



**Relatório de Consolidação dos Resultados do “Workshop para definição de Indicadores de Resultados da Biodiversidade – Programas 28 e 30”.**

**Projeto:** Assessoria à Gerência Socioambiental

**Contrato nº:** 4800018497

**Ordem de Serviço nº 6:** Workshop de Indicadores

**Janeiro, 2019**

## 1. INTRODUÇÃO

No âmbito do projeto de Consultoria Técnica do Instituto Ekos à Gerência Socioambiental da Fundação Renova, o presente documento sumariza as discussões ocorridas durante o “Workshop para Definição de Indicadores de Resultados da Biodiversidade dos Programas 28 e 30”, respectivamente, ‘Conservação da Biodiversidade Aquática’ e ‘Conservação da Fauna e Flora Terrestre’, nos dias 12 e 13 de dezembro de 2019. Este documento também consolida os avanços relacionados às perguntas norteadoras dos programas e as discussões sobre premissas e critérios para definição dos indicadores de biodiversidade, além de apresentar a situação atual das propostas de indicadores biológicos do Programa 28 e do Programa 30 (PG28 e PG30).

Aos participantes do Workshop será encaminhado este Relatório de Consolidação dos Resultados, juntamente com o Formulário de Contribuição sobre os Indicadores de Biodiversidade, para coleta de sugestões que possam complementar a planilha de Indicadores dos Programas 28 e 30. Na oportunidade, destacamos a participação ativa e colaborativa dos representantes das Consultorias, da Câmara Técnica de Biodiversidade e da Fundação Renova para que esses objetivos fossem atingidos.

## 2. BREVE RELATO DO “WORKSHOP PARA DEFINIÇÃO DE INDICADORES DE RESULTADOS DA BIODIVERSIDADE DOS PROGRAMAS 28 E 30”

O “Workshop para Definição de Indicadores de Resultados da Biodiversidade dos Programas 28 e 30” teve como principais objetivos: o alinhamento do conceito de Indicadores de Biodiversidade; a validação dos critérios para construção de Indicadores de Biodiversidade dos PG28 e PG30; a construção de indicadores para os Programas 28 e 30; e a criação de consensos para construção do mapa de indicadores.

A metodologia utilizada no Workshop proporcionou condições para que as questões fossem debatidas de forma coletiva, facilitando a produção de conteúdo e construção de consensos em torno das questões tratadas no evento.

Também foram adotados, conforme indicação da Fundação Renova, as etapas metodológicas para formulação indicadores de resultado, elaborados pela Fundação Falconi.

### 2.1. Principais Resultados do Workshop

Para facilitar a discussão durante o workshop, foi elaborado pela equipe do Instituto Ekos, um documento com uma proposta de atualização das perguntas norteadoras de cada programa e uma sugestão de premissas e critérios para elaboração de indicadores. O conteúdo produzido durante o evento, foi incorporado neste documento, conforme apresentado a partir do item 3.

A tabela abaixo apresenta o roteiro detalhado do “Workshop para Definição de Indicadores de Resultados da Biodiversidade dos Programas 28 e 30” e um breve resumo dos avanços na discussão.

Horário/Momento	Objetivo	O que acontece	Síntese do Workshop
<b>DIA 12/12</b>			
9h – Acolhida	Criar um clima favorável ao desenvolvimento do trabalho	Boas-vindas aos participantes	Abertura do Workshop e apresentação dos participantes em plenária.
	Criar um clima favorável ao desenvolvimento do trabalho	Apresentação dos participantes	
9h50 - Apresentação Institucional Fundação Renova	Nivelar expectativas em relação atividade	Apresentação sobre o percurso para a definição de Indicadores de Biodiversidade	A Fundação Renova apresentou o percurso sobre a definição de Indicadores de Biodiversidade para os Programas 28 e 30.
10h - Apresentação do Roteiro de Atividade	Nivelar expectativas em relação atividade Apresentar o roteiro da Atividade	Apresentação do Roteiro, objetivos e combinados (horários, funcionamento, etc.)	O Instituto Ekos apresentou roteiro, objetivos e combinados a respeito do Workshop.
10h15 - Apresentação do P28 e P30	Alinhar conhecimentos sobre os programas	Apresentação do P28 e P30 (objetivos, principais ações, estágio atual, entregas e produtos)	A Fundação Renova apresentou os Programas 28 e 30.
	Refletir sobre a situação desejada com o programa	Apresentação da reflexão sobre as perguntas dos programas.	Foram apresentadas as propostas da equipe do Instituto Ekos de reflexão e ajustes nas perguntas norteadoras do PG28 e PG30.
	Coletar contribuições sobre a formulação das perguntas	Promover escuta sobre as questões apresentadas	A plenária debateu sobre as propostas apresentadas e as novas perguntas norteadoras foram validadas.
11h30 - Definição do Conceito de Indicadores de Biodiversidade	Alinhar Conceito de Indicadores de Biodiversidade Esclarecer dúvidas, aprimoramento da redação do Conceito	Apresentar o conceito de Indicadores de Gestão, Indicadores de Biodiversidade e Mapa de Indicadores Esclarecer as diferenças entre Indicadores de Gestão e Indicadores de Biodiversidade	A Fundação Falconi apresentou o conceito de Indicadores de Gestão e Mapa de Indicadores e o Instituto Ekos apresentou o conceito de Indicadores de Biodiversidade.
		Solicitar que os participantes conversem/reflitam sobre o conceito de Indicadores	Em seguida à apresentação do Conceito de Indicadores de Biodiversidade, o Instituto Ekos promoveu a apresentação da proposta de premissas e critérios para definição de indicadores de biodiversidade.

