecer os dados e facilitar a interpretação dos resultados (Rel. 3º Camp.);
- Em geral, os resultados de flora apontam variações significativas na biodiversidade entre os diferentes tipos de sítios amostrais, com implicações importantes para a conservação e manejo desses ecossistemas (Rel. 3º Camp.);
- Sugere-se que analisar o elemento mercúrio (Hg) se torne um objetivo nas investigações, dado que este elemento tem sido um foco importante para a saúde da comunidade faunística. A biomagnificação de elementos-traço, como o mercúrio, é altamente deletéria à saúde animal, conforme destacado no Relatório da 3ª Campanha (p. 734). Adicionalmente, é crucial reforçar a importância da inclusão do mercúrio (Hg) nas análises de elementos minerais presentes na matéria seca, como mencionado no Relatório da 4ª Campanha (p. 159);
- Vale observar o seguinte trecho:

“[...] i) o rompimento da barragem do Fundão e a consequente liberação de rejeitos impactou negativamente a comunidade vegetal nos fragmentos florestais adjacentes; ii) o impacto causado pelo rompimento da barragem nas espécies vegetais se prolonga para além do ponto de passagem do rejeito, afetando espécies localizadas distantes 110 m da mancha de rejeito”;

A maioria das áreas controle se localizam a menos de 50 m do ponto de deposição do rejeito, estando, portanto, muito mais próximas do rejeito do que o transecto 2 de PFA, de forma que é possível que, mesmo na estação seca, as plantas controle tenham estado expostas a elementos metálicos provenientes do rompimento da barragem (p. 178, Rel. 4º Camp.);

- Observando que, nas campanhas anteriores, a quantificação de MDA em raízes em crescimento secundário não é precisa devido à alta proporção de tecidos mortos e/ou lignificados, sugerimos a inclusão de um biomarcador adicional com maior eficiência para avaliar as raízes. Além disso, a limitação de coleta de raízes para algumas espécies e em alguns sítios amostrais compromete a qualidade das análises, conforme destacado no Relatório da 3ª Campanha. Conforme apontado no relatório, a falta de significância pode se dar pelo baixo valor de massa das raízes finas. Convém considerar também que a comparação da concentração de MDA entre diferentes estações apresenta limitações. Fatores específicos de cada estação, como inundações durante a estação chuvosa e déficit hídrico durante a seca, afetam a concentração de MDA ao causarem danos às membranas celulares em diferentes magnitudes. Portanto, reafirma-se a importância de inserir outro biomarcador para minimizar essas influências, conforme sugerido no Relatório da 4ª Campanha (p. 217).
- Sobre ajustes nos modelos do LiDAR, diz-se que “esse problema de fato é simples de ser resolvido e deverá ser corrigido antes que esses modelos sejam de fato utilizados em estimativas de parâmetros florestais para a região estudada.” Então, deve-se buscar esse ajuste, para responder corretamente à pergunta referente (14) (p. 382, Rel. 4º Camp);

6.2. Pergunta 1

Para se obter uma visão mais abrangente dos efeitos potenciais da contaminação por metais, seria interessante considerar a saúde das plantas em cada sítio amostral, como exemplo, avaliar indicadores de estresse vegetal. Também, incluir os valores e fontes dos limites de fitotoxicidade considerados para os metais mencionados, além de discutir as implicações desses altos níveis de metais para as plantas. Isso ajudaria a contextualizar melhor a gravidade do problema e destacar os potenciais efeitos negativos na saúde e no desenvolvimento das plantas, bem como nos ecossistemas em geral, auxiliando na escolha de medidas mitigadoras, caso necessário.

A metodologia indica que cada ponto de amostragem está associado a um dos três Blocos Amostrais (1, 2 ou 3), cada um situado em um contexto geoambiental específico, com distintos perfis geoquímicos naturais para vários metais. Também se faz menção de que a Figura 1 ilustra a distribuição dos pontos de amostragem e dos blocos correspondentes, nos quais foram coletadas espécies vegetais para posterior análise de metais. No entanto, seria benéfico fornecer uma explicação mais detalhada sobre as discrepâncias entre esses blocos amostrais e exibir a figura imediatamente após este parágrafo para facilitar a compreensão da distribuição espacial dos mesmos.

A análise revela que a concentração de metais foi consistentemente maior nas plantas coletadas no Bloco 1 em comparação com os outros blocos. Isso sugere uma correlação entre a concentração de metais nas plantas e o contexto geológico local, pois o Bloco Amostral 1 está localizado na região do Quadrilátero Ferrífero, conhecida por apresentar naturalmente maiores concentrações de elementos-traço. Além disso, o texto destaca que, nos sítios amostrais de restauro ativo, onde o sítio 1 não está presente, a concentração de metais foi maior no Bloco 2 do que no Bloco 3. Isso pode ser atribuído às diferentes litologias e composições geológicas dos blocos amostrais, com o Bloco 2 sendo composto por quartzito, metaconglomerado e xisto do Supergrupo Rio das Velhas, e o Bloco 3 por rochas do complexo basal, as mais antigas da bacia.

Para eliminar a influência do *background* geoquímico sobre o acúmulo de metais pelas espécies, optou-se por realizar todas as análises separando as plantas por blocos amostrais. Essa abordagem é essencial para compreender melhor os fatores que influenciam a absorção de metais pelas plantas em diferentes ambientes geológicos, permitindo uma melhor avaliação dos riscos ambientais e a implementação de medidas de mitigação adequadas, especialmente em áreas sujeitas a atividades industriais ou de mineração.

Faz-se necessário fornecer mais detalhes sobre os procedimentos de validação e controle de qualidade utilizados, incluindo os métodos de calibração, os critérios de aceitação dos resultados e os limites de detecção dos elementos analisados.

A conclusão dos resultados revela impactos significativos do rompimento da barragem do Fundão na acumulação de metais por espécies vegetais. Observou-se que o acúmulo diferencial desses metais foi evidente ao comparar espécies de floração rápida (FFR) com as de processo de frutificação acelerada (PFA). Além disso, as maiores concentrações de metais nos transectos 1 e 2 de PFA sugerem que a passagem do rejeito teve um impacto que ultrapassou as áreas imediatamente adjacentes à mancha. Este impacto espacial foi também observado nos sítios RN, onde a concentração de elementos metálicos nas plantas diminuiu com o aumento da distância e do desnível em relação à área de deposição de rejeito.

No entanto, para os sítios de restauração natural e ativa, não foi identificado um padrão claro de acúmulo de metais entre as áreas afetadas e não afetadas. Isso levanta a possibilidade de uma recuperação efetiva das áreas afetadas ou indica a alta concentração de metais nos solos da região. A diferença significativa apenas entre FFR e PFA sugere que plantas em CRN e CRR também podem ter sido afetadas pelo rompimento da barragem, especialmente considerando sua localização em planícies de inundação, propícias à dispersão de metais pesados.

Embora algumas espécies tenham acumulado metais de forma diferenciada nas áreas afetadas, o potencial delas como bioindicadores é destacado. No entanto, é crucial reconhecer que o processo de bioindicação não depende exclusivamente das espécies, mas também é influenciado pela concentração de metais no ambiente e outros fatores do solo.

É importante ressaltar que para alguns metais, o fator de bioconcentração foi significativamente alto nas áreas afetadas, indicando um risco de biomagnificação. O encontro de altas concentrações de metais em frutos (*Xylopia sericea* e *Siparuna guianensis*) aumenta esse risco, ameaçando a fauna local e a reprodução das espécies vegetais. Portanto, a gestão e monitoramento contínuo dessas áreas são essenciais para mitigar esses impactos ambientais, sendo necessário ainda avaliar adaptação/otimização das metodologias de forma a investigar essa biomagnificação.

A dinâmica de metais na região é fortemente influenciada pela sazonalidade, com diferenças significativas entre as estações chuvosa e seca. Isso é explicado pela variação na absorção e transporte de íons metálicos devido ao fechamento estomático típico da estação seca, o que pode diminuir a absorção de metais, especialmente em áreas mais distantes do rio.

