



# SUMÁRIO EXECUTIVO

Revisão 1



FUNDAÇÃO  
**renova**

RELATÓRIO ANUAL  
AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA DA FAUNA E FLORA TERRESTRE NA  
BACIA DO RIO DOCE, MG/ES

Abril de 2020

## **RELATÓRIO ANUAL**

**AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA DA FAUNA E FLORA  
TERRESTRE NA BACIA DO RIO DOCE, MG/ES**

## **SUMÁRIO EXECUTIVO**

**INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL POR ESTE DOCUMENTO  
BICHO DO MATO MEIO AMBIENTE LTDA.**

CNPJ	08.314.527/0001-00
Endereço	Rua Perdigão Malheiros 222 - Coração de Jesus Belo Horizonte – MG - CEP 30380-234
Diretora Técnica	Edeltrudes Maria Valadares Calaça Câmara (Tudy Câmara) Bióloga MSc. CRBio 8619/4-D
Contato	(31) 3312-4374 / tudy@bichodomato.net.br

**FUNDAÇÃO RENOVA**

CNPJ	25.135.507/0001-83
Endereço	Avenida Getúlio Vargas, 671 – Térreo, Bairro Funcionários, Belo Horizonte – MG
Responsável pelo Projeto	Juliana Oliveira Lima
Contato	0800 031 2303
E-mail	juliana.lima@fundacaorenova.org

**EQUIPE RESPONSÁVEL POR ESTE DOCUMENTO**

<b>Profissional</b>	<b>Formação</b>	<b>Atividades</b>
Edeltrudes M. V. C. Câmara	Bióloga MSc. Zoologia, CRBio 08.619/4D	Coordenação Geral
Diogo Loretto Medeiros	Biólogo Dr. Ecologia, CRBio 38.477-02	Coordenação do Projeto

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE QUADROS</b> .....	<b>v</b>
<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
3.1. Perguntas .....	7
3.2. Objetivos Específicos .....	8
<b>4. SÍNTESE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>9</b>
4.1. Solos .....	9
4.2. Paisagem .....	12
4.3. Flora .....	12
4.4. Impactos aos organismos terrestres .....	13
4.5. Metais pesados .....	14
4.6. Cadeias alimentares .....	15
4.1. Unidades de Conservação.....	15
4.2. Espécies ameaçadas e prioritárias para monitoramento.....	17
4.3. Recolonização de áreas .....	19
4.4. Mudanças na composição da fauna .....	19
4.5. Áreas prioritárias para monitoramento .....	20
4.6. Processos ecológicos prioritários para monitoramento .....	20
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>22</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>25</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Resumo quantitativo por grupo taxonômico, campanha e escala espacial dos resultados obtidos durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ....	11
<b>Quadro 2.</b> Resumo qualitativo, por grupo taxonômico, dos resultados obtidos para cada uma das perguntas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ....	16
<b>Quadro 3.</b> Resumo qualitativo, por grupo taxonômico, dos resultados obtidos para cada um dos objetivos do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ....	18
<b>Quadro 4.</b> Resumo qualitativo, por grupo taxonômico, dos resultados obtidos para as quatro perguntas mais classificadas como “não alcançáveis” pelos especialistas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES, e sua relação com a indicação da necessidade de estudos experimentais no Bloco Amostral 4. ....	21

## 1. APRESENTAÇÃO

A **Bicho do Mato Meio Ambiente Ltda.** apresenta neste documento o Sumário executivo dos resultados **Relatório Técnico anual relativo às duas primeiras campanhas da Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.**

O Sumário Executivo tem como finalidade atender às demandas do **CTBio Relatório do II Workshop do Programa 30** (RT-20-001), de avaliação da Fauna e Flora terrestres, relativo aos resultados alcançados após o primeiro ano de estudos, da Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do rio Doce.

## 2. INTRODUÇÃO

O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, Mariana, MG, em novembro de 2015, de responsabilidade da SAMARCO Mineração S.A. levou à criação da **Fundação RENOVA**, após a celebração o Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC, IBAMA, 2016) em março de 2016. À **Fundação RENOVA** coube a fiscalização e controle, gestão e execução de medidas previstas nos programas socioeconômicos e socioambientais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão.

Entre os programas ambientais está o Programa de Conservação da Fauna e Flora Terrestres, previsto na Cláusula 168 (IBAMA, 2016), atendida através da proposta do Programa de Avaliação dos Impactos e Monitoramento de Populações e Comunidades da Fauna Terrestre no estado do Espírito Santo (IBAMA, 2015), norteados pelos Pareceres Técnicos 1/2017 e 15/2017 (IBAMA-COREC, 2017a, 2017b), que definiram as unidades amostrais (UA), grupos taxonômicos e métodos a serem empregados para o estudo de monitoramento e avaliação de impactos.

Este sumário traz o resumo dos resultados apresentados nos quatro volumes do **Relatório Anual da Avaliação ecológica rápida da fauna e flora terrestre na Bacia do rio Doce, MG/ES**, discussão das perguntas e objetivos apresentados pelos Pareceres Técnicos à luz dos resultados, assim como implicações para continuação do monitoramento.

Todos os termos, abreviações, métodos, áreas de amostragem, municípios, mapas, etc., fazem referência às definições estabelecidas nos Pareceres Técnicos emitidos pelo IBAMA (IBAMA-COREC, 2017a, 2017b), implementados na infraestrutura de campo e executada como protocolo de amostragem, reportados majoritariamente no **VOLUME I do Relatório Anual da Avaliação ecológica rápida da fauna e flora terrestre na Bacia do rio Doce, MG/ES**, submetido à **Fundação RENOVA**, após segunda rodada de revisão de texto e conteúdo, em 06 de março de 2020, sob código **RT-19-138**.

A síntese aqui apresentada não estará, porém, delimitada ou baseada na apresentação de argumentos seccionados pelos grupos da fauna e flora estudados, mas se concentrará em uma análise transversal das perguntas e objetivos, buscando o entendimento de padrões gerais aplicáveis atualmente e futuramente, durante a continuação do monitoramento.