Horário/Momento	Objetivo	O que acontece	Síntese do Workshop
12h15 - Critérios para elaboração de indicadores	Validar proposta de critérios para elaboração de indicadores de biodiversidade	Apresentação dos critérios para elaboração de indicadores	Em seguida a apresentação do Conceito de Indicadores de Biodiversidade, o Instituto Ekos promoveu a apresentação da proposta de premissas e critérios para definição de indicadores de biodiversidade.
		Organizar os participantes em 03 subgrupos a partir dos critérios para discussão.	Os participantes foram divididos em 3 grupos para discussão da proposta de critérios apresentada. Os grupos debateram cada critério considerando sua nomenclatura, obrigatoriedade ou desejabilidade, e pesos.
13h – Almoço			
14h30 - Critérios para elaboração de indicadores	Validar proposta de critérios para elaboração de indicadores de biodiversidade	Discussão em plenária da produção do grupo	Após uma extensa discussão em plenária, a proposta de critérios foi validada com ajustes na proposição dos pesos, que foram separados entre relevância e aplicabilidade.
15h - Construção do Mapa de Indicadores	Construir o mapa de Indicadores por Programa	Momento 1: Retomar a metodologia do Mapa de Indicadores (10 min)	Foi brevemente retomada a metodologia do Mapa de Indicadores, através do “Card Indicador” e apresentada a proposta de trabalho em grupos para definição da situação desejada.
		Momento 2: Definir situação desejada por programa (1h20): <ul style="list-style-type: none"> <li>Organizar participantes em 2 subgrupos por programa (um para cada programa)</li> <li>Retomar as perguntas elaboradas para cada programa</li> <li>Construir a situação desejada para cada programa</li> </ul>	Os participantes foram organizados em 2 grupos, sendo um referente ao PG28 e outro referente ao PG30. Através da retomada das perguntas norteadoras para cada programa foram levantadas as situações desejadas para o PG28 e o PG30. O trabalho em grupo seguiu até o final do dia.
		Coffee Break	

Horário/Momento	Objetivo	O que acontece	Síntese do Workshop
		Momento 3: Definição de indicadores (1h30) <ul style="list-style-type: none"> <li>Retomada do conceito de indicadores</li> <li>Levantamento dos Indicadores por programa</li> </ul>	O Momento 3 foi adiado para o início do segundo dia de Workshop.
18h - Encerramento	Combinar o dia seguinte	Combinar o que será feito no dia seguinte (horários e compromissos)	
<b>DIA 13/12</b>			
9h – Acolhida	Retomar os trabalhos Combinar a dinâmica do dia	Combinar os trabalhos do dia	Na retomada dos trabalhos em plenária, o Instituto Ekos solicitou aos participantes a atribuição individual de pesos de relevância e aplicabilidade a cada um dos critérios desejáveis, de maneira a poder definir coletivamente (a partir do cálculo da média) os pesos dos critérios.

Horário/Momento	Objetivo	O que acontece	Síntese do Workshop
9h15 - Construção do Mapa de Indicadores	Construir o mapa de Indicadores por Programa	<p>Momento 4: Validação dos indicadores (critérios) (1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retomada dos grupos</li> <li>• Compatibilização dos indicadores com os critérios</li> <li>• Checar se os indicadores estão de acordo com os critérios estabelecidos no dia anterior</li> <li>• Reescrever indicadores (se for o caso)</li> </ul>	<p>Todo o período da manhã foi dedicado ao trabalho em 2 grupos (um para cada Programa) com o levantamento de sugestões de indicadores de biodiversidade. Foi solicitado aos participantes 2 sugestões iniciais de indicadores e em seguida foi aberta a discussão sobre as sugestões levantadas. No grupo do Programa 28 foi possível avançar até a sugestão de uma lista preliminar de indicadores de biodiversidade, contemplando indicadores gerais e desde a esfera sub-individual até a ecossistêmica e da paisagem. No presente momento não foi possível contemplar os Momentos 4, 5 e 6 previstos inicialmente (respectivamente compatibilização com os critérios, organização dos indicadores conforme metodologia do mapa e indicação de base de cálculo e periodicidade). As discussões do grupo do Programa 30 resultaram em recomendações ao PG30 e sugestão de indicadores, com a devida validação dos critérios previamente definidos em plenária. Os Indicadores foram divididos em dois grupos, de acordo com a área da bacia a ser estudada, sendo um grupo exclusivamente para a área entre Fundão e Candonga e outro para a bacia, como um todo. No presente momento não foi possível contemplar os Momentos 5 e 6 (respectivamente organização dos indicadores conforme metodologia do mapa e indicação de base de cálculo e periodicidade).</p>
		<p>Momento 5: Organizar o mapa: indicadores de resultado e indicadores de verificação (1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retomada do conceito de indicadores de resultado e de verificação</li> <li>• Organização dos indicadores conforme metodologia do mapa</li> </ul>	<p>Não foi possível contemplar o trabalho previsto no Momento 5 nos grupos do PG28 e PG30.</p>

Horário/Momento	Objetivo	O que acontece	Síntese do Workshop
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fechar o mapa</li> </ul>	
		<p>Momento 6: Complementação dos Requisitos dos Indicadores (1h):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Indicar (quando possível) a base de cálculo a periodicidade e fonte de dados dos indicadores</li> <li>Sugerir formas de complementação dos requisitos</li> </ul>	Não foi possível contemplar o trabalho previsto no Momento 5 nos grupos do PG28 e PG30.
12h30 - Almoço			
14h - Validação do Mapa	Conhecer e validar a produção dos grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitura da produção dos grupos</li> <li>Complementações e ajustes</li> </ul>	Após o retorno do almoço foram apresentadas e validadas em plenária as médias dos pesos dos critérios desejáveis de acordo com a atribuição dos participantes sobre a relevância e aplicabilidade.
15h30 - Próximos Passos	Definir fechamento do mapa de indicadores	Apresentação das ações/ próximos passos para implantação dos indicadores	Houve breve relato do trabalho realizado nos grupos do PG28 e PG30 e os participantes puderam observar os resultados produzidos em cada grupo, expostos em murais.
		Esclarecimento de dúvidas e combinados	A continuidade do trabalho de definição de indicadores de biodiversidade foi combinada em plenária:
16h - Avaliação e Encerramento	Fazer uma breve avaliação do encontro Encerrar a atividade	Exercício de Avaliação da Atividade	<p>- Instituto Ekos deve elaborar o presente Relatório de Consolidação dos Resultados do Workshop para envio aos participantes, contemplando a validação das premissas, critérios e até onde foi possível avançar na sugestão de indicadores de biodiversidade;</p> <p>- Instituto Ekos deve elaborar um Formulário de Contribuição para Definição de Indicadores de Biodiversidade (anexo a este Relatório);</p> <p>- Serão coletadas e sistematizadas sugestões dos participantes para a definição de indicadores de biodiversidade a partir do Formulário citado anteriormente;</p> <p>- Instituto Ekos deve elaborar o Relatório Final de Definição dos Indicadores de Biodiversidade dos Programas 28 e 30.</p>