É afirmado que RR e RN foram menos afetados pela sazonalidade, provavelmente devido a sua maior proximidade com o rio (maior disponibilidade hídrica). Isso sugere que essas áreas podem ter uma capacidade de resposta mais estável à presença de metais, independentemente da estação. A concentração de metais entre estações seca de dois anos subsequentes revelou tendência à diminuição entre os anos de 2022 e 2023. Essa tendência precisa ser monitorada ao longo do tempo, considerando que fatores ambientais como a intensidade de precipitação podem influenciar na taxa de acúmulo de metais. Há uma indicação de que estudos mais extensivos e longitudinais são necessários para validar tais observações, especialmente em relação à recuperação das áreas afetadas e à eficácia das estratégias de restauro. Isso é crucial para entender melhor como os sistemas ambientais respondem a eventos de contaminação e à implementação de medidas de recuperação.

6.3. Pergunta 2

Seria útil fornecer detalhadamente os métodos específicos de análise utilizados para determinar o conteúdo de Malondialdeído MDA, garantindo assim a transparência e replicabilidade dos resultados. Embora seja mencionado que as amostras foram armazenadas e transportadas adequadamente, são necessários detalhes sobre os procedimentos exatos utilizados para garantir a integridade das mesmas durante o transporte e armazenamento, como o uso de controle de temperatura e documentação adequada durante o transporte. O mesmo vale para a documentação de métodos de análise. Além de expressar os valores de MDA em nmol g⁻¹ MF-1, seria benéfico incluir uma discussão dos resultados, destacando as principais descobertas e suas implicações para a saúde das plantas nos diferentes sítios amostrais. Isso pode ajudar os leitores a entender melhor o significado dos resultados e as possíveis medidas de mitigação que podem ser necessárias.

Os resultados apontam para dois fatos relevantes:

- i) o rompimento da barragem do Fundão e a consequente liberação de rejeitos impactou negativamente a comunidade vegetal nos fragmentos florestais adjacentes;
- ii) o impacto causado pelo rompimento da barragem nas espécies vegetais se prolonga para além do ponto de passagem do rejeito, afetando espécies localizadas distantes 110 m da mancha de rejeito.

Em resumo, os resultados relacionados ao MDA indicam que o rompimento da barragem do Fundão teve impactos significativos sobre a comunidade vegetal, causando danos celulares e alterações nas propriedades do solo.

6.3.1. Danos celulares e acúmulo de metais

Os dados revelam que o rompimento da barragem resultou em danos celulares para as plantas, evidenciados pela maior concentração de metais acumulados nos tecidos vegetais de PFA em comparação com FFR. Isso sugere que as plantas nas áreas afetadas foram expostas a níveis mais elevados de contaminação por metais, o que pode ter consequências negativas para sua saúde e desenvolvimento.

6.3.2. Alterações nas propriedades do solo

Além do acúmulo de metais, as áreas afetadas também mostraram alterações significativas nas propriedades do solo, como menor porosidade, capacidade de campo e água disponível, e maior resistência mecânica à penetração de raízes. Essas mudanças no solo podem agravar os danos às plantas, aumentando o estresse ambiental a que estão expostas.

6.3.3. Extensão dos danos e recuperação

Os resultados indicam que os danos celulares se estenderam além das áreas imediatamente adjacentes à mancha de rejeito, mas tendem a diminuir com o aumento da distância. No entanto, para os sítios em processo de restauração, não foi observado um padrão claro. Enquanto algumas áreas de controle não mostraram diferenças significativas em relação às áreas afetadas, outras apresentaram até mesmo maior concentração de MDA. Isso sugere que a recuperação das áreas de restauro pode ser variável e complexa, com diferentes fatores influenciando os resultados.

6.3.4. Possíveis efeitos de dispersão de poluentes

A conclusão levanta a hipótese de que as áreas que não receberam o rejeito diretamente também podem ter sido afetadas, possivelmente pela dispersão de poluentes. Isso é suportado pelos dados de metais, que mostram níveis elevados mesmo em áreas consideradas como controle, sugerindo uma contaminação mais ampla do ambiente.

6.3.5. Sazonalidade

Os resultados contrastam com o observado na estação chuvosa, onde as áreas de referência (FFR) mostraram concentrações menores de MDA em comparação com os sítios afetados. Isso sugere uma análise temporal e sazonal dos dados, o que é fundamental para contextualizar as conclusões. Também seria interessante acrescentar um tópico comparando os resultados entre campanhas secas realizadas anteriormente.

6.4. Perguntas 4 e 12

6.4.1. Solo

O relatório destaca o comportamento de vários elementos químicos nos solos das áreas afetadas, como ferro (Fe), manganês (Mn), cádmio (Cd), cobalto (Co), chumbo (Pb) e zinco (Zn). Observou-se um aumento significativo desses elementos nas áreas impactadas em comparação com as áreas de referência. Os valores de Cádmio foram os que mais ultrapassaram as legislações referentes à concentração de metais no solo no geral. Foi o elemento que aparece acima dos limites em

maior número de parcelas (VRQ = 109 ; VP = 10). Ferro e Manganês disponíveis e pseudo total foram mais elevados para solo nas parcelas alvo. Essa constatação exige atenção e melhor investigação, com possíveis adaptações/melhorias na metodologia já implementada.

As áreas afetadas mostraram padrões distintos em relação às áreas de referência em termos de características físicas do solo, como teores de silte, densidade do solo, porosidade total e condutividade hidráulica. Isso sugere uma redução na qualidade física dos solos afetados. O silte no mínimo dobrou em parcelas afetadas quando comparado com os valores encontrados em parcelas de referência. Com a modificação nas propriedades físicas do solo (sobretudo dinâmica de infiltração e retenção de água), o estudo sugere uma maior dificuldade de desenvolvimento das plantas nas áreas afetadas.

Os solos afetados apresentam menor teor de matéria orgânica, o que reduz a capacidade de retenção de nutrientes. No entanto, os teores de certos nutrientes, como cálcio (Ca) e fósforo (P), são mais elevados nas áreas afetadas, possivelmente devido a técnicas de restauração ou à composição do rejeito.

As áreas em restauração natural parecem estar se recuperando melhor em termos de qualidade do solo em comparação com as áreas em restauração ativa. Isso é evidenciado por indicadores como teor de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e condutividade hidráulica.

Para compreender completamente a evolução temporal dos atributos do solo, é sugerido um monitoramento contínuo, pois alguns processos podem se manifestar apenas a longo prazo.

É necessário salientar que alguns dos elementos avaliados (Al, Pb, Cu, Cr e V) fazem parte da composição geoquímica do ambiente amostrado. Em virtude disso, foi sugerido no Relatório PMBT da 3ª Campanha (Estação Chuvosa 2022/2023) a coleta e análise do perfil dos solos amostrados na região para as próximas campanhas de forma a entender melhor a constituição dos mesmos. Esse pedido foi realizado também em Oficinas do PMBT e encontra apoio na CT-Bio. Em diversas passagens de ambos os relatórios são mencionadas as diferenças geoambientais, dos solos, com apresentação de “backgrounds” geoquímicos distintos entre os blocos amostrais. Dessa forma, as análises de morfologia dos solos se torna necessária e imperativa.

6.4.2. Comunidade de flora

Em resumo, o estudo apontou que as áreas afetadas pelo derramamento de rejeitos exibem diferenças significativas em termos de composição, estrutura e dinâmica vegetal em comparação com as áreas não afetadas.

Foram amostradas 632 espécies, 96 sítios amostrais e 38.098 indivíduos, sendo 1.739 nas áreas afetadas e 1.035 nas áreas não afetadas. Houve diferenças significativas entre as áreas de floresta afetadas (FFR/PFA) e as áreas de restauração natural (RN/RR), principalmente em relação à riqueza de espécies e densidade absoluta. As áreas de FFR/PFA mostraram-se mais densas vegetativamente, sugerindo uma melhor capacidade de suporte devido à ausência de supressão da vegetação nativa. Além disso, FFR apresentou uma densidade absoluta significativamente maior em comparação com as áreas não afetadas.

Os resultados também indicaram diferenças significativas na diversidade relativa e frequência absoluta entre as áreas afetadas e não afetadas, com as primeiras mostrando maior diversidade e heterogeneidade florística. A similaridade na frequência absoluta entre FFR e PFA sugere uma composição semelhante entre essas áreas, enquanto as áreas de restauração natural e controle demonstraram maior homogeneidade florística.