### **3. OBJETIVOS**

Apresentar a análise e síntese de resultados obtidos nas duas primeiras campanhas, no período de seca de 2018, e no período de chuvas de 2019, da **Avaliação ecológica rápida da fauna e flora terrestre na Bacia do rio Doce**, nas áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, nos estados de MG e ES. Além disso, este relatório apresentará uma análise sobre as perguntas e objetivos específicos destinados ao programa de monitoramento da fauna terrestre, estabelecidos no Parecer Técnico 01/2017 (IBAMA-COREC, 2017a), descritos a seguir:

#### **3.1. Perguntas**

1. Qual o impacto do evento sobre as espécies da fauna terrestre e aquática?
2. Houve acumulação de metais nas diferentes espécies e no solo?
3. Até qual distância do rio Doce a acumulação de metais foi observada?
4. Como os metais estão circulando nas cadeias alimentares?
5. Como as taxas de ocupação das diferentes espécies são afetadas pelas distâncias de rios, bordas, estradas ou ferrovias, e aspectos físicos e químicos?
6. As áreas protegidas por Unidades de Conservação (UC) e aquelas fora de UC são semelhantes em termos das estruturas de comunidades ou são complementares?
7. Como se dará a recolonização das áreas que foram restauradas?

8. É possível detectar mudanças na composição das espécies de fauna terrestre e aquática afetadas pelo desastre?

### **3.2. Objetivos Específicos**

1. Avaliar e descrever os impactos do desastre sobre a fauna terrestre e aquática;
2. Fazer uma avaliação ecológica rápida para avaliar a estrutura e a biomassa, composição e abundância de espécies da fauna terrestre e aquática;
3. Fazer uma avaliação ecológica rápida para avaliar a estrutura e a biomassa, composição e abundância de espécies da flora terrestre, bem como os solos associados;
4. Definir espécies indicadoras da fauna (vertebrados e invertebrados) e flora, áreas prioritárias e processos ecológicos que serão objeto de monitoramento de longo prazo em programas específicos (após o primeiro ano de avaliação);
5. Definir quais e como os impactos afetam os táxons monitorados;
6. Detectar os níveis de metais residuais em vertebrados, invertebrados, na flora terrestre nativa nas ilhas fluviais e fragmentos florestais e no solo ao longo do rio Doce; Mapear e caracterizar o uso e ocupação da terra, e a integridade ambiental das ilhas fluviais na calha do rio Doce visando, no futuro, subsidiar propostas de criação de UCs para as áreas mais relevantes;
7. Aplicar métricas da ecologia da paisagem visando descrever o nível de conectividade e fragmentação dos habitats florestais na bacia do rio Doce;
8. Identificar as espécies-alvo para monitorar (após o primeiro ano de avaliação) a diversidade genética, estrutura genética populacional, fluxo gênico e história demográfica das populações das espécies da fauna (vertebrados e invertebrados) e flora, sendo no mínimo: Duas espécies de anfíbios, uma espécie de lagarto, uma espécie de cobra, uma espécie de quelônio, uma espécie de jacaré, duas espécies de pequenos mamíferos (uma terrícola e outra arborícola), duas espécies de morcegos (um nectarívoro e/ou frugívoro e/ou polinívoro e outro insetívoro), uma espécie de médio grande porte de mamífero, três espécies de aves (sendo uma de chão de floresta, uma de sub-bosque de floresta e uma ave aquática), duas espécies de besouro rola-bosta da família Scarabaeidae, duas espécies de formiga, uma espécie de abelha do gênero *Melipona* e uma espécie de borboleta.

#### 4. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Após duas campanhas do estudo, esforço de coleta de organismos de 15 grupos taxonômicos da fauna e flora terrestres, registramos 102.127 organismos de 2.254 espécies, em ca.150 dias de trabalho. A equipe técnica multidisciplinar da **Bicho do Mato Meio Ambiente Ltda.** formada por 102 profissionais (31 Doutores, 37 Mestres e 34 Bacharéis em Biologia) aplicou o protocolo RAPELD em 19 módulos e 108 parcelas de amostragem padronizada ao longo do rio Doce, desde Mariana, MG, até Linhares, ES, analisou os dados de riqueza e abundância dos organismos em perspectiva ecológica, usando dados levantados pelos estudos concomitantes de qualidade e fertilidade dos solos, além da variação de métricas da paisagem em perspectiva histórica, usando dados de 1985 até 2017. Além disso, ainda foram coletadas 551 amostras de organismos de 119 espécies pertencentes a 11 grupos taxonômicos para a avaliação de possível contaminação por metais pesados (**Quadro 1**). Registramos 40 das 130 espécies ameaçadas de extinção (**Volume III, Quadro 66**) listadas pelo estudo de Avaliação de Impacto Sobre as Espécies Terrestres Ameaçadas de Extinção (GOLDER ASSOCIATES, 2016). Além destas, outras 65 espécies ameaçadas de extinção foram registradas durante as duas campanhas de amostragem (**Quadro 1**).

##### 4.1. Solos

O estudo dos solos foi desenvolvido usando dados de 374 amostras para a análise de composição e concentração de 25 metais (9.350 análises), além de outras 1.660 amostras para análise de fertilidade. As amostras foram obtidas nos mesmos locais onde foram amostrados flora e fauna, seguindo o Parecer Técnico 01/2017 (IBAMA-COREC, 2017a). Este delineamento não é adequado e recomendável para o estudo e classificação dos solos de uma região, como também para fertilidade e concentrações de metais em sua composição. Isto foi apontado por nossos especialistas tanto no **II Workshop** quanto no relatório anual (**Volume I, Capítulo 8, seção 8.5**).

A composição dos solos não afetados, isto é, que não entraram em contato com o rejeito da barragem de Fundão, seguindo os critérios de GOLDER ASSOCIATES (2017), continham elevadas concentrações de variados metais pesados (arsênio, bário, cromo, cobalto, níquel e cobre). Estes mesmos metais estiveram presentes também em elevadas concentrações nas amostras do presente estudo, e todos acima dos níveis de referência de prevenção estabelecidos na Resolução CONAMA 420/2009 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2009). A correspondência direta entre a localização

de solos em áreas afetadas ou não seguiu os critérios de GOLDER ASSOCIATES (2016), sobrepondo a região mapeada e definida como “Área Ambiental 1” e os sítios de coleta de amostras em cada módulo, parcela e piquete da infraestrutura instalada em campo.