### **3. PROGRAMAS 28 E 30 DA FUNDAÇÃO RENOVA**

#### **3.1. Programa 28 – Conservação da Biodiversidade Aquática**

O Programa 28 – Conservação da Biodiversidade Aquática tem como objetivo identificar e mensurar os impactos agudos e crônicos do rompimento da Barragem de Fundão sobre a biodiversidade do rio Doce e dos ambientes estuarino, costeiro e marinho a ele associados, bem como implementar medidas para recuperar e conservar esta biota. Para atingir este objetivo, o programa executa um projeto de recuperação e conservação da biodiversidade aquática; um processo de monitoramento ambiental e as possíveis ações contingenciais originadas deste monitoramento.

O projeto de recuperação foi dividido em 4 fases: estudos populacionais da ictiofauna do Rio Doce; avaliação do estado de conservação de espécies nativas de peixes e invertebrados aquáticos do Rio Doce; elaboração de um plano de ação para conservação desta biota; e a execução das ações determinadas. As etapas são executadas na porção dulcícola de Minas Gerais e nas porções dulcícola e estuarina do Espírito Santo. Até o momento, foi concluído o estudo populacional da ictiofauna e de invertebrados aquáticos da calha e tributários do Rio Doce na Área Ambiental 1, realizado pela Econservation; e foi iniciada a Avaliação do Estado de Conservação de espécies nativas do Rio Doce, em parceria com a Fundação Biodiversitas.

O processo de monitoramento da biodiversidade aquática, referente à cláusula 165, tem a execução dividida entre a porção de Minas Gerais e do Espírito Santo. No Espírito Santo, o monitoramento é norteado pelo Termo de Referência 4 (ICMBio), que divide os estudos em oito anexos: ecotoxicologia, estudos ambientais dulcícolas, físico-químicos, praias, manguezais, megafauna, ictiofauna marinha e Abrolhos. Atualmente, o monitoramento dos anexos 1 a 8 é realizado pela Fundação Espírito Santense de Tecnologia (FEST), que inicia o segundo ano de monitoramento desta biota. Além disso, a Fundação Pró-Tamar inicia o terceiro ano do monitoramento reprodutivo de tartarugas marinhas; e o monitoramento da porção dulcícola do Espírito Santo, atualmente realizado pela CEPEMAR, também executa seu segundo ano.

Em Minas Gerais, o monitoramento será realizado pelos projetos selecionados pela chamada pública 10/2018, realizada em parceria com a FAPEMIG, para pesquisa, desenvolvimento e inovação para monitoramento da biodiversidade de ambientes aquáticos de Minas Gerais em áreas impactadas pelo rompimento da Barragem de Fundão. O edital selecionou projetos em seis linhas de pesquisa: processos biogeoquímicos; dinâmica do sedimento e hidrogeomorfologia; biota aquática – estrutura do habitat; biota aquática – comunidades, populações e bioinvasão; ecotoxicidade e matas ciliares, que tem previsão de início em 2020. Além dos projetos selecionados, o monitoramento também será realizado inicialmente em parceria com a Sociedade de Investigações Florestais (SIF/UFV) para o monitoramento da ictiofauna do Rio Doce.

Também foram entregues do programa de monitoramento ambiental o estudo da qualidade do pescado do Rio Doce, foz e zona costeira, realizado em Minas Gerais e no Espírito Santo; e o monitoramento para quantificação de metais e arsênio nos organismos coletados, também realizado nos dois estados.

Os próximos passos do programa englobam a definição dos indicadores de resultado do programa; a revisão do relatório anual referente a conclusão do Ano I do programa de monitoramento da biodiversidade aquática no Espírito Santo; a conclusão da avaliação do estado de conservação de peixes e invertebrados aquáticos nativa do Rio Doce na Área Ambiental 1; o início do monitoramento da biota aquática do Rio Doce em Minas Gerais e a implantação e publicação do banco de dados da biodiversidade aquática.

## 3.2. Programa 30 – Conservação da Fauna e Flora Terrestre

O Programa 30 – Conservação da Fauna e Flora Terrestre, tem como objetivo identificar e caracterizar o impacto do rompimento da Barragem de Fundão sobre as espécies terrestres da fauna e flora na Área Ambiental 1 e respectiva área de influência direta; e apresentar e executar um plano de ação para conservação desta biota conforme resultados do estudo de impacto.

Para tal, a Fundação Renova executa um projeto de recuperação e conservação da flora e fauna terrestre, dividido em quatro fases: estudo de avaliação do impacto sobre as espécies ameaçadas; avaliação ecológica rápida da fauna e flora terrestre; elaboração do plano de ação para conservação da biodiversidade terrestre; e execução das ações definidas e do monitoramento desta biota.

O programa concluiu em 2017 a avaliação de impacto das espécies ameaçadas e em 2019 a avaliação ecológica rápida da fauna e flora terrestre. A avaliação foi executada conforme Parecer Técnico do IBAMA, seguindo a metodologia RAPELD para o monitoramento de vertebrados, invertebrados, vegetação e solos. Nas campanhas de monitoramento realizadas, foram amostrados 13 grupos de fauna, flora e solos e 1852 espécies no período seco; e 14 grupos de fauna e 1325 espécies no período chuvoso. O segundo ano de monitoramento terá início ao final de 2019.

Para a conservação da biodiversidade terrestre ameaçada pelo rompimento da Barragem do Fundão, foi elaborado um Plano de Ação, conforme Instrução Normativa nº 25/ 2012 do ICMBio, com a definição de 92 ações reparatórias e compensatórias, das quais grande parte já estão em andamento pela Fundação Renova com os programas de Biodiversidade, Uso Sustentável da Terra e Turismo, Cultura e Lazer. O marco oficial de início da execução do Plano de Ação para Conservação da Biodiversidade Terrestre deu-se em outubro de 2019.