O índice de valor de importância (IVI) revelou diferenças significativas entre as áreas afetadas e não afetadas, com valores mais altos nas áreas de restauração, indicando a importância das espécies características dessas áreas. Por outro lado, as áreas de floresta mais heterogêneas apresentaram menor IVI para as espécies residentes.

Os resultados apontam que a abundância total das árvores com DAP \geq 5cm, apresentaram diferenças entre as unidades amostrais de restauração ativo (dentro da lama) e passivo (fora da lama). Já a abundância de regenerantes (DAP < 5cm) apresentaram diferenças apenas entre o restauração ativo e passivo. Assim, mais uma vez se destaca que as unidades amostrais nos diferentes sítios amostrais são distintas entre si, tanto em relação a abundância de espécies (Jaccard, $p < 0,05$), quanto na composição de espécies (Bray-Curtis, $p < 0,005$).

6.4.3. Modelos alométricos (LiDAR)

Embora o relatório tenha ressaltado os benefícios do LiDAR, como a capacidade de penetrar no dossel e obter informações detalhadas do subdossel, a vegetação do sub-bosque e do solo, há necessidade de processamento e interpretação avançada dos dados LiDAR, o que pode ser um obstáculo para sua adoção em larga escala.

O resultado revelou uma inconsistência significativa na estimativa dos estoques de carbono acima do solo entre os dados obtidos pelo inventário florestal e os estimados pelos modelos alométricos (variável $zq95$ do LiDAR). Essa discrepância não foi observada nas comparações entre sítios amostrais. A justificativa apontada para os erros dos modelos serem grandes (acima de 30%) pode indicar problemas na precisão ou na aplicabilidade dos modelos alométricos utilizados.

Enquanto o inventário não encontrou diferenças significativas entre os sítios para densidade de fustes, as estimativas dos modelos alométricos mostraram diferenças significativas. Isso sugere que os modelos podem estar superestimando ou subestimando essa densidade, o que precisa ser investigado mais profundamente.

No geral, seria interessante ter uma explicação mais detalhada e fundamentada para as inconsistências nos resultados. Por exemplo, menciona-se que os erros dos modelos podem ser grandes, mas não há uma análise detalhada dos motivos desses erros ou das limitações específicas dos modelos utilizados. Além disso, a especulação sobre a precisão das medidas do LiDAR e a natureza exponencial dos modelos não é suficiente para esclarecer as diferenças observadas nos resultados. Não fica claro como essas questões serão abordadas ou corrigidas. A falta de detalhes sobre as soluções propostas pode ser interpretada como uma lacuna na metodologia e na garantia da precisão dos dados para futuras aplicações.

6.5. Perguntas 3 e 10

6.5.1. Pequenos mamíferos

É importante saber e considerar se todas as coletas de invertebrados e pequenos vertebrados, que sejam pertinentes, estão contribuindo para responder a referida pergunta. Sabemos que invertebrados são coletados em várias frentes e poderiam contribuir para aumentar o esforço amostral.

Assim como em outros trechos do relatório, aqui, para pequenos mamíferos percebemos lacunas e falta de aprofundamento acerca de algumas questões. Podemos afirmar que as diferenças encontradas no número de indivíduos coletados entre áreas poderiam ser espécie-específica? Ao menos, vinculada à “estratégia da espécie” (e.g. oportunista)? Em rápida análise dos dados, é possível notar que algumas espécies foram muito mais coletadas em áreas de referência do que em áreas afetadas. Isso indicaria que estas espécies foram afetadas? Espécies mais coletadas em áreas afetadas do que em áreas de referência seriam espécies oportunistas? O tamanho e o peso dos animais importam? As espécies contaminadas estão contaminadas porque são resistentes ou porque a contaminação é geral entre os pequenos mamíferos? As espécies sensíveis podem ter desaparecido em função dessa contaminação, restando apenas espécies resistentes? É necessário se aprofundar na discussão destes pontos visando outras elucidações acerca das perguntas.

Para efeito de estatística, as espécies “cf” foram tratadas como a que se espera que sejam? Ou de forma separada? Sugere-se que estas sejam tratadas como uma única espécie para efeitos de estatística.

Indivíduos de pequenos mamíferos presentes nas regiões onde houve exposição do rejeito, proveniente do rompimento da barragem de Fundão, estão acumulando metais tóxicos e elementos-traço. Tal efeito provavelmente decorre da concentração de metais na pluma de rejeitos, exposição da mesma, bem como a duração dessa exposição. Destaque para a concentração significativa de Al, As, Pb, Fe e Mn em *Didelphis aurita* nas ilhas alvo em comparação com as áreas referência. O padrão de acumulação de As nesta espécie permaneceu semelhante ao observado na campanha 3 (chuvosa, 2023). No entanto, durante a campanha 4 (seca, 2023), verificou-se um acúmulo significativo nos rins, em contraste com o fígado, conforme evidenciado no relatório da campanha 3.

No 4º relatório, para *Monodelphis americana* não foram detectadas concentrações dos elementos Cd, Pb, Co, Cr e Ni nos órgãos avaliados (FFR e PFA). Os indivíduos pertencentes às duas áreas apresentaram contaminação por Al tanto no fígado quanto nos rins. Adicionalmente, nos rins foram detectados maiores concentrações de As em indivíduos coletados em PFA quando comparados aos de FFR. Também foi constatada contaminação por Vanádio em um indivíduo para FFR e dois indivíduos para PFA. Os resultados obtidos para os indivíduos das espécies *Akodon sp.* e *Didelphis aurita* assemelham-se aos encontrados em *M. americana*.

No 4º relatório também foi identificada a presença de contaminação por Cr no rim de um exemplar de *Didelphis aurita* e por Pb no fígado de um indivíduo da espécie *Akodon sp.*, ambos pertencentes aos sítios de PFA.

Importante destacar que apenas animais de FFR registraram lesões severas no fígado, podendo indicar que animais fragilizados só permanecem vivos em ambientes de referência.

Diante dos resultados apresentados, apesar da coleta de 52 indivíduos de roedores, a quantidade capturada e o material encaminhado ao laboratório diferem da amostra utilizada nas análises, o que indica um desafio a ser superado na coleta e processamento das amostras.

No relatório 4, a pergunta 3 está organizada de forma confusa, dando a entender que as hipóteses e testes foram feitos apenas para pequenos mamíferos.

Conforme demonstrado em relatório de vistoria, alguns dos procedimentos laboratoriais descritos não foram seguidos. Deve-se atenção ao fato.

É importante refletirmos se as guildas de mamíferos aqui amostradas e analisadas são as mais indicadas para aferir os impactos do rejeito, ou mesmo se essas amostragens poderiam ser complementadas por outras guildas afetadas de forma mais direta e crônica pelo rejeito (*Lontra longicaudis*, *Procyon cancrivorus*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, entre outros). Destacamos que para *Lontra longicaudis* a consultora Maria Cecília Martins Kierulff, no relatório de 2021 sobre o PABT, chegou a citar um estudo realizado na bacia do Rio Doce que poderia ser utilizado como base:

“Entre maio e dezembro de 2014 foi feito um levantamento de *Lontra longicaudis* no rio Doce e, além de registros da presença de indivíduos, foram coletadas fezes para a análise da dieta da espécie em diferentes bacias hidrográficas no Espírito Santo, incluindo a Bacia Hidrográfica do Rio Doce (BHRD). Os resultados estão apresentados em: Braga, C.D. Dieta e áreas de distribuição potencial de *Lontra longicaudis* (Carnívora: Mustelidae) na porção sul do Corredor Central da Mata Atlântica, sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Vila Velha, 2016. <https://repositorio.uvv.br/handle/123456789/479> *Lontra longicaudis* está classificada como “Vulnerável” na lista de espécies ameaçadas do estado de Minas Gerais e foi reclassificada como “Vulnerável” na atualização da lista de fauna e flora ameaçadas do Espírito Santo (Braga et al. 2019). Espécies semi aquáticas podem ter sido diretamente afetadas.”

Em relação à pergunta 10 e às análises de comunidade, a presença de rejeito nos sítios amostrais florestais impactados não atuou como filtro ambiental para as comunidades de pequenos mamíferos terrestres. Não houve alteração da composição da comunidade de pequenos mamíferos da borda para o interior do sítio amostral e nem a composição da comunidade ao longo do tempo (campanhas chuvosas de 2021/2022 e 2022/2023). A diversidade taxonômica e funcional, e a composição e estrutura da comunidade de pequenos mamíferos não foi alterada nos sítios amostrais florestais diretamente impactados pela presença de rejeito em relação às áreas de referência.