A maioria dos locais de coleta de solos (89%), *i.e.*, parcelas RAPELD, estão fora das áreas diretamente afetadas (96 das 108 parcelas), definidos como solos afetados pelo estudo da GOLDER ASSOCIATES (2017). Apenas 6 parcelas usadas para o estudo da flora e fauna terrestres estão localizadas próximo aos 311 sítios de amostras do estudo geoquímico realizado após o rompimento da barragem. Os solos não afetados se assemelhavam mais aos solos afetados que as amostras de rejeitos analisadas pelo estudo geoquímico, porque as áreas afetadas se mostraram uma mistura química e fisicamente heterogênea de solos e/ou sedimentos originais e rejeitos que os cobriram (GOLDER ASSOCIATES, 2017). Os rejeitos em si consistiam, principalmente, de sílica e óxido de ferro. As concentrações de metais-traço avaliadas foram baixas e foram destacados os baixos riscos de reatividade por consistirem das fases minerais insolúveis desses metais, e não foram considerados uma fonte significativa de mobilização adicional de metais para os solos da região, como também para as águas do rio Doce (GOLDER ASSOCIATES, 2017). Esta conclusão é plausível porque minerais comuns se tornam biodisponíveis à medida que sofrem intemperismo ou se dissolvem em condições naturais, isto é, normalmente mediada pela água (PLUMLEE, 1999).

Portanto, o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce apenas repetiu a abordagem do estudo anterior (GOLDER ASSOCIATES, 2017) em áreas não afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, sem exatamente repetir os sítios de amostragem, mas esperando erradamente identificar respostas diferentes. Ao contrário, as respostas foram consistentemente similares, mesmo sem delineamento amostral compatível com os estudos especializados na avaliação de solos. Confirmamos, desnecessariamente, que os solos estão em uma região rica em ferro e metais associados (como alumínio e manganês), sem a chance de um teste de hipótese robusto entre as concentrações dos metais nos solos (basicamente em áreas não afetadas) e concentrações dos metais nos organismos analisados (amostrados também fora das áreas afetadas), mesmo no caso em que o número de amostras da fauna permitiram avaliações relativas à distância do rio Doce (**Volume II, Capítulo 3.2.3, Capítulo 3.2.4; Volume III, Capítulo 1.2.1, Capítulo 1.2.2, e Capítulo 1.5**).

**Quadro 1.** Resumo quantitativo por grupo taxonômico, campanha e escala espacial dos resultados obtidos durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Grupo taxonômico	Abundância		Riqueza				Metais pesados	
	Seca 2018	Chuvas 2019	AE (total)	AE (ameaçadas)	BHRD (total)	BHRD (ameaçadas)	Amostras	Espécies
ABE	1.601	1.476	153	0	220	0	4	1
AVE	4.206	4.400	402	66	667	67	98	71
BES	7.734	5.215	267	2	45	4	62	NA
BOR	4.754	3.070	244	1	413	7	29	3
CRO	63	68	1	0	2	0	NO	NO
EPH	2.788	11.999	61	0	84	4	7	NA
FLO	30.240	NA	488	14	6.071	251	NO	NO
FOR	3.366	3.767	366	4	271	4	95	NA
HER	218	350	64	0	210	10	12	8
MMG (BA, DIST)	328	201	45	18	50	28	NA	NA
MMG (CT)	395	922						
MIN	NA	4.871	7	0	2	0	105	6
MOR	537	313	32	0	84	8	47	8
ODO	436	644	66	0	60	2	NO	NO
PMN	405	239	28	0	47	7	80	21
PMN (CT)	449	340					NA	NA
QUE	21	25	2	0	4	0	12	1
REO	49	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TRI	4.686	1.951	28	0	87	0	NA	NA
<b>Total</b>	<b>62.276</b>	<b>39.851</b>	<b>2.254</b>	<b>105</b>	<b>8.317</b>	<b>392</b>	<b>551</b>	<b>119</b>

Legenda: AE – **Área de Estudo**; BHRD – Bacia Hidrográfica do rio Doce; ABE – Abelhas; AVE – Aves; BES – Besouros; BOR – Borboletas; CRO – Crocodilos; EPH – Ephemeroptera; FLO – Flora; FOR – Formigas; HER – Herpetofauna; MMG (BA, DIST) – Mamíferos de médio e grande porte (busca ativa e *Distance*); MMG (CT) – Mamíferos de médio e grande porte (*camera traps*); MIN – Minhocas; MOR – Morcegos; ODO – Odonatas; PMN – Pequenos mamíferos; PMN (CT) – Pequenos mamíferos (*camera traps*); Quelônios; REO – Registros ocasionais; TRI – Trichoptera; NA – Não se aplica; NO – Não obtido.

Não é recomendável que se continue coletando amostras em áreas não afetadas. Como destacado também para a fauna, em cada um dos capítulos específicos, e no presente documento, amostras em áreas não afetadas diretamente, sem delineamento e experimentos de campo específicos não ajudam no entendimento de quaisquer impactos. Tornam-se, portanto, inócuos para mitigar e recuperar áreas afetadas, e constituem desperdício de recursos humanos e financeiros.

#### **4.2. Paisagem**

A paisagem da **Área de Estudo** é dominada por áreas de agricultura desde o início dos dados avaliados (1985). A segunda classe de cobertura do solo mais importante foi a de *florestas*. De modo geral, de 1985 até 2017, houve perda de fragmentos no BA3 e BA4, e ganhos no BA2 e BA1. Porém, em todos os BA, à exceção do BA1, houve também perda de cobertura florestal. Nenhum dos parâmetros analisados esteve significativamente associado aos anos pré e pós rompimento da barragem de Fundão (**VOLUME I, Item 9.3.3**). As diferenças e variações na paisagem notadas estão associadas ao histórico de uso e ocupação do solo em toda a **BHRD** e não há evidências de relação causal com a propagação dos rejeitos.