Os próximos passos do programa tratam da definição dos indicadores de resultado do programa; da continuidade do monitoramento de flora e fauna terrestre na Área Ambiental 1; da execução das ações do plano de ação; e da implantação e publicação do banco de dados da Biodiversidade.

## 4. PERGUNTAS ORIENTADORAS DOS PROGRAMAS 28 E 30

Como forma de orientar os trabalhos dos Programas 28 e 30, a Câmara Técnica de Biodiversidade elaborou perguntas que deveriam guiar o planejamento do monitoramento e de outras atividades realizadas no âmbito dos programas. As perguntas são:

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?
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. 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 afetadas pelo desastre?

A equipe Ekos considera que o conjunto de perguntas originalmente estabelecidas para o monitoramento da biodiversidade pós-rompimento da barragem deve ser revisto uma vez que muito do que foi proposto não é possível de ser respondido. Isso porque (i) dados para a composição e estrutura de comunidades biológicas terrestres, dulcícolas, estuarinas e costeiras pré-rompimento na área em análise são na maior parte das vezes anedóticos, (ii) transcorridos 4 anos, muitos dos efeitos do rompimento se diluíram no tempo, (iii) o desenho amostral estabelecido até o momento não aparenta possuir robustez para responder várias das perguntas originalmente formuladas.

Numa outra linha de argumentação, que está relacionada mas não se limita à dificuldade de se associar alterações na biodiversidade ao rompimento da Barragem de Fundão, a Fundação Renova se comprometeu a melhorar a condição ambiental da bacia estabelecendo que, após 10 anos de ações implementadas pela **Renova a bacia do Rio Doce estará em condições ambientais melhores do que aquelas prevalecentes antes do rompimento**.

Ocorre que (i) temos em geral melhores dados estruturais e físico-químicos que bióticos para avaliar mudanças pré- e pós-rompimento da Barragem de Fundão e (ii) temos um mosaico de condições ambientais a serem avaliadas e para os quais alvos de conservação e restauração poderão diferir. Em pontos do Alto Rio Doce fortemente impactados pelo rompimento da Barragem de Fundão, por exemplo, o mais provável é que ocorra uma nova organização das comunidades biológicas pela alteração significativa das condições estruturais. Neste caso, o retorno às condições pré-rompimento pode não ser um alvo viável.

Isso significa que devemos, por um lado, considerar indicadores ambientais no sentido mais amplo, associando indicadores de biodiversidade a indicadores estruturais e físico químicos e, por outro, caracterizar com clareza e valorizar as consequências das ações de restauração e recuperação.

Nesse aspecto, a pergunta geral poderia ser: **A biodiversidade na bacia do Rio Doce estará em condições melhores após as ações de restauração e recuperação?** A equipe Ekos recomenda buscar um desenho amostral do modelo *Before-After-Control-Impact* (BACI), ou o mais próximo possível, usando a implementação das ações de restauração e recuperação como o evento a ser analisado (comparação antes e depois de determinada ação em área onde a ação foi implementada; comparação entre áreas onde a ação foi implementada *versus* áreas onde a ação não foi implementada). Assim, a caracterização da biota terrestre elaborada até a data presente poderia ser considerada como a condição anterior às ações de recuperação da bacia. Sabemos que várias ações estão em curso, porém, assumimos que o efeito positivo de tais ações ainda é incipiente e o retrato das comunidades de fauna e flora terrestre, obtido nesse primeiro ano da Avaliação Ecológica Rápida, reflete a condição anterior à recuperação. Por outro lado, para a biota aquática o conjunto de informações já compiladas até o momento indicam evidências de recuperação, principalmente à jusante de Candonga, portanto, pode-se assumir que os processos naturais de recomposição, associados a algumas das ações de recuperação, já apresentam resultados e o monitoramento deverá ser capaz de acompanhar e indicar melhorias nas condições para biota aquática.

O monitoramento continuado, sistemático e robusto poderá indicar se as condições ambientais na bacia melhoraram e se a biota respondeu positivamente. Importante também, para inferências mais robustas, estabelecer um desenho amostral com clara distinção de amostras controle (ou referência) e amostras impactadas pela restauração. Para isso, é fundamental conhecer as diversas atividades de recuperação ambiental desenvolvidas pela Renova e aplicar as perguntas e indicadores a tais atividades. Entendemos também que é bastante provável que ainda persistam vários impactos sobre a biota decorrentes do rompimento, principalmente no trecho mais diretamente afetado pela supressão da vegetação e pela deposição dos rejeitos no leito e nas

margens dos cursos d'água. A existência e persistência de tais potenciais impactos deve também ser alvo dos programas de monitoramento.

Considerando as atividades já realizadas e os avanços já obtidos, optou-se por reelaborar as perguntas de maneira a torná-las mais efetivas na orientação dos programas. Além disso, passados 4 anos do rompimento da barragem, algumas perguntas perderam relevância ou podem ser interpretadas de outras maneiras, mais ajustadas às atuais demandas.

Abaixo apresentamos primeiramente uma avaliação crítica das perguntas originais e comentários com foco na proposição do futuro do programa de monitoramento, e depois alguns indicadores que poderiam ser úteis para seu monitoramento. A primeira pergunta diz respeito à identificação do impacto do rompimento da barragem.

**Pergunta 1.** Qual o impacto do evento sobre as espécies da fauna terrestre e aquática?

**Comentário:** A pergunta, da forma como está feita, não se aplica em um programa de monitoramento. Além disso, os principais impactos registrados foram elencados em Relatório da Golder de 2016. Mais interessante para um programa de monitoramento, portanto, é buscar identificar e mensurar impactos persistentes e contínuos no ambiente e avaliar como variam tais impactos entre os trechos da bacia (Alto, Médio, e Baixo Rio Doce) e da zona costeira e marinha sob sua influência, entre os tipos de ambiente (terrestre; dulcícola, costeiro e marinho) e sazonalmente (estações seca e chuvosa).