6.5.2. Besouros escarabeídeos

Para besouros escarabeídeos foram amostradas áreas FFR e PFA, não tendo sido amostradas áreas onde a deposição de rejeito aconteceu de forma direta (ARR e ARN). A adição destas áreas na amostragem pode trazer maior assertividade nas análises no tocante a possível detecção de impactos oriundos do rejeito. Isto posto, ainda que com um raio de movimentação reduzido, os besouros podem estar se locomovendo entre as áreas impactadas e não impactadas. Dessa forma, é necessário que sejam pensados e utilizados grupos/espécies de invertebrados com locomoção reduzida, de forma que nos certifiquemos da exposição dos indivíduos às divisões de sítios propostos.

6.5.3. Anfíbios e répteis adultos

É necessário refinar os locais de amostragem e as análises dos resultados obtidos à luz das áreas de inundação de forma mais acurada, tanto nas áreas de restinga norte quanto sul, de preferência utilizando como referência os mapas de área de inundação (Deliberação CIF nº 617/2022). Além disso, é imperativo que se aumente a malha amostral, com coletas em áreas de referência, as quais sugerimos: Parque Estadual de Itáunas ao norte e Parque Estadual Paulo César Vinha ao sul.

6.5.4. Girinos

Não foi confirmada diferença significativa nas assimetrias encontradas nas áreas alvo e nas áreas referência. Essa ausência de significância pode ter ocorrido devido ao n amostral baixo, tendo a coleta acontecido fora do momento ideal.

6.6. Pergunta 5

As análises nutricionais para abelhas, borboletas, formigas e libélulas não foram apresentadas, com a justificativa da falta de tempo para realização dos procedimentos em função do grande número de indivíduos. Foi informado que tais resultados serão incluídos no relatório da Campanha 5 (chuvosa 2023/2024).

Não foi evidenciado efeito de impacto do rejeito sobre a comunidade de besouros escarabeíneos. Para uma das espécies analisadas (*Chalcocopris hesperus*) foi encontrada redução na concentração de tecido adiposo nas áreas alvo, o que pode significar que nessas áreas existe um maior consumo energético, ou que a qualidade nutricional dos recursos é inferior às encontradas nas áreas-referência. Em se tratando de apenas uma espécie, é necessário complementação de dados e avaliação de outras espécies para averiguar tal efeito.

Em relação às Odonatas, foi sugerida a adoção da morfometria geométrica para avaliação da assimetria flutuante, com a justificativa de que ela tem se mostrado uma ferramenta robusta e mais sensível na detecção da assimetria flutuante nas populações.

6.7. Pergunta 6

A quantidade de cágados capturados é muito baixa e vem mostrando poucos indicativos perante a pergunta orientadora. Na campanha 3, indivíduos foram capturados apenas em 4 das 10 localidades amostradas, sendo somente indivíduos jovens. Na campanha 4, seguindo a tendência, novamente a captura de cágados foi baixa e pouco esclarecedora. Novamente, indivíduos foram capturados apenas em 4 das 10 localidades amostradas, com a predominância de jovens (5 jovens e 2 adultos). Necessário refletirmos se é realmente imprescindível manter essa amostragem, e em caso de manutenção, elencar quais modificações devem ser realizadas a fim de lograr maior êxito. Foi verificado, ainda, a necessidade de adoção de estratégias para evitar a perda de armadilhas que acabam impactando na amostragem.

6.8. Pergunta 7

Houve aumento significativo nas capturas de *Hydromedusa maximiliani* entre as campanhas 2 e 4, o que pode significar aumento populacional. Porém, ainda é cedo para conclusões, com novas campanhas sendo necessárias para conferir robustez amostral.

6.9. Perguntas 8 e 9

Não houve diferença significativa entre a comunidade de aves das áreas afetadas e das áreas referência em ambas as campanhas amostradas (3 e 4), seja na abundância ou na composição. O desnível da lama explicou 2% da estrutura de abundância, sendo o único parâmetro com poder explicativo sobre os dados da campanha 3, ainda que baixo. Já na campanha 4, o espaço explicou 10% da estrutura de abundância e apresentou efeito significativo na riqueza de espécies, assim como na campanha anterior.

A conclusão indica que não há diferença entre as comunidades de aves das áreas afetadas e referência (PFA e FFR). É sugerido análises de parâmetros populacionais em escalas espaciais e temporais para verificar variações de densidade, buscando aferir de forma mais assertiva os efeitos da deposição de rejeitos. Em vista dos resultados, é necessária a discussão e formulação de alternativas metodológicas e amostrais para a verificação dos efeitos do rejeito na comunidade de aves da região, e conforme discutido em Oficinas de Resultados do PMBT anteriores, uma das possibilidades é elencar compartimentos da comunidade mais expostos ao rejeito. A abordagem atual é ampla demais, se encaixando melhor na aferição de efeitos relacionados à fragmentação da vegetação ou da condição da comunidade de aves desses fragmentos. É necessário refinar, buscar alternativas mais especializadas.

Apesar da similaridade geral entre categorias de habitat (PFA=FFR e RN=RR), pode ser significativo analisar características da biologia de vida de espécies que tiveram grandes diferenças entre áreas da mesma categoria. À exemplo (Rel. 4º Camp.), *Psittacara leucophthalmus* teve mais que o dobro de indivíduos coletados em PFA quando comparado à FFR; *Streptoprocne zonalis* teve 56 indivíduos identificados em PFA e nenhum em FFR. Da mesma forma, *Zonotrichia capensis* teve mais que o dobro de ocorrências em RR que em RN, e mais de 25 vezes quando comparado à FFR ou PFA, o que provavelmente acontece em função de sua preferência por áreas abertas cobertas de gramíneas, as quais ele encontra em RR pelos cortes e manutenção, enquanto em RN, FFR e PFA, em geral, o sub-bosque é preenchido. É necessário realizar análises que busquem entender o porquê dessas diferenças entre áreas à luz da biologia dessas espécies, e também das características vegetacionais de cada tipo de sítio amostral.

Curiosamente, quando há preferência, parece ser menor aos ambientes de referência e maior aos ambientes afetados. Ou a dinâmica se alterou, ou destaca-se a importância original dos ambientes afetados.

Em relação às análises de diversidade funcional referentes à Pergunta 9, não houve diferença significativa entre as áreas afetadas e não afetadas em ambas as campanhas 3 e 4. Novamente a variável espaço apresentou maior poder explicativo, evidenciando a necessidade de uma abordagem em escala de paisagem. Também não houve diferença em relação à proporção de espécies dependentes de floresta, frugívoras, onívoras ou polinizadoras.

Considerando a alta riqueza de espécies do grupo e a facilidade de deslocamento, possivelmente deve ocorrer mascaramento da análise estatística, já que o escopo do estudo considera a comunidade como um todo. Entende-se que espécies que ocorram exclusivamente na lâmina d'água, margem do rio e ADA são afetadas de maneira direta. Dessa forma, seriam essas as espécies mais indicadas para serem utilizadas como referência ao se comparar áreas afetadas e não afetadas, e não toda a comunidade. Em se mantendo o escopo, entende-se que não haverá diferença significativa independente do número de campanhas executadas.

6.10. Pergunta 13

Para besouros escarabeíneos, os sítios amostrais referência (FFR) diferiram dos sítios amostrais em restauro (RN e RR) para abundância, riqueza e composição. As áreas em restauração, para ambas estratégias (natural e ativo), aparentemente não apresentam condições atuais para receber uma comunidade estruturada de besouros, e possivelmente estão servindo de armadilha ecológica, sobretudo nas áreas onde bovinos e bubalinos são fonte de atração para os besouros.

Para formigas e borboletas, se seguiu a tendência de maior abundância e riqueza nas áreas referência (FFR), as quais provavelmente servem de áreas dispersoras, fornecendo indivíduos colonizadores para as áreas de restauro (RN e RR), com menor abundância e riqueza.