Em próxima etapa do monitoramento pode-se desenvolver o estudo da paisagem apenas localmente, no BA4. Seria relevante quantificar os parâmetros da paisagem particionando em classes de tamanho dos fragmentos presentes no Bloco Amostral. Isto poderia ser suficiente para entender, em uma escala mais refinada, a flutuação dos índices encontrada pelos atuais resultados, que se estratificados possuem maior chance de captar alterações que sejam indicadoras para a fauna e flora. Adicionalmente, medidas de isolamento de fragmentos e de mobilidade de espécies-alvo, devem permitir cálculos mais seguros sobre a permeabilidade da paisagem para as diferentes espécies, desde que o foco seja na direta recuperação das áreas diretamente afetadas.

#### **4.3. Flora**

Densidade e área basal das plantas presentes nas parcelas de amostragem, *i.e.*, medidas de estrutura, foram apenas significativamente relacionadas à sua posição relativa ao rio Doce para o BA1 e BA2 (**VOLUME II, Item 1.5.4**). Para o primeiro Bloco Amostral, foram positivamente relacionadas ao aumento da distância tanto na F1 quanto F2; a F3 esteve negativamente relacionada à proximidade do curso d'água. No BA2 ambos os parâmetros foram positivamente relacionados à distância do rio Doce apenas

na F3. Todas as relações significativas ocorreram apenas para as *Parcelas Terrestres*. Isto significa que a distância do rio Doce não influencia, ou o faz de forma indistinguível, os parâmetros analisados nas áreas mais sensíveis e passíveis de impacto – *Parcelas Ripárias*. Ressalva se faz ao BA4, que não pode ser amostrado para que as mesmas comparações pudessem ser realizadas.

A estrutura da vegetação nas parcelas de amostragem analisadas não variou em função da distância do rio Doce nos Blocos Amostrais 1, 2 e 3. Apesar de ser a área mais relevante para todo o estudo, por ter recebido o maior impacto físico decorrente da onda de rejeitos, e de ser o único Bloco Amostral com perda de área vegetal documentada, o BA4 é a área com o menor número de parcelas de amostragem, tanto *Terrestres* quanto *Ripárias*. O número destas últimas é extremamente baixo e insuficiente para analisar a estrutura da vegetação, especialmente nas áreas que receberam diretamente a onda de rejeitos (3 *Parcelas Ripárias*). Este Bloco Amostral ainda foi prejudicado pelas situações contingenciais de campo, acessos e impedimentos por razões de segurança, que também impediram que as parcelas fossem amostradas para a medição das variáveis estruturais.

O estudo da flora, portanto, ainda carece da medição das variáveis estruturais e identificação das espécies ao longo das parcelas já instaladas nos módulos de amostragem. Sanada esta exigência e identificadas as espécies, é esperado que os resultados confirmem a importância das *Parcelas Ripárias* para o estudo, sobretudo no BA4. Em nosso entendimento este deveria ser o único Bloco Amostral estudado, desde que sofra diminuição ou eliminação completa de *Parcelas Terrestres* e ampliação expressiva do número de *Parcelas Ripárias* em áreas diretamente afetadas em recuperação natural, afetadas e em replantio, e em áreas similares não afetadas. É recomendável também que, se mantidas, as parcelas a serem amostradas nos BA3, BA2 e BA1 sejam majoritariamente as *Ripárias*, em sítios marginais ao rio Doce, que tenham recebido lama de rejeitos, em concomitância com sítios similares que não a tenha recebido.

#### **4.4. Impactos aos organismos terrestres**

De modo geral, não foi possível, no primeiro ano de estudo, determinar ou identificar impactos que fossem relacionáveis diretamente ao rompimento da barragem de Fundão. Sete especialistas assinalam este com um objetivo inalcançável ao programa de monitoramento; outros três identificaram variações nos dados avaliados, mas sem

que se possa definir uma fonte ou causa; apenas para três grupos de invertebrados houve resposta considerada ligada ao rompimento da barragem de Fundão.

Os principais motivos elencados como impedimentos para a associação de impactos à fauna e flora terrestres decorrentes do desastre de Fundão, em ordem crescente de relevância, são:

- Tempo decorrido desde o rompimento até o início dos estudos (ca. 3 anos);
- Ausência de estudos anteriores – *baseline* – que pudessem ser uma referência do “antes” da **BHRD**;
- Delineamento amostral incompatível com as perguntas e objetivos listados no Parecer Técnico 01/2017;
- Perguntas e objetivos inteira ou parcialmente incompatíveis com delineamento amostral e protocolo de estudo.

Estes últimos motivos são os mais importante de todos e foram consenso durante o **II Workshop**, que o uso de módulos RAPELD de 5 km que privilegiaram áreas muito distantes, sendo esse o caso da maioria das *Parcelas Terrestres*, não foi uma boa escolha para a maior parte das perguntas do estudo (1, 7 e 8). Esta escolha e a inexistência de parcelas posicionadas em áreas diretamente afetadas e em recuperação natural, nas afetadas e em processo de replantio, e em áreas similares não afetadas, simplesmente inviabiliza a resposta dessas 3 perguntas. Ainda, o protocolo RAPELD e os métodos escolhidos para serem empregados dentro da infraestrutura instalada são pensados para inventários e estudos ecológicos de comunidades, não adequados para parte das perguntas, que dizem respeito à escala de populações na ecologia.

Na atual configuração o estudo está desperdiçando recursos humanos e financeiros. Sobretudo, perde-se a chance não só de avaliar os efeitos deste grande desastre ambiental, mas principalmente a chance de conduzir estudos que guiem a recuperação de áreas e espécies que as habitam, que sem dúvida deveria ser o principal objetivo do presente monitoramento.

#### **4.5. Metais pesados**

Para nove dos 11 grupos da fauna analisados (exceção de Oligochaeta e Aves), a combinação de metais pesados nas amostras de tecidos foi variada, mas de maneira

geral sem relação direta com a distância do rio Doce (**Quadro 2**). Para três dos grupos estudados foram encontradas relações pontuais, nunca no BA4.