A questões 2, 3 e 4 são inter-relacionadas, pois tratam da contaminação por metais. São elas:

**Pergunta 2.** Houve acumulação de metais nas diferentes espécies e no solo?

**Pergunta 3.** Até qual distância do Rio Doce a acumulação de metais foi observada?

**Pergunta 4.** Como os metais estão circulando nas cadeias?

**Comentários:** Tais questões já devem estar relacionadas com os outros programas de monitoramento em execução pela Fundação Renova, pois trata-se de contaminação por metais de interesse toxicológico. Optou-se por reformulá-las e associá-las à avaliação e monitoramento dos impactos persistentes, além de verificar se estão sendo respondidas pelas atividades de outros programas.

As perguntas 5 e 6 não são passíveis de serem associadas diretamente com os impactos provocados pelo rompimento da barragem. Por isso, a sugestão é de exclusão da lista de perguntas orientadoras dos Programas 28 e 30.

**Pergunta 5.** Como as taxas de ocupação das diferentes espécies são afetadas pelas distâncias de rios, bordas, estradas ou ferrovias, e aspectos físicos e químicos?

**Comentário:** A maior parte desta pergunta não está relacionada aos impactos do rompimento da barragem. Uma série de variáveis espaciais (e.g. tipo de vegetação, uso e ocupação do solo), ecológicas (e.g. disponibilidade de recursos, interações ecológicas), históricas (pressão de caça, desmatamento) e outras que não são decorrentes do impacto do rejeito na bacia podem atuar influenciando a probabilidade de ocupação de um sítio por uma dada espécie. Por outro lado, a parte desta pergunta que está relacionada ao impacto *per se* não pode ser respondida atualmente, tendo em vista o tempo decorrido desde o rompimento e os ajustes naturais das espécies potencialmente impactadas às variações ambientais na bacia. Sendo assim, esta questão perde seu sentido como “orientadora” do monitoramento, e deve ser excluída, neste momento.

**Pergunta 6:** Áreas protegidas por Unidades de Conservação (UC) e aquelas fora de UC são semelhantes em termos das estruturas de comunidades ou são complementares?

**Comentário:** Pergunta não relacionada ao impacto e não pertinente ao monitoramento.

**Pergunta 7:** Como se dará a recolonização das áreas que foram restauradas?

**Comentários:** Inicialmente é preciso estabelecer se está sendo considerado o processo de restauração ambiental ou de recuperação. Por restauração, entendemos o processo de retornar o ambiente às condições anteriores ao rompimento. Esse processo é complexo, primeiro porque não se conhece com precisão qual era a condição ecológica da bacia anterior ao desastre. Além disso, boa parte da bacia já se encontrava em condição de degradação pelo histórico de desmatamento, uso do solo e poluição. Por outro lado, podemos considerar o processo de recuperação como a busca da melhoria na qualidade ambiental e funcionalidade do ecossistema por meio de restabelecimento de vegetação nativa, recuperação de nascentes e APPs e melhoria da qualidade da água do Rio Doce e seus tributários. Assim, a pergunta original poderia ser substituída pelo acompanhamento das consequências das ações de recuperação ambiental na bacia do rio Doce, avaliando a tendência de melhoria nas condições ambientais, o potencial de áreas que forneçam propágulos e/ou migrantes para o restabelecimento natural das populações de fauna e flora e a eventual necessidade de colonização/recolonização assistida.

**Pergunta 8:** É possível detectar mudanças na composição das espécies de fauna terrestre afetadas pelo desastre?

**Comentários:** A equipe Ekos entende que, transcorridos 4 anos do evento de impacto, não é possível responder a essa pergunta. O atual delineamento amostral, os indicadores estabelecidos, que não são, necessariamente, sensíveis ao impacto, o tempo decorrido desde o rompimento, a complexidade em avaliar e estabelecer relações de causa e efeito para mudanças na estrutura e composição das comunidades de fauna terrestre, são fatores que impossibilitam responder à essa questão.

Após avaliação crítica das perguntas originais, considerando o relatório e os dados do primeiro ano do monitoramento da biodiversidade (Avaliação Ecológica Rápida), sugere-se uma reformulação no programa de monitoramento, a começar pela formulação de novas perguntas e definição de novos indicadores que sejam capazes de responder à essas perguntas. A seguir, a sequência de perguntas reformuladas.

- 1- Quais os impactos persistentes ou recorrentes do evento sobre as espécies da fauna e flora terrestres da Bacia do rio Doce, e qual a magnitude e abrangência espacial e temporal destes impactos?**
- 2- Quais os impactos persistentes ou recorrentes do evento sobre as espécies da fauna e flora aquáticas da Bacia do rio Doce e zona costeira, e qual a magnitude e abrangência espacial e temporal destes impactos?**
- 3- Há uma tendência de melhoria de condições ambientais favoráveis para o restabelecimento de populações de animais e plantas afetadas pelo rompimento da barragem?**
- 4- As ações de restauração, recuperação e compensação da bacia do rio Doce estão levando a um aumento na abundância, distribuição ou riqueza de espécies ou grupos funcionais ameaçados, sensíveis ou chave, nos diferentes contextos afetados?**

As duas primeiras perguntas orientadoras estão relacionadas com o monitoramento do impacto persistente, recorrente ou residual do rompimento da barragem de Fundão e as demais, com o monitoramento da recuperação do ambiente na escala temporal (por ação da Renova e por ação da própria natureza).

## SITUAÇÃO DESEJADA PARA O PROGRAMA 28

As condições no ambiente aquático ao longo da bacia do rio Doce até sua foz, incluindo a porção estuarina e costeira, são resultantes de uma série de fatores e impactos, atuantes antes do rompimento e aos quais se somou o impacto da passagem do rejeito. Nesse contexto, a situação desejada após 10 anos, apresentada abaixo, obviamente não dependerá apenas das ações individuais da Renova. Porém espera-se que a Fundação contribua, dentro de sua responsabilidade e em conjunto com outros atores envolvidos, como IBAMA, ICMBio, IEF-MG, IGAM-MG, IEMA-ES, Comitês de Bacia, Ministério Público, para que as situações desejadas sejam atingidas.