6.11. Pergunta 14

De maneira geral a composição de espécies das áreas alvo e referência foram diferentes quantitativa e qualitativamente, com espécies generalistas caracterizando as áreas alvo, enquanto espécies bioindicadoras de qualidade ambiental apareceram apenas nas áreas referência. Essa tendência corroborou com as hipóteses formuladas.

6.12. Pergunta 15

As comunidades de aves encontradas nos sítios amostrais FFR, PFA e RN modificaram-se no intervalo de tempo avaliado e, portanto, continuam em processo de sucessão ecológica. Foi encontrada dissimilaridade temporal entre o padrão de sucessão da avifauna de RR entre as estações secas de 2022 e 2023. Apesar disso, RR apresentou o menor número de espécies indicadoras. Houve dissimilaridade temporal também entre o padrão de sucessão da avifauna de FFR entre as estações chuvosa 2022/23 e seca 2023.

Em teoria é elementar que as comunidades de RR e FFR mudem (principalmente em áreas de restauro), uma vez que as suas estruturas vegetais também estão em mudança/sucessão gradativa. Contudo, podem existir outros fatores causando a dissimilaridade, como padrões migratórios ou mesmo a detectabilidade. Poderia ser de melhor valia a avaliação em específico dessas comunidades, através das espécies indicadoras que apareceram e/ou sumiram de cada um dos tipos de fragmentos.

6.13. Pergunta 16

6.13.1. Herbivoria por insetos

As análises não foram totalmente finalizadas a tempo da inclusão e fechamento do 3º relatório. Os sítios amostrais FFR apresentaram maior intensidade de herbivoria (5,27%) em comparação com as áreas de restauro (RN=4,35%; RR=3,40%), como esperado.

6.13.2. Predação de lagartas artificiais por artrópodes e vertebrados

Mais de 90% das lagartas permaneceram intactas, e não houve diferença significativa entre as áreas amostrais analisadas. Importante refletir se esse tipo de abordagem está sendo efetiva e trazendo respostas. Os resultados não são condizentes com o esforço de campo, que é grande.

6.13.3. Remoção de matéria orgânica por insetos

A remoção de sementes artificiais por formigas, assim como a remoção de sementes por besouros escarabeídeos, foi significativamente maior nos sítios amostrais referência (FFR). Tal resultado indica que para as áreas de restauração (RN e RR) o serviço de dispersão ainda não se restabeleceu.

6.13.4. Visitantes florais

Na contramão das análises anteriores, aqui as áreas de restauração (RN e RR) apresentaram maior riqueza e abundância de visitantes florais em comparação com as áreas referência (FFR), presumindo uma maior atividade de polinização nas áreas de restauração. Contudo, essa diferença possivelmente é proveniente do modo de coleta, através de observador munido de puçá entomológico. As áreas de referência, com recursos florais de dossel, além de sub-bosque relativamente denso em comparação, representam naturalmente maior dificuldade de observação e coleta em comparação com as áreas de restauração, sem sub-bosque desenvolvido e com indivíduos baixos e esparsos. Dessa forma, é necessária a busca de alternativas para adaptar a metodologia no intuito de diminuir esse viés de coleta.

6.13.5. Dispersão de sementes por aves e morcegos

O experimento de predação de frutos artificiais apresentou baixa quantidade de frutos consumidos, com predominância de marcas de aves, e menor participação de artrópodes e mamíferos. Não houve significância na comparação entre as áreas amostradas (FFR, PFA, RN e RR) para as campanhas 3 e 4. Com relação a coloração dos frutos predados, os frutos pretos foram mais consumidos que os amarelos. As outras comparações não obtiveram significância.

Para morcegos, foi constatado que as espécies frugívoras têm alta prevalência para a região, desempenhando a dispersão de sementes nos locais de restauro. O relatório indica que estes indivíduos foram marcados com colares. Apesar da afirmação, não foram encontradas outras evidências da marcação no relatório. Adicionalmente, tem-se que a maioria dos indivíduos foi encontrada em áreas de restauro. Entretanto, *Carollia perspicillata*, considerada a melhor dispersora de sementes, teve mais capturas em áreas florestais de referência e afetadas. Importante destacar ainda o registro de *Myotis ruber*.

Existe uma citação na p. 11 que diz:

“Amostras tiradas em floresta ombrófila densa tendem a ter mais registros, resultando em uma eficiência de captura superior e em uma diversidade maior de espécies e também acontece o contrário onde amostras em áreas degradadas ou que sofreram maior efeito de antropização podem ter menos registros e uma menor diversidade de espécies”.

Entretanto, aparentemente, isso vai contra os resultados encontrados. Até o momento, as campanhas identificaram menos espécies do que as identificadas em levantamento bibliográfico de artigos pretéritos ao rompimento. Considerando o viés de captura que favoreceria quirópteros frugívoros e os dados intrigantes sobre

os insetívoros, faz-se necessário avaliar a correção da distorção com métodos que equalizem as tendências de captura.

Foram coletadas 65 amostras fecais, das quais se obteve 12 espécies vegetais distintas de sementes, com uma delas atingindo 100% de germinação (Solanaceae) na campanha 3. Tanto o teste de germinação quanto o teste de viabilidade das sementes mostram que os morcegos estão dispersando sementes viáveis nas áreas monitoradas, e que estas são capazes de germinar mesmo nas áreas com maior impacto (RR).

Os abrigos artificiais para morcegos não obtiveram sucesso, não sendo detectada a utilização dos mesmos. Conforme já discutido em Oficinas de resultados, o insucesso dos abrigos provavelmente se dá por conta dos mesmos estarem em áreas abertas, recebendo sol diretamente, conferindo altas temperaturas.

6.14. Análises Integradas

Os sítios amostrais FFR e PFA apresentam algumas congruências, enquanto as áreas de restauração não apresentam nenhuma. Esse resultado não é inesperado. As áreas de restauração apresentam formações vegetacionais semelhantes em desenvolvimento e estágio inicial. Enquanto isso, as áreas FFR e PFA apresentam vegetação em estágio intermediário para avançado, com estratos bem definidos, presença de dossel e sub-bosque, o que naturalmente oferece uma gama de microhabitats maior, resultando em uma comunidade faunística mais diversa, com serviços ecossistêmicos melhor desempenhados. Encontramos ainda diferenças de formação/composição vegetal dentro das categorias de áreas de restauração: enquanto o restauração natural apresenta sub-bosque desenvolvido, com muitas espécies de arbustos e gramíneas, as áreas de restauração ativa recebem manutenção periódica com roçada de arbustos e gramíneas, coroamento e etc, o que também acaba conferindo comunidades faunísticas distintas.

Tanto para FFR x PFA, como para CRN x ARN, houve efeito da concentração de metais totais no solo sob a concentração de metais totais nas folhas. Para as áreas de restauração a explicação é 16% maior. Nas áreas de restauração ativa houve relação entre a concentração de metais totais nas folhas e a concentração de metais totais nas raízes. Esses dados reforçam o processo de fitorremediação dos metais provenientes do rejeito, sobretudo nas áreas de restauração ativa (p. 456 - Rel. 4º Camp.).

6.15. Aderência

PERGUNTA 5 - As análises nutricionais para abelhas, borboletas, formigas e libélulas não foram apresentadas, com a justificativa da falta de tempo para realização dos procedimentos em função do grande número de indivíduos. Foi informado que tais resultados serão incluídos no relatório da Campanha 5 (chuvosa 2023/2024).

PERGUNTA 16 - As análises de herbivoria por insetos não foram totalmente finalizadas a tempo da inclusão e fechamento do 3º relatório.

6.16. Questionamentos

- Por que não realizar análises de contaminantes/metals para espécies basais com menor exigência florestal (artrópodes/insetos) também nas áreas de restauração com depósito de rejeito (ARN e ARR)?

- A aferição do grau de infestação por lianas é realizada em classes de porcentagem. Sendo essa uma medição subjetiva, é realizada uma calibração dos técnicos envolvidos na coleta? Como é feito esse processo? (p. 149, Rel. 3º Camp.);

- Na metodologia de coleta de solos (ELLO-DOC-072/2023, p. 367, Rel. 3º Camp.), temos: "Após coletadas, as amostras foram acondicionadas à sombra em local fechado, e seus recipientes foram abertos para secagem prévia antes do envio ao laboratório, com o objetivo de interromper qualquer reação química mediada pela água". Dito isso, é necessária a informação da fonte que descreve a secagem do solo previamente ao seu armazenamento para análises de metais. A radiação e calor não podem reagir e volatilizar os possíveis metais ali existentes? Não deveriam ser acondicionados tão logo à retirada do material do trado em gelo? A secagem não seria para análises de elementos orgânicos (e.g. CTC), que geralmente os laboratórios secam em mufla/estufa?