Como destacado no **Item 4.1**, os metais e suas concentrações encontradas nos organismos se assemelharam mais a composição geral do solo da região, que aos componentes da lama de rejeitos. Ainda assim, isto não seria suficiente para descartar a influência da onda de rejeitos em uma eventual disponibilização mecânica de outros metais localizados no fundo do rio Doce ou em outras matrizes afetadas em menor grau. Essa pergunta ainda persiste, porque para descartá-la como hipótese, deveríamos estar amostrando áreas diretamente afetadas e em recuperação natural, nas afetadas e em processo de replantio, e em áreas similares não afetadas, coletando organismos de diferentes idades nessas áreas e analisando seus tecidos para então estimar uma associação aos dados disponíveis de solos nesses mesmos sítios. Mesmo não tendo sido possível coletar amostras da flora para estas análises, o cenário e resultados esperados são os mesmos, pois as áreas de amostragem são as mesmas da fauna, majoritariamente não coincidentes às áreas diretamente afetadas pelo rejeito.

#### **4.6. Cadeias alimentares**

Esta questão está integralmente fora do delineamento amostral exigido para este programa. É, no entanto, uma questão importante e deveria ser avaliada em conjuntos de experimentos de campo em áreas em recuperação natural e induzida, pois são essas áreas afetadas diretamente que perderam espécies e que, eventualmente, passarão por um processo de recuperação, mais lento ou acentuado, a depender de como for conduzido. Este, porém, é um objetivo que parece ambicioso demais para a quantidade de recursos, humanos e financeiros, disponíveis para o estudo. É mais relevante responder questões relacionadas a recolonização de áreas em recuperação que o estudo tão aprofundado de efeitos indiretos que possuem grande probabilidade de representarem uma parcela minoritária dos impactos em ambiente terrestre.

#### **4.1. Unidades de Conservação**

Trinta e três parcelas de amostragem (31%) estão localizadas em UCs (Reserva Biológica de Comboios, Floresta Nacional de Goytacazes, RPPN Fazenda Bulcão, Parque Estadual Sete Salões, Parque Estadual do Rio Doce [PERD]). Cerca de 75% das parcelas (N = 79) encontram-se em Áreas Prioritárias para Conservação, desde prioridade alta até extremamente alta (MMA, 2006).

**Quadro 2.** Resumo qualitativo, por grupo taxonômico, dos resultados obtidos para cada uma das perguntas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Grupo	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5*	Pergunta 6	Pergunta 7	Pergunta 8
SOL	NA	Sim	Sem relação com a distância do rio Doce no BA4 e BA2; relação negativa para BA1 e Ba3 nas Parcelas Ripárias apenas	NA	NA	NA	NA	NA
PAI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FLO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Não alcançável	NA
MIN	Não definido	Não detectado	Não alcançável	Não alcançável	Não alcançável	Não distinguíveis	Não alcançável	Não alcançável
INV	Não alcançável	No BA3; BA4 sem amostras	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não respondido; não alcançável	Complementares	Não alcançável	Não alcançável
BOR	Menor riqueza próximo ao rio Doce para BA3 e BA4	No BA1b; sem amostras no BA4	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não respondido; não alcançável	Importantes no BA3, BA2, BA1b; sem delineamento específico para abordar a questão	Não alcançável	Não detectado; ausência de amostras pretéritas
ABE	Menor riqueza próximo ao rio Doce nas parcelas terrestres; sem relação nas ripárias.	Sim, mas temos apenas 4 amostras	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não respondido; não alcançável	Em geral complementares, mas sem delineamento específico para abordar a questão	Não alcançável	Não alcançável
FOR	Não alcançável	Sim, em todos os BA	BA1a e BA3 metais em maior concentração próximo ao rio	Não alcançável	Não respondido; não alcançável	Similares no BA3 e BA1b	Não alcançável	Não alcançável
BES	Menor abundância / riqueza próximo ao rio Doce	Sim	Não detectado	Não alcançável	Não respondido; não alcançável	Não respondido; sem delineamento específico para abordar a questão	Não alcançável	Provavelmente será alcançado com o andamento do monitoramento
HER	Não alcançável	Sim, mas temos poucas amostras; sem amostras do BA4	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não respondido; não alcançável	Em geral complementares, mas sem delineamento específico para abordar a questão	Não alcançável	Não alcançável
PMN	Não alcançável	Ferro em todos os BA e Zinco em duas espécies;	Apenas 1 spp. parece concentrar mais ferro próximo do rio Doce	Não alcançável	Não respondido; não alcançável	Em geral complementares, mas sem delineamento específico para abordar a questão	Não alcançável	Não alcançável
MOR	Não alcançável	Sim, para apenas 1 espécie	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras	Em geral complementares, mas sem delineamento específico para abordar a questão	Não alcançável	Não alcançável
MMG	Não definido	NA	NA	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras	Complementares, mas sem delineamento específico para abordar a questão	Não alcançável	Não alcançável
QUE	Não alcançável	Sim	Distância não relevante; há altas concentrações próximo e distante do rio	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras
CRO	Não alcançável	Não detectado; sem amostras	NA	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras	Complementares; na verdade única fonte da espécie	Não alcançável	NA
AVE	Não definido	em apenas 1 ind. dos 98 coletados	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não respondido; não alcançável	Complementares, mas sem delineamento específico para abordar a questão	Não alcançável	Possível detecção com o andamento do monitoramento

\* Considerado que o objetivo relacionado à distância do rio Doce foi avaliado de forma específica por todos os grupos e foi respondido em separado;  
 Legenda: ABE – Abelhas; AVE – Aves; BES – Besouros; BOR – Borboletas; CRO – Crocodilos; EPH – Ephemeroptera; FLO – Flora; FOR – Formigas; HER – Herpetofauna; MMG – Mamíferos de médio e grande porte; MIN – Minhocas; MOR – Morcegos; ODO – Odonatas; PAI – Paisagem; PMN – Pequenos mamíferos; Quelônios; SOL – Solos; TRI – Trichoptera; NA – Não se aplica.