As discussões no grupo definiram a situação desejada para o Programa de Conservação da Biodiversidade Aquática – PG28, dentro de um horizonte de tempo de 10 anos:

1. Melhoria em condições ambientais, isto é, em parâmetros físicos, químicos e estruturais que possibilitem o restabelecimento de populações e comunidades dulcícolas, estuarinas e costeiras. Melhoria em indicadores de indivíduos, populações, e comunidades dulcícolas, estuarinas e costeiras.

Esta melhoria é definida como:

- Para indicadores ambientais e/ou de biodiversidade com boa disponibilidade de dados pré-rompimento da Barragem de Fundão, que sejam atingidos valores iguais ou superiores àqueles observados antes do desastre.
  - Para indicadores ambientais e/ou de biodiversidade sem dados, ou com poucos dados pré-rompimento da Barragem de Fundão, que haja sinais claros de melhora a partir do início do monitoramento (isto é, a partir do momento em que dados passaram a ser coletados).
  - Nos dois casos, que se possa atribuir ao menos parte da melhoria à efetividade das ações de restauração, recuperação e compensação da Renova.
2. Que todo o rio Doce afetado pelo rompimento da Barragem de Fundão atenda aos critérios de rios da Classe 2 do CONAMA.
  3. Que todo o pescado do Rio Doce atenda aos critérios de parâmetros para consumo humano estabelecidos pela ANVISA e pelo Mercosul.
  4. Que as concentrações de metais de interesse toxicológico e ecotoxicológico deverão ser reduzidas para valores aceitáveis.

Como recomendações adicionais, o grupo sugeriu que:

1. A implementação de cada uma dessas ações de restauração, recuperação e compensação deve ser tratada como um experimento, com desenho de amostragem próprio, para que se obtenha dados robustos que permitam a avaliação de sua efetividade, mesmo que apenas em escala local.
2. As metas acima mencionadas deverão ser acompanhadas de forma setorizada, isto é, reconhecendo as peculiaridades de cada sub-região da área de estudo.
3. Mesmo sem dados prévios, em determinados casos a ocorrência ou frequência relativa de grupos funcionais/ guildas podem sinalizar mudanças desejáveis rumo a uma maior qualidade ambiental.

## SITUAÇÃO DESEJADA PARA O PROGRAMA 30

Também para os ambientes terrestres alvos do Programa 30, entende-se que as condições de degradação ao longo da bacia do rio Doce são anteriores ao rompimento e que os vetores de degradação não associados ao rompimento ainda são atuantes. Da mesma forma do que foi postulado para a situação desejada no Programa 28, entende-se que para atingir as situações desejadas no Programa 30 o papel da Fundação Renova é não apenas executar ações diretas de recuperação, mas também participar de maneira integrada e sinérgica, das ações de diversos órgãos e instituições atuantes na bacia.

As discussões no grupo definiram uma escala temporal de 10 anos para que as condições relativas ao Programa Fauna e Flora Terrestres - PG30, alcancem as situações desejadas, apresentadas a seguir:

1. Que seja possível demonstrar/ indicar os efeitos sobre a biodiversidade terrestre em função das melhorias nas condições ambientais da bacia;
2. Que no trecho Fundão-Candongá, os ambientes florestais e fluviais afetados estejam em franco processo de recuperação autônoma e que ocorra efetiva regularização ambiental em propriedades privadas, com efeitos positivos sistêmicos sobre a saúde dos ambientes fluviais a jusante;
3. Para as demais drenagens afetadas a jusante, que os ecossistemas fluviais e ripários associados estejam em condição equiparável à pretérita, como base para melhoria da condição ambiental, por meio de fornecimentos e fruição de serviços ecossistêmicos na Bacia.
4. Que, a partir da mudança de foco para ações de restauração, se estabeleça como meta, a existência de condições sistêmicas e cenário para incremento significativo de cobertura florestal nativa, considerando limiares de fragmentação, priorizando matas ciliares e conectividades, utilizando para isso, informações estratégicas, oportunidades e sinergias na bacia.
5. Que a Bacia do rio Doce tenha estrutura básica para continuar se recuperando por meio de processos naturais, com representatividade significativa de fauna e flora.

## 5. O QUE SÃO INDICADORES E SUA IMPORTÂNCIA

*“Quem não mede não gerencia. O gerenciamento começa pelos indicadores”* Kaoru Ishikawa.

Indicadores, por definição, são características numéricas sobre as quais é necessário exercer controle, ou seja, é preciso medir os resultados e traçar ações para atingir a meta estabelecida.

A escolha de indicadores deve ser focada no resultado, caracterizando a gestão de determinada ação com base nos fatos e dados, e garantindo alinhamento da equipe executora e das partes envolvidas sobre o objetivo a ser alcançado. O indicador, portanto, determina o direcionamento das ações a serem implementadas pela equipe para a obtenção dos resultados esperados.

As respostas para questões de elevada complexidade, como as que envolvem o rompimento da barragem de Fundão, com sérias implicações socioeconômicas, culturais e ambientais, não são suficientemente aceitas com a alegação de que o projeto ou programa está atendendo satisfatoriamente às necessidades das partes interessadas. Outrossim, as respostas requerem a medição, por meio dos indicadores, e a apresentação consistente de fatos e dados para referenciar os resultados obtidos.

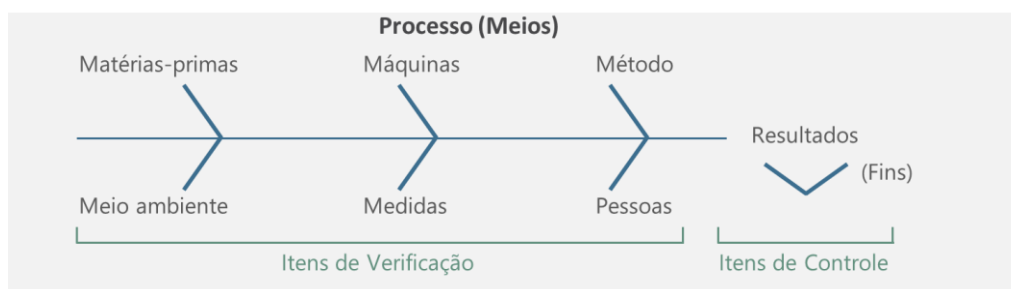
Os indicadores são divididos, basicamente, em duas categorias: indicadores de resultado e indicadores de processo. As categorias de indicadores são:

- Indicadores de resultado (ou itens de controle): medem o resultado fim do programa, os quais garantem o alcance do objetivo estabelecido;
- Indicadores de processo (ou itens de verificação): medem o andamento do processo de obtenção de resultado.