- Quanto ao item "7.1.5.12.3 Comparativo entre resultados observados nas etapas de monitoramento de qualidade do solo entre os anos de 2022 e 2023", diz o seguinte: "Os comentários desta seção serão tecidos principalmente sobre os sítios amostrais que foram diretamente afetados pela deposição de rejeito (ARN e ARR), pois as áreas de referência tendem a apresentar consideráveis variações naturais e estas não possuem nexos causais com o evento da deposição de rejeito". Logo as áreas afetadas respondem à pergunta de terem nexos causais comprovadamente com os estudos aqui desenvolvidos?

- "As amostras de raízes foram tratadas com ditionito-citrato-carbonato (DBC) para remover óxidos de ferro adsorvidos (Taylor e Crowder 1983)." Isto não compromete o resultado das análises, pensando no processo de quelação dos elementos férricos no corpo da raiz? (Rel. 3º Camp.);

- Qual foi a motivação da padronização de CAP/DAP em 15,7 cm, e quais foram as referências utilizadas para tal? (p. 148, Rel. 3º Camp. e p. 622, Rel. 3º Camp.);

- "As Ilhas e Restingas apresentaram uma menor riqueza, e estabilizaram com um menor número de amostras. Vale salientar que o número de sítios amostrais nessas áreas é menor, fazendo com que a relação de riqueza leve a uma aparente estabilização. No entanto, o baixo número de sítios amostrais nessas áreas não permite muitas extrapolações." O que tem sido feito para minimizar esse tipo de efeito? (Rel. 4º Camp.);

- "Os perfis de diversidade representados pela série de Hill (Figura 13) mostram que os Fragmentos Florestais (FFR e PFA) apresentaram diversidade mais elevada do que as áreas litorâneas, o que se deve à desproporcionalidade de esforço amostral devido ao número de sítios de cada categoria" (p. 90, Rel. 4º Camp.). Como colocar na equação o contrabalanço para equiparar de modo mais igual em detrimento dessa desproporcionalidade?

- *Akodon cursor* e *Monodelphis iheringi* foram coletados na primeira campanha e nunca mais apareceram. *Akodon montensis* (considerada a segunda espécie mais abundante) foi coletado nas duas primeiras campanhas e nunca mais. O que pode ter ocorrido para isso? (Rel. 4º Camp.);

- Na página 83 é tratada a porcentagem de espécies por dieta. A abundância (e não apenas a riqueza) foi avaliada quanto à dieta? (Rel. 4º Camp.);

- É afirmado na página 93 que "A maior parte das espécies de pequenos mamíferos registrados nos sítios amostrais é composta por espécies generalistas quanto ao habitat e dieta". Houve seleção de espécies especialistas e/ou sensíveis? (Rel. 4º Camp.);

- Sobre a histopatologia no fígado para pequenos mamíferos, houve maior frequência de ocorrência em *D. aurita* de FFR, incluindo alterações severas. A justificativa apresentada não encontra base lógica, uma vez que os mesmos estressores externos devem estar presentes em ambos os tipos de fragmento. Qual é a frequência esperada destas lesões em um grupo isolado da espécie? É possível que animais com essas patologias estejam morrendo em PFA frente aos estresses adicionais?

- "A predominância desta família e a escassez ou ausência de outras, tais como Vespertilionidae e Molossidae podem estar ligadas à natureza seletiva das redes de neblina, que são mais eficazes na captura de morcegos que se alimentam no sub-bosque". Existe algum outro método para verificar, ao menos em uma ou dois ciclos, esses indivíduos onde a rede de neblina não alcança? Ao menos dois ciclos para verificar a integralidade de toda presença de quirópteros na comunidade. Observa-se esse trecho da p. 106: "Embora os morcegos sejam diversificados e abundantes, essa tendência também pode ser atribuída ao método de pesquisa utilizado (redes de neblina) que captura predominantemente espécies que tendem a apresentar uma maior utilização do sub-bosque. Além disso, os morcegos desta família tem um voo mais lento e manobrável, fato que também favorece sua captura por esse método amostral" (p. 98, Rel. 4º Camp.);

- Espécies insetívoras de morcegos parecem ter sido menos coletadas que outras de outras guildas. Além do viés gerado pelo tipo de armadilha, quais outras inferências podem ser feitas? Ao contrário do que está citado no primeiro parágrafo da p. 121 do Rel. 4º Camp. ("Há evidências na literatura que corroboram a maior riqueza e diversidade nos sítios de restauração, no qual, o plantio de espécies vegetais diversas fornecem recursos e atraem insetos utilizados por morcegos"), espécies insetívoras parecem estar sendo sub-coletadas ou estarem sofrendo uma maior pressão que outras, especialmente em ambientes de restauração.

- Adicionalmente, é importante destacar que em tratamento matemático básico, espécies insetívoras parecem ter uma sub-representação frente às outras guildas de quirópteros. Isso era esperado e está de acordo com a literatura?

- Neste contexto, por que *M. nigricans*, normalmente encontrada em diferentes ambientes, apresentou vínculo com áreas florestais (vide fig. 32 do Rel. 4º Camp.)? Pode ser um indicativo de que néctar, animais e frutos estão nas áreas de restauração, mas o balanço ecológico ainda não se estabeleceu com uma diversidade, abundância e biomassa de insetos atraente para os morcegos?

6.17. Erros e Inconsistências

- (p. 159, Rel. 3º Camp.) Figuras 15 e 16 – As legendas da figura estão muito justapostas e pequenas, dificultando a compreensão dos resultados. O problema é recorrente em outras figuras. Uma alternativa é colocar as figuras na vertical e aumentar a fonte;

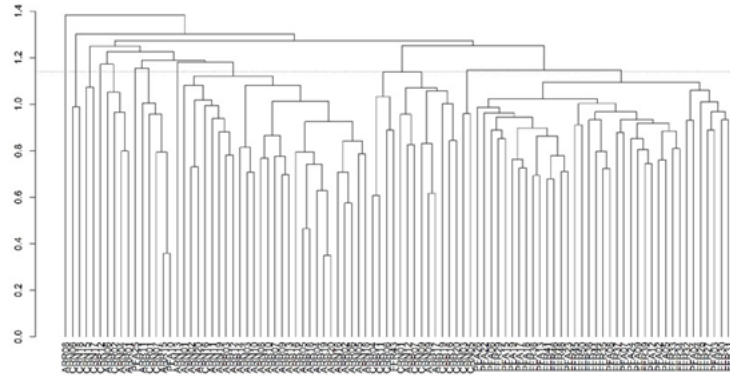


Figura 15. Método de grupo de pares não ponderado com médias aritméticas (UPGMA) com distância Euclidiana (estrutura de abundância das espécies). Dendrograma abundância de espécies por unidades amostrais de 30X30 metros. A linha tracejada indica os resultados do teste de Mantel e divide o dendrograma em 12 grupos de unidades amostrais (clusters).

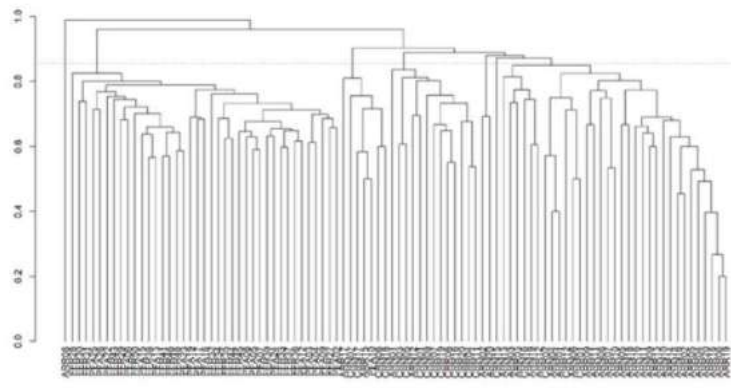


Figura 16. Método de grupo de pares não ponderado com médias aritméticas (UPGMA) com distância de Jaccard (composição de espécies). Dendrograma abundância de espécies por unidades amostrais de 30X30 metros. A linha tracejada indica os resultados do teste de Mantel e divide o dendrograma em 7 grupos de unidades amostrais (clusters).