Em geral, a composição de organismos registrados nas UCs foi complementar às áreas de amostragem localizadas fora dessas unidades (**Quadro 2**). Para oito dos 13 grupos taxonômicos, as composições foram aditivas, e em geral, são essas áreas protegidas as mais ricas em espécies e de maior abundância de indivíduos. O mais relevante, porém, é a avaliação, também de oito grupos, que esta é uma pergunta para qual não há delineamento adequado para obtermos resposta satisfatória. Além disso, os dados que obtivemos mostram que são justamente as UCs as áreas de menor probabilidade de influência negativa dos efeitos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão. Manter amostragem e análise dessas áreas contribuirá para manter o estudo sem a capacidade de analisar reais efeitos negativos em áreas verdadeiramente afetadas, além de impedir a avaliação da recuperação, incremento de ações de mitigação e comunicação à sociedade das ações concretas de melhora e recuperação pós desastre.

Considerar Unidades de Conservação dentro do conjunto de unidades amostrais seria relevante para usá-las como áreas-referência, ou controle, de processos ecológicos, de riqueza e abundância de espécies, idealmente para cada um dos Blocos Amostrais, acompanhando a lógica do estabelecimento dos mesmos (**VOLUME I, Item 2.3**). Dessa forma, essas áreas poderiam ser inclusive consideradas como alvo para os programas de restauração e recuperação ambiental.

#### **4.2. Espécies ameaçadas e prioritárias para monitoramento**

De 392 espécies ameaçadas que podem ser encontradas na **BHrD**, registramos 105. Como a maior parte destas espécies é de baixa abundância e como a maioria das curvas de acumulação de espécies de nosso estudo mostram tendências acentuadamente crescentes, é provável que outras sejam registradas com o emprego de maior esforço, mas não é plausível supor que este programa de estudo da biodiversidade conseguirá avaliar o *status* de conservação para todas as espécies ameaçadas que potencialmente podem ocorrer na **BHrD**. Não é plausível supor nem que as já registradas possam ser avaliadas em detalhes por causa de seus raros registros.

Ao final de um ano, todos os especialistas da fauna sinalizaram os melhores organismos para serem monitorados com enfoque temporal (**Quadro 3**), *i.e.*, identificar alterações na composição das diferentes comunidades. O delineamento amostral empregado pressupõe um estudo de nível de comunidades (**Item 4.4**), e não de populações, que seria o mais indicado para identificar flutuações negativas e sua relação com os passados impactos do rompimento da barragem de Fundão.

**Quadro 3.** Resumo qualitativo, por grupo taxonômico, dos resultados obtidos para cada um dos objetivos do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Grupo taxonômico	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5 *	Objetivo 6 **	Objetivo 7	Objetivo 8
FLO	Não alcançado	NA	Atendido	Atendido	NA	Não alcançado	NA	Não alcançado
MIN	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	NA
INV	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	NA
BOR	Efeitos negativos na riqueza	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
ABE	Efeitos negativos na riqueza	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
FOR	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
BES	Efeitos negativos na riqueza e abundância	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
HER	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
PMN	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
MOR	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
MMG	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Não alcançável
QUE	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
CRO	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
AVE	Não alcançado	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido	NA	Atendido
SOL	NA	NA	Atendido	NA	NA	NA	NA	NA
PAI	NA	NA	NA	NA	NA	Atendido	Atendido	NA

\* Objetivo a ser desenvolvido após a Avaliação Ecológica Rápida.

\*\* Considerado que a segunda etapa do objetivo já havia sido apresentada no estudo da Golder Associates (2016) e o restante das análises desenvolvidas pela equipe da Bicho do Mato focou na aplicação dessas medidas para o estudo de Ecologia da paisagem.  
 Legenda: ABE – Abelhas; AVE – Aves; BES – Besouros; BOR – Borboletas; CRO – Crocodilos; EPH – Ephemeroptera; FLO – Flora; FOR – Formigas; HER – Herpetofauna; MMG – Mamíferos de médio e grande porte; MIN – Minhocas; MOR – Morcegos; ODO – Odonatas; PAI – Paisagem; PMN – Pequenos mamíferos; Quelônios; SOL – Solos; TRI – Trichoptera; NA – Não se aplica;

### 4.3. Recolonização de áreas

Esta questão está integralmente fora do delineamento amostral atual do programa. É, no entanto, importante e deveria ser avaliada em conjuntos de experimentos de campo em áreas em recuperação natural e induzida. São essas áreas, afetadas diretamente, que perderam espécies e que, eventualmente, passarão por um processo de recuperação, mais lento ou acentuado, a depender de como for conduzido.

Ao contrário de amostrar essas áreas, todas no BA4, o Programa 30 delineou um conjunto de áreas de amostragem que privilegia Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para a Conservação (**Volume I, Item 5.2**). Nenhuma dessas áreas foi identificada como diretamente afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão. Além disso, ao menos dentro das UCs, os ambientes terrestres já estão teoricamente protegidos de influências negativas externas. Portanto, privilegiar essas áreas é, no mínimo, erro de foco, pois atuará como fator de confusão (segundo GOTELLI; ELLISON, 2004) no conjunto de dados, pois ficará claro que o conjunto de espécies que vivem nessas áreas serão diferentes das que vivem fora dessas áreas. Isto, de fato, ocorreu para alguns grupos (**Quadro 1**), e são possíveis fatores de confusão por serem áreas nas quais registraremos alta riqueza e abundância, mas que não estiveram sujeitas aos impactos do que se pretende avaliar. Isto tenderá a diluir os já fracos efeitos de um desastre ambiental quase exclusivamente circunscrito ao ambiente aquático no ambiente terrestre que se pretende avaliar.

### 4.4. Mudanças na composição da fauna

O foco de avaliação do estudo que deve ser adotado no prosseguimento do monitoramento não deve privilegiar as espécies ameaçadas, embora o seu registro e consideração para ações de mitigação não possam ser negligenciados. Os grupos de organismos que possuem maior potencial de fornecer respostas ao estudo são as de ampla distribuição em cada Bloco Amostral, sem que sejam essas as espécies mais generalistas e abundantes habitantes de cada região, pois essas em teoria seriam capazes de lidar com quase qualquer condição ambiental, mascarando padrões resposta aos impactos avaliados.