Em linhas gerais, os indicadores de processo compõem os indicadores de resultado, na medida em que o sucesso dos processos desenvolvidos garantirá bons resultados nos itens de controle. Para tanto, a gestão das ações deve ser robusta e atenta às medidas para adequação de eventuais desvios.

Para garantir a relação entre esses indicadores deve-se estabelecer, claramente, a relação causa e efeito, em que os resultados dos indicadores de processo indiquem, positiva ou negativamente, a concretização dos objetivos dos indicadores de resultado, conforme exemplo abaixo.

Figura 1: Esquema ilustrativo da relação causa-efeito dos itens de verificação e itens de controle de um processo.



Após definição dos indicadores, é necessário estabelecer uma meta (no mínimo) para cada um deles. Definir uma meta é estabelecer o objetivo, o valor e o prazo para se alcançar um novo resultado a partir de uma lacuna. As metas devem ser desafiadoras, viáveis, alinhadas e sustentáveis.

Uma meta é composta por (exemplo):

- **Objetivo do indicador.** Reduzir a fração biodisponível de metais potencialmente tóxicos à biota
- **Valor que o indicador deve chegar.** Atingir os valores limites de background de áreas da bacia não diretamente impactadas pelo rejeito
- **Prazo para alcançar a meta.** Até 10 anos

## 6. PREMISSAS E CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE BONS INDICADORES

Para que um indicador cumpra seu objetivo de avaliar e, se necessário, redirecionar ações de um programa de recuperação ambiental, sua escolha deve ser baseada em premissas e critérios bem estabelecidos.

Premissas são as bases lógicas essenciais de um estudo que tem por objetivo levar a uma conclusão. No contexto dos Programas em questão, premissas são as condições indispensáveis sobre as quais se assentarão os critérios que nortearão a escolha dos indicadores necessários à avaliação do sucesso das ações. Na tabela abaixo estão listadas as 6 premissas definidas que devem guiar a seleção de indicadores dos monitoramentos.

Premissas		Justificativa
<b>Sistemas de indicação de integridade ambiental devem:</b>		
1	Incluir parâmetros que possam ser medidos a partir das amostragens já realizadas e em curso.	Já existe um volume muito grande de informações ambientais coletadas pela Fundação Renova, parceiras e contratadas, bem como pesquisadores independentes. É possível que indicadores não contemplados nestes estudos venham a se mostrar úteis na avaliação de impacto e recuperação do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana, mas não é razoável supor, ao menos a priori, que dados já coletados não possam oferecer parte das respostas que Fundação e Renova e Comitê Interfederativo buscam.
2	Incluir variáveis biológicas, mas também físicas, químicas e estruturais.	Um ambiente abiótico adequado é condição essencial para ocorrência e persistência da biota.
3	Incluir tanto indicadores que evidenciem impacto como indicadores que evidenciem recuperação.	O rompimento da Barragem de Fundão ocorreu há quase quatro anos e ao menos parte dos impactos agudos foram bem documentados pelas alterações geomorfológicas, batimétricas, físico-químicas e de mortandade em massa de peixes na Bacia do rio Doce. Indicadores de impacto continuam sendo importantes, principalmente no que diz respeito à avaliação de impactos residuais, recorrentes ou persistentes do desastre. Porém, precisamos ter em mente que o objetivo maior das ações da Fundação Renova é a recuperação da Bacia do rio Doce e zona costeira.
4	Se biológicos, incluir diferentes níveis de organização (células, tecidos, indivíduos, populações, comunidades, ecossistemas).	Sistemas de bioindicação em níveis de organização biológica inferiores (moléculas, células, tecidos) respondem de forma mais rápida e específica a perturbações ambientais, mas sua relevância ambiental é pequena. Por exemplo, danos na brânquia (um tecido) de determinada espécie de peixe não necessariamente sinalizam danos na população desta mesma espécie de peixe (como declínio populacional), e menos ainda na comunidade de peixes do rio Doce (como mudança nos padrões de dominância ou substituição de espécies). Sistemas de bioindicação em níveis de organização

		biológica superiores (comunidades, ecossistemas) tem grande relevância ambiental. Considere, por exemplo, a perda de espécies ou a perda de função ecossistêmica. Porém, respondem de forma mais lenta e inespecífica a perturbações ambientais. Desta forma, sistemas de bioindicação que reconhecem este 'trade off' e exploram as forças e limitações da bioindicação em diferentes níveis de organização biológica tem maior probabilidade de sucesso.
5	Ser adequados às especificidades de cada uma das diferentes sub-regiões da área de estudo.	Alto, Médio e Baixo Rio Doce e Zona Costeira apresentam características ambientais distintas e foram sujeitas a diferentes magnitudes de impacto. Portanto alvos de recuperação e critérios temporais deverão ser ajustados para cada uma delas.
6	Ser SMART (específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes, temporais).	Indicadores devem possibilitar a verificação de um determinado impacto, ao mesmo tempo em que devem considerar parâmetros que permitam diagnosticar e graduar a efetividade das ações de recuperação ao longo do tempo.