- (p. 642, Rel. 3º Camp.) – Parte da metodologia de comunidade de flora foi descrita duas vezes;
- (p. 928, Rel. 3º Camp.) – A soma de sítios amostrais descritos não está correta (38 no total, sendo 20 FFR e 20 PFA. Necessária a correção;
- (p. 47, Rel. 4º Camp.) Onde está escrito “PG27 Recuperação e Restauração Ambiental”, o correto seria PG27 – Programa de Restauração de Nascentes;
- (p. 86, Rel. 4º Camp.) Figura 10 – Não constam legendas;
- (p. 123, Rel. 4º Camp.) As colunas de guilda trófica não estão completamente preenchidas;
- (p. 129, Rel. 4º Camp.) última espécie da tabela com nome da espécie em maiúscula;
- (p. 140, Rel. 4º Camp.) Valores apresentados no último parágrafo não condizem com os valores apresentados nas tabelas;
- (p. 162, Rel. 4º Camp.) Figura 58 – Faltam informações e/ou legendas para compreensão total da figura;
- (p. 165, Rel. 4º Camp.) Tabela 10 – “Campanha seca 2022/2023”. Considerando que a campanha seca costuma abranger os meses de abril a setembro, ficou confuso se a tabela refere-se à campanha seca de 2022 ou 2023.
- (p. 189, Rel. 4º Camp.) Figura 73 – Legendas/letras em baixa resolução, impossibilitando entretenimento;
- (p. 217, Rel. 4º Camp.) Figura 90 - Não apresentou legenda para as cores dos “boxplots”;

7. CONCLUSÃO E/OU PROPOSIÇÃO

7.1. Posicionamentos

São notórias as melhorias que todo o PMBT vem recebendo após a concentração de todo o escopo do mesmo (fauna, flora e solos) sob a execução de uma mesma empresa, que nesse caso é a Ello Ambiental. Além da melhor organização do todo, através dos acompanhamentos de campo também foi possível perceber os aprimoramentos na infraestrutura e logística. Melhorias também foram percebidas acerca da estruturação e apresentação dos resultados nos relatórios, assim como nas oficinas periódicas.

Destacam-se os resultados relacionados à flora e solos com a demonstração de impactos significativos do rompimento da barragem do Fundão em função da acumulação de metais por espécies vegetais. Além disso, as maiores concentrações de metais nos transectos 1 e 2 de PFA sugerem que a passagem do rejeito teve um impacto que ultrapassou as áreas imediatamente adjacentes à mancha. Os resultados relacionados ao MDA indicam que o rompimento da barragem do Fundão teve impactos significativos sobre a comunidade vegetal, causando danos celulares e alterações nas propriedades do solo: menor porosidade, capacidade de campo e água disponível, e maior resistência mecânica à penetração de raízes podem agravar os danos às plantas, aumentando o estresse ambiental a que estão expostas. O encontro de altas concentrações de metais em frutos (*Xylopia sericea* e *Siparuna guianensis*) aumenta o risco de biomagnificação, e demonstra que são necessários estudos nesse sentido.

Em relação à pergunta 12 e a metodologia LiDAR, as avaliações acerca dos modelos utilizados em cima dos dados coletados ainda são muito experimentais. Enquanto o método LiDAR não for corrigido e oficialmente definido como um dos métodos ou o método de estimativa de parâmetros florestais, o tópico deve vir em separado no relatório. Naturalmente, as análises dos mesmos parâmetros devem ser apresentadas sem a estatística comparativa com o LIDAR.

No que tange à fauna, indivíduos de pequenos mamíferos presentes nas regiões onde houve exposição do rejeito, proveniente do rompimento da barragem de Fundão, estão acumulando metais tóxicos e elementos-traço. Destaque para a concentração significativa de Al, As, Pb, Fe e Mn em *Didelphis aurita* nas ilhas alvo em comparação com as áreas referência. Importante destacar que apenas animais de FFR registraram lesões severas no fígado, podendo indicar que animais

fragilizados só permanecem vivos em ambientes de referência. Contudo, a presença de rejeito nos sítios amostrais florestais impactados não atuou como filtro ambiental para as comunidades de pequenos mamíferos terrestres de acordo com as análises. Para a herpetofauna ficou clara a necessidade de refino dos locais de amostragem e das análises dos resultados obtidos à luz das áreas de inundação, além do aumento da malha amostral com pontos referência (Parque Estadual Itaúnas ao norte e Parque Estadual Paulo César Vinha ao sul).

Algumas amostragens não parecem indicar possibilidade de responder suas perguntas relacionadas. Como exemplos podemos citar as perguntas 6, 8 e 9 (*Phrynos geoffroanus* e Comunidade Aves). Isso exige que, mediante discussão junto à CT-Bio e ao GAT do PABT, essas perguntas sejam suprimidas ou modificadas, ou mesmo que se encontre novos grupos e/ou métodos com potencial para responder as perguntas relacionadas.

É necessário que se apresentem as perguntas orientadoras sempre seguidas de respostas diretas, categóricas e concisas sobre os assuntos abordados, de forma a deixar o mais claro possível os termos alcançados por cada segmento do relatório (Ver ANEXO I). Existem conclusões dentro dos relatórios apresentados que respondem de forma clara e categórica às hipóteses levantadas (p. 968, Rel. 3º Camp. / p. 313, Rel. 4º Camp.). É desejável que esse tipo de esclarecimento seja padronizado e replicado para todas as outras conclusões, de forma a facilitar entendimento e consequentes tomadas de decisão.

Num panorama geral, considerando as contribuições e apontamentos realizados na presente nota técnica, bem como as discussões realizadas nas reuniões ordinárias da CT-Bio mais recentes (sobretudo na 82ª R.O. CT-Bio), acreditamos que chegamos ao momento onde se faz necessário uma revisão sistemática e conjunta de todo o escopo do PMBT para sua otimização. Já existem elementos, dados e análises suficientes para entendermos quais compartimentos poderiam deixar de serem amostrados em vista de resultados pouco elucidativos, bem como quais compartimentos apresentam resultados que merecem continuidade, maior atenção e, por vezes, a adição de análises/metodologias mais assertivas e específicas, sempre com os objetivos e perguntas do PMBT como norteadores.

Salientamos que um dos pontos a serem discutidos neste momento de revisão é a semelhança entre algumas áreas de referência e áreas afetadas. Isto levanta o questionamento sobre a real integridade das áreas de referência, o que pode prejudicar comparações. Sugere-se que, para sanar esse questionamento, sejam implementadas ações de análise do solo (análise geoquímica, perfilagem etc), por exemplo.

Dessa forma, solicitamos que a Fundação Renova, juntamente com as contratadas Ello Consultoria e FLACSO, bem como a CT-Bio, inicie um planejamento de revisão do escopo do PMBT, o qual deverá ocorrer já após as amostragens do próximo ciclo de campanhas de campo (Estação Chuvosa 2023/2024 - 5ª Campanha e à Estação Seca 2024 - 6ª Campanha), no intuito de tornarmos o referido monitoramento mais expedito, assertivo e conciso no que concerne ao alcance do seu objetivo inicial. Esse processo de otimização do PMBT deverá ocorrer através de oficinas, com ampla participação de todos os atores envolvidos: CT-Bio, GAT, Fundação Renova, Ello Consultoria, Instituto Ekos e sobretudo pesquisadores.

É importante que os participantes dessas oficinas tenham acesso a documentos e apresentações que exponham os resultados acumulados de todos os anos de monitoramento realizados, incluindo análises integradas dos mesmos.

7.1.1. Sobre os Impactos Detectados

Considerando os materiais produzidos para as oficinas de resultados, bem como relatórios, se faz necessária a consolidação objetiva dos resultados com indicação do que já foi identificado como impacto com base nos dados até o momento, o que já foi descartado como impacto e o que ainda está sob investigação.

7.1.2. Sobre os Dados Gerados e as Análises

É consenso entre os avaliadores que o monitoramento gerou uma infinidade de dados e informações relevantes para a identificação do estado ecossistêmico e dos impactos sobre a fauna e a flora local.