Além disso, os grupos de espécies prioritárias para estudo devem seguir as recomendações das áreas prioritárias para o estudo (**Item 4.5**), identificado para a maioria dos grupos taxonômicos como pertencentes ao BA4, desde que estejam em

situação clara de afetação e em processo de recuperação, natural ou induzido por ações de mitigação da **Fundação RENOVA**.

#### **4.5. Áreas prioritárias para monitoramento**

A seleção de áreas prioritárias para monitoramento (**Objetivo 4**) foi atingida para todos os grupos taxonômicos estudados, além das recomendações para o estudo dos solos e paisagem (**Quadro 3**). Este objetivo esteve indissociável das discussões e conclusões acerca do delineamento amostral geral, a relevância das áreas de amostragem localizadas em Mariana, MG, e a necessidade, identificada para 11 grupos taxonômicos de esforço e foco direcionados ao estudo experimental dessas áreas, isto é, através de estudos pontuais e manipulativos ou de escala local que consigam comparar áreas afetadas e não afetadas de forma pareada (**Quadro 4**).

Portanto, é imperativo que o BA4 receba maior atenção do programa de monitoramento, pois é a única área onde é possível avaliar realmente presença, ausência ou retorno de espécies em áreas afetadas e não afetadas diretamente pelo rompimento da barragem de Fundão. Esta avaliação deve ser feita através do estabelecimento de novas áreas de amostragem, localizadas em pontos dos rios Santarém, Carmo e Gualaxo do Norte que foram diretamente afetados pela onda de rejeitos e que estão em processo natural de recuperação. O mesmo deve ser feito em áreas próximas, ainda no domínio desses tributários do rio Doce, que não foram diretamente afetadas pela onda de rejeitos. Por último essas áreas de amostragem devem ser comparadas com áreas mais remotas, denominadas controle.

#### **4.6. Processos ecológicos prioritários para monitoramento**

Considerando os argumentos apresentados acima, é mais promissor e adequado que haja remodelagem do estudo como um todo, redefinindo perguntas, objetivos e realocando áreas de amostragem. Não é produtivo que as perguntas relativas à determinação de impactos sejam mantidas. É mais realista que todo o monitoramento seja voltado para a recolonização e recuperação de áreas diretamente afetadas, sobretudo no BA4.

**Quadro 4.** Resumo qualitativo, por grupo taxonômico, dos resultados obtidos para as quatro perguntas mais classificadas como “não alcançáveis” pelos especialistas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES, e sua relação com a indicação da necessidade de estudos experimentais no Bloco Amostral 4.

Grupo	Classificação	Pergunta 1	Pergunta 3	Pergunta 7	Pergunta 8	Experimento BA4	Totais
BES	Invertebrados	-	Não detectado	Não alcançável	-	-	2
SOL	Físico	NA	-	NA	NA	Sim	3
INV	Invertebrados	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não alcançável	Sim	3
BOR	Invertebrados	-	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não detectado; ausência de amostras pretéritas	Sim	3
ABE	Invertebrados	-	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não alcançável	-	3
FOR	Invertebrados	Não alcançável	-	Não alcançável	Não alcançável	Sim	3
PMN	Vertebrados	Não alcançável	-	Não alcançável	Não alcançável	Sim	3
QUE	Vertebrados	Não alcançável	-	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras	NA	3
AVE	Vertebrados	Não definido	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	-	Sim	3
PAI	Físico	NA	NA	NA	NA	Sim	4
MIN	Invertebrados	Não definido	Não alcançável	Não alcançável	Não alcançável	Sim	4
HER	Vertebrados	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não alcançável	Sim	4
MOR	Vertebrados	Não alcançável	Não detectado; poucas amostras	Não alcançável	Não alcançável	Sim	4
MMG	Vertebrados	Não definido	NA	Não alcançável	Não alcançável	Sim	4
CRO	Vertebrados	Não alcançável	NA	Não alcançável	NA	NA	4

Legenda: ABE – Abelhas; AVE – Aves; BES – Besouros; BOR – Borboletas; CRO – Crocodilos; EPH – Ephemeroptera; FLO – Flora; FOR – Formigas; HER – Herpetofauna; MMG – Mamíferos de médio e grande porte; MIN – Minhocas; MOR – Morcegos; ODO – Odonatas; PAI – Paisagem; PMN – Pequenos mamíferos; Quelônios; SOL – Solos; TRI – Trichoptera; NA – Não se aplica; “-” indicam resultados já apresentados no **Quadro 2**.

Desta forma, os processos ecológicos mais relevantes para o prosseguimento do estudo devem ser:

- Aspectos espaciais:
- Análise da paisagem adjacente às áreas afetadas para estimativa da permeabilidade da paisagem aos diferentes tipos de organismos de interesse, visando inclusive a indicação de áreas prioritárias para recuperação com o objetivo de reconectar regiões fragmentadas na região.
- Aspectos temporais:
  - Alterações na composição de espécies vegetais e animais presentes nas áreas dos diferentes tratamentos;
  - Avaliação da taxa de imigração e emigração de espécies nesses sítios;
  - Avaliação da susceptibilidade de diferentes blocos amostrais a atraírem mais espécies a se estabelecerem considerando as respostas de estimativas de permeabilidade da paisagem aos organismos-alvo.
- Experimentação de campo:
  - Avaliar os aspectos temporais em blocos de amostragem que contenham como tratamentos **áreas afetadas em regeneração natural, áreas afetadas em regeneração induzida, áreas naturais não afetadas;**
  - Réplicas de blocos de amostragem de três a 10 vezes no número de perguntas/objetivos a serem atendidos pelos dados que forem gerados nessas áreas de amostragem.

## 5. CONCLUSÕES

Seis das oito perguntas feitas pelo Parecer Técnico 01/2017 (IBAMA-COREC, 2017a) não puderam ser respondidas ou foram identificadas como não respondíveis pela equipe técnica responsável pelo primeiro ano de estudo da **Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES**. Além disso, tivemos um objetivo majoritariamente não atendido e outros dois, de caráter essencialmente temporal, que não poderiam ser atendidos no primeiro ano de estudo.