Crítérios, por sua vez, são os fundamentos ou bases para uma opção, escolha e/ou decisão. Dada a complexidade da resposta de sistemas biológicos às mudanças ambientais, é fundamental que se estabeleça critérios para a escolha de indicadores de integridade ambiental, levando em consideração as melhores informações científicas disponíveis. O quadro abaixo apresenta uma definição de 10 critérios que deverão guiar a escolha de indicadores, devidamente apoiada na literatura (e.g., Carignan V. & M.A. Villard. 2002. *Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. Environmental Monitoring and Assessment* 78:45-61; Holt E.A. & S.W. Miller. 2010. *Bioindicators: using organisms to measure environmental impacts. Nature Education Knowledge* 3(10):8)

É altamente improvável que determinado indicador contemple ao mesmo tempo todos os 10 critérios apresentados. No mais, critérios variam em sua interpretabilidade e/ou aplicabilidade, particularmente num ambiente diverso e comparativamente pouco estudado como a Bacia do rio Doce e Zona Costeira. Por este motivo, para auxiliar na tomada de decisão de quais indicadores selecionar, cada critério foi classificado em termos de sua relevância contrapondo 'critérios obrigatórios' versus 'critérios desejáveis', e atribuindo um peso que variou de 1 ('baixa') a 3 ('alta'). Critérios considerados 'obrigatórios' por definição receberam peso 3, enquanto critérios considerados 'desejáveis' receberam peso variando entre 1 e 3.

Um critério obrigatório é aquele indispensável para que o indicador possa efetivamente nortear ações e avaliar resultados. Por exemplo, para serem usados como indicadores, é indispensável que organismos ou fenômenos sejam suficientemente bem conhecidos e tenham abundância e/ou frequência de ocorrência adequadas e viáveis para a amostragem e, conseqüentemente, inferência. Em outras palavras, espécies ou fenômenos raros são inadequados como indicadores. Esta consideração foi questionada durante o workshop sob a alegação de que a busca por uma espécie ameaçada, por exemplo, poderia ser muito relevante. Tal importância não foi negada, mas argumentou-se que o dispêndio de esforços para monitorar espécies raras e/ou ameaçadas normalmente é muito grande. Mesmo não sendo consideradas em sistemas de indicação, a observação ou ocorrência de fenômenos e/ou espécies raras em amostragens regulares deve ser anotada. Eventualmente, espécies ameaçadas ocorrentes na bacia podem compor o grupo de indicadores biológicos, desde que atendam aos critérios estabelecidos.

Quanto aos critérios desejáveis, estes também, contribuem positivamente, mas não são indispensáveis para o sistema de indicação. Na atribuição de pesos a critérios desejáveis foi levada em consideração simultaneamente a relevância (em termos do poder, qualidade ou precisão da informação), mas também a aplicabilidade do critério. Por exemplo, idealmente selecionaríamos indicadores cuja resposta fosse específica e proporcional à magnitude de um vetor de degradação ambiental associado ao rompimento da Barragem de Fundão (por exemplo, que respondesse de forma escalonada à turbidez ou à contaminação por arsênio, exclusivamente). Porém, mesmo que houvesse tal grau de especificidade e de proporcionalidade, é improvável que a conhecêssemos dada a escassez de dados das respostas ambientais de espécies brasileiras. Por isso estes critérios receberam pesos 1 (Critério 8; aplicabilidade) e 2 (Critério 3; relevância). No decorrer do Workshop foram suscitadas várias discussões - bastante construtivas - sobre essa ponderação combinada de aplicabilidade e relevância, bem como a uma certa subjetividade na atribuição de pesos. Como solução, foi sugerido que cada um dos participantes atribuisse pesos à aplicabilidade e à relevância de cada um dos 9 critérios apresentados no Workshop, separadamente e por escrito. Em seguida foram calculadas as médias dos pesos propostos pelos participantes. A correspondência entre os pesos propostos originalmente pelo Instituto Ekos e os pesos propostos pelo conjunto de integrantes do Workshop foi muito similar (exceto pelo Critério 8, todos os demais critérios permaneceram com peso igual). O peso final foi dado pela média entre relevância e aplicabilidade arredondadas para cima (no caso de médias fracionais iguais ou maiores que 0,5) ou para baixo (no caso de médias fracionais menores que 0,5). A ponderação final, definida pelo conjunto de participantes do Workshop, é apresentada na Tabela abaixo.

Também é importante que se saiba reconhecer a que escalas espaciais e temporais o indicador está respondendo. Porém, num contexto de avaliação da efetividade de ações de restauração, recuperação e compensação, o reconhecimento da escala temporal pode ser mais relevante que a espacial, além de ser provavelmente mais razoável de se extrapolar a partir de ciclos de vida de organismos aparentados aos encontrados na Bacia do rio Doce. Este também foi um ponto bastante debatido no workshop e houve a compreensão de que o monitoramento deve ser realizado dentro de escalas espaciais muito bem definidas, e que a escala temporal poderá refletir melhor, dentro de cada área, o status da recuperação do ambiente e que deve existir uma clara associação entre o organismo ou processo indicador e a escala espacial ou temporal. Em vários momentos foi destacada a heterogeneidade de cada área de estudo, seja na porção continental ou litorânea, e suas implicações no que diz respeito à limitação de indicadores “universais”.

Por sua vez, a definição dos critérios de seleção de indicadores encontra-se na tabela abaixo, onde consta o peso inicialmente sugerido pela equipe Ekos, para cada critério, e os pesos definidos na plenária, com a subdivisão em “relevância” e “aplicabilidade”. Esses pesos são as médias aritméticas arredondadas dos pesos atribuídos por todos os participantes:

Critério	Justificativa	Peso definido em plenária		Peso Final	
		'Relevância' (qualidade da informação)	'Aplicabilidade'		
1	É <b>desejável</b> que o indicador seja associado a uma escala espacial definida, vinculada ao impacto do agente estressor ou à sua recuperação.	Indicadores de integridade ambiental devem ser associados a determinada extensão espacial.	2,60	2,25	2
2	É <b>desejável</b> que o indicador seja associado a uma escala temporal definida, vinculada ao impacto do agente estressor ou à sua recuperação.	Indicadores de integridade ambiental devem ser associados a determinada escala temporal, especialmente para interpretar respostas às ações de recuperação.	2,90	2,65	3
3	É <b>desejável</b> que o indicador responda a vetores de degradação ambiental específicos resultantes do rompimento da Barragem (sólidos suspensos, contaminação, perda de habitat, dentre outros).	Indicadores são mais informativos se apresentarem uma resposta específica a determinado vetor de degradação ambiental.	2,60	1,95	2
4	É <b>obrigatório</b> que, para definição do indicador, existam informações suficientes e adequadas sobre ecologia e biologia dos organismos, comunidades, ecossistemas e/ou processos a serem monitorados que permitam formulação