Entretanto, a limitação metodológica, naturalmente gerada pela necessidade de resposta às perguntas orientadoras, tem gerado barreiras ao entendimento dos impactos. Em vários momentos da análise, notou-se que os dados são abundantes, mas o direcionamento gerado pelas perguntas orientadoras limita a busca por respostas secundárias e terciárias. Neste ponto, destaca-se a proatividade e foco científico da empresa atualmente contratada que sempre propõe alterações metodológicas dentro de seus compromissos contratuais, amenizando este viés.

7.1.3. Sobre as Adaptações de Formato dos Próximos Relatórios e Sugestões

É importante que todas as coletas e análises tenham seus detalhes técnicos bem descritos com objetivo de garantir a replicabilidade do monitoramento;

Seria interessante facilitar a leitura e comparação no formato de apresentação de resultados, com comparação entre pontos, blocos, áreas e fragmentos, em um gráfico apontando os limites regulamentados e observando mais facilmente os resultados daquela campanha no aspecto geral, e não procurando entre texto e tabelas;

Ainda seguindo a ideia de otimização, como sugestão, criar algum mapa como é apresentado no portal de monitoramento do PMQQS:



(Fonte: <https://monitoramentorioce.org/graficos/>)

Colocando os valores na linha de base, o traço vermelho, que seria a legislação de referência por classe de pontos ou blocos de amostragem.

Nos resultados e discussão de 7.4. COMUNIDADE DE FLORA as significâncias das análises são apresentadas de forma detalhada em tabelas separadas (tabelas 78, 79, 80 e 81), porém são suprimidas nas figuras 307 à 332. É mais intuitivo que junto às figuras e gráficos, ainda que de forma reduzida, os valores de p sejam apresentados.

O Anexo I traz um modelo de consolidação objetiva dos resultados. Este anexo é uma referência e não precisa ser seguido *ipsis litteris*. Entretanto, traz o entendimento das mínimas informações necessárias para fornecimento à CT-Bio.

Por diversas vezes o relatório apresenta tabelas com abundância e riqueza coletadas para cada área amostral, porém essa forma de apresentação é pouco intuitiva/visual (por exemplo Tabela 138). Recomendamos a utilização de gráficos com essas informações de forma complementar às tabelas. (p. 975, Rel. 3º Camp.).

ANEXO I.**Tabela 1. Perguntas Orientadoras, considerações e respostas encontradas até o momento.**

	Pergunta	Considerações	Resposta encontrada até o momento
1	Qual a magnitude, abrangência espacial e temporal dos impactos decorrentes da presença de contaminantes sobre a flora terrestre da bacia do Rio Doce?		
2	Quais concentrações de contaminantes na vegetação poderiam ser consideradas como vetores de impacto biológico (danos)?	Interessante definir a lista de contaminantes, depois suas concentrações.	
3	Está ocorrendo contaminação por elementos químicos e consequente danos em espécies de invertebrados e de pequenos vertebrados (anfíbios, répteis, roedores e marsupiais) que estão em contato direto com o rejeito?	Interessante considerar a divisão em duas perguntas com necessidade de resposta objetiva: 1 - Há contaminação? 2 - Há danos nas espécies? Considerar o acréscimo da pergunta: "Quais danos?"	
4	Qual o efeito do rompimento da barragem e consequente derramamento de rejeitos que avançaram sobre a vegetação natural, na redução de florestas, na alteração da diversidade (taxonômica, filogenética e funcional), na estrutura e funcionamento das comunidades vegetais remanescentes que receberam rejeito, tendo como base o contexto original da paisagem regional?	Interessante considerar a substituição de "redução de florestas" por "disponibilidade de florestas viáveis/saudáveis"	
5	Qual a magnitude espaço-temporal dos impactos crônicos (persistentes ou recorrentes) da presença da mancha de rejeitos sobre a diversidade e características de insetos terrestres?		
6	Áreas diretamente afetadas pelo rejeito apresentam menor abundância do cágado-de-barbichas (<i>Phrynops geoffroanus</i>) do que áreas não afetadas, como sugerem os dados da avaliação ecológica rápida?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento)	
6.1	Caso a abundância seja de fato menor em áreas diretamente afetadas, haverá aumento na abundância dessa espécie ao longo de 9 anos, em função das suas supostas melhorias nas condições ambientais da bacia?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento)	
7	Existem riachos, que tiveram vegetação ripária, calha e margens completamente descaracterizadas pela passagem da onda de rejeito, que abrigam populações de <i>Hydromedusa maximiliani</i> em seus trechos localizados a montante da área diretamente afetada?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento)	
7.1	Trechos de riachos recuperados e que abrigam indivíduos a montante da área diretamente afetada serão utilizados por <i>Hydromedusa maximiliani</i> em dez anos, na medida em que houver uma melhoria da sua qualidade ambiental em função do processo de restauração ambiental?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento)	
8	Existem diferenças entre as comunidades da avifauna de áreas afetadas pela deposição de rejeito e em áreas de floresta não submetidas a este estressor?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento)	
8.1	Se sim, quais são estas diferenças?		
9	Existem diferenças na diversidade funcional da avifauna em áreas afetadas pela deposição de rejeito e em áreas de floresta não submetidas a este estressor?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento)	
9.1	Se sim, quais são estas diferenças?		
10	A presença da mancha de rejeitos nas margens dos cursos d'água influencia a composição e estrutura da comunidade de pequenos mamíferos nos sítios amostrais impactados?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento) Considerar o acréscimo da pergunta subjetiva: "Como?"	

11	É possível detectar uma mudança ambientalmente positiva na estrutura e composição da paisagem natural na bacia do rio Doce ao longo do tempo?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento) Considerar o acréscimo da pergunta subjetiva: "Quais?"	
12	A restauração florestal planejada ou realizada no domínio espacial do PG30, como compensação da destruição oriunda do rompimento da barragem, vai conseguir restaurar a biodiversidade (taxonômica, filogenética e funcional), incluindo as espécies ameaçadas, sensíveis ou chaves, a estrutura, o funcionamento e o provimento de serviços ecossistêmicos, tendo os ecossistemas naturais mais conservados (estágio médio e avançado de regeneração) como referência?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento)	
13	Quais os efeitos das ações de restauração e recuperação das áreas impactadas sobre a diversidade de invertebrados?		
14	Como o processo de recuperação e restauração ecológica de habitats afeta a composição da comunidade de anfíbios e répteis Squamata ao longo do tempo?		
15	Existem diferenças nos padrões de sucessão entre as comunidades da avifauna de áreas afetadas pela deposição de rejeito em processo de restauração e em áreas de floresta não submetidas a este estressor em diferentes escalas da paisagem?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento) Considerar o acréscimo da pergunta subjetiva: "Quais?"	
16	A regeneração dos ambientes degradados pelo rompimento da barragem e dos ambientes em restauração na bacia está restaurando a funcionalidade dos ecossistemas e permitindo o retorno de processos ecológicos executados por espécies de insetos, mamíferos e aves?	Necessidade de resposta objetiva (Sim/não/inconclusivo até o momento)	

É o parecer, a consideração superior.

HERMES JOSÉ DAROS FILHO Técnico Ambiental IEMA	JULIANO BARBIRATO Técnico Ambiental IEMA	PATRICK CALATRONI HEMAIDAM Técnico Ambiental IEMA	EDUARDO SOSTI PERINI Técnico Ambiental IEMA
---	---	--	--

FREDERICO DRUMOND MARTINS Analista Ambiental Coordenador da CTBio
--



Documento assinado eletronicamente por **Janaína Aparecida Batista Aguiar**, **Usuário Externo**, em 17/10/2024, às 13:16, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Sosti Perini**, **Usuário Externo**, em 17/10/2024, às 13:16, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Hermes José Daros Filho**, **Usuário Externo**, em 17/10/2024, às 13:39, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **JULIANO DE OLIVEIRA BARBIRATO**, **Usuário Externo**, em 17/10/2024, às 13:39, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Patrick Calatroni Hemaïdam**, **Usuário Externo**, em 17/10/2024, às 14:09, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Frederico Drumond Martins**, **Coordenador CTBio**, em 17/10/2024, às 15:55, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.icmbio.gov.br/autenticidade> informando o código verificador **20154071** e o código CRC **B49CCF95**.