Após um ano de estudo e já passados mais de quatro anos do rompimento da barragem de Fundão não há como determinar efeitos ou ligar fatores que tenham relação causal entre as composições de comunidades que encontramos e impactos específicos, salvo efeitos pontuais destacados aqui e nos **Volumes** que compõem o **Relatório Anual**. Em

geral, os resultados mostram que a escala de tempo, espaço e esforço empregado não conseguiu ultrapassar a barreira de só registrar organismos e indicadores desses organismos que os conectem com seus hábitos ordinários, por exemplo, a associação de minhocas, invertebrados aquáticos e anfíbios anuros a ambientes mais próximos de fontes de água.

As áreas escolhidas para instalação da infraestrutura do estudo foram majoritariamente dentro de UCs e Áreas Prioritárias para a Conservação. Isto enviesou os resultados, que mostram elevada riqueza e abundância, basicamente influenciadas pelas UCs, que estão fora das áreas mais afetadas pelo rompimento da barragem. Nossos resultados mostram o óbvio: mais organismos vivem em maior abundância nas únicas áreas protegidas que ainda restam em uma Bacia Hidrográfica já há muito degradada pelo uso e ocupação do solo desordenados, desde os primeiros ciclos de exploração do ouro no estado de Minas Gerais.

O delineamento amostral em si também não é adequado para responder a maior parte das perguntas propostas, que por si só também não parecem ser mais tão relevantes, como comentado acima. Por exemplo, não há delineamento específico para avaliar a pergunta relativa às UCs, que são áreas para as quais a maior parte dos dados indica não serem relevantes para avaliar impactos, ou melhor, propor soluções de mitigação.

Avaliando os dados apresentados de forma transversal também é possível concluir que as áreas a jusante de UHE Risoleta Neves (Candonga) não são importantes para detecção de impactos e monitoramento tanto dos impactos quanto da recuperação dos ambientes e espécies terrestres. Todo o esforço do programa de monitoramento terrestre deveria ser voltado ao estudo das áreas localizadas a montante de Candonga.

Além disso, mais relevante que estudos voltados para identificação de impactos, é mais produtivo, científica e ambientalmente, que os estudos sejam voltados para uma análise crítica da recuperação dessas áreas. É relevante questionar quais as melhores situações para reestabelecimento das espécies desalojadas dos locais varridos pela onda de rejeitos e identificar processos que facilitem esse retorno. Isto deve ser realizado em conjunto com os programas de reflorestamento e recuperação de APPs dos rios mais afetados. Os objetivos mais relevantes a serem avaliados sugeridos são:

- Qual tipo de formação vegetacional permite o mais rápido retorno e estabelecimento do maior número de espécies?

- Qual dos procedimentos de recuperação é mais eficiente em promover o retorno das espécies, no tempo e no espaço (recuperação natural ou reflorestamento)?
- Quão próximas e grandes devem estar as áreas fonte para facilitar o processo de retorno das espécies?
- Quais as alternativas caso não existam áreas fonte identificáveis?

Sugerimos, como encaminhamento para o prosseguimento do programa de monitoramento que o delineamento amostral seja aplicado apenas em áreas do BA4 para os grupos da fauna de hábitos exclusivamente terrestres. Considerando as primeiras três perguntas listadas acima o número de unidades amostrais que deveriam ser instaladas em campo é de:

$$N \text{ réplicas} = 5 * (3 \text{ perguntas} * 3 \text{ tratamentos} * 2 \text{ abordagens}) = 30 \text{ blocos amostrais}$$

Sendo:

- Tratamentos: **áreas afetadas em regeneração natural, áreas afetadas em regeneração induzida, áreas naturais não afetadas;**
- Abordagens: *Parcelas Terrestres e Parcelas Ripárias*

Este delineamento resultaria, idealmente, em dois conjuntos de 45 Blocos Amostrais de *Parcelas Terrestres* e de *Parcelas Ripárias* divididos em três tratamentos cada. Pensando na quantidade de áreas a serem recuperadas, o ideal é que as áreas a serem recuperadas seguissem a análise da permeabilidade da paisagem, identificação de corredores naturais para que fosse otimizada a recuperação de outras regiões com o intuito de atingir o limar de 30% de cobertura florestal, reconhecido como nível que previne o colapso das comunidades de organismos terrestres (PARDINI et al., 2010).

Passadas as primeiras fases de avaliação da recuperação das áreas delimitadas o programa e suas questões devem ser revistos para que as perguntas respondidas sejam eliminadas e novas perguntas pertinentes possam ser incluídas, até que este programa não mais se faça necessário.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA N° 420/2009. . 2009, p. 81–84.

GOLDER ASSOCIATES. **Avaliação de Impacto Sobre as Espécies Terrestres Ameaçadas de Extinção**. Belo Horizonte, MG, Brasil: [s.n.].

GOLDER ASSOCIATES. **Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos**. Belo Horizonte, MG: [s.n.].

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **A Primer Of Ecological Statistics**. [s.l.] Sinauer Associates, 2004.

IBAMA-COREC. **Parecer Técnico nº 1/2017-COREC/CGBIO/DBFLO**. Brasília - DF: [s.n.]. Disponível em: <[http://www.golder.ca/en/modules.php?name=Pages&sp\\_id=331](http://www.golder.ca/en/modules.php?name=Pages&sp_id=331)>.

IBAMA-COREC. **Parecer Técnico nº 15/2017-COREC/CGBIO/DBFLO**. Brasília - DF, Brasil: [s.n.].

IBAMA. **Notificação 678322-EColatina**, ES, BR, 2015. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/notificacoes/2015-12-notificacoes.pdf>>

IBAMA. **Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) entre União/Estados de MG e ES/Samarco/Vale/BHP**. Brasília - DF: [s.n.].

MMA. **Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade Brasil**, 2006.

PARDINI, R. et al. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: Regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. **PLoS ONE**, v. 5, n. 10, 2010.

PLUMLEE, G. S. The environmental geology of mineral deposits. **The environmental geochemistry of mineral deposits. Part A**, v. 6, p. 71–116, 1999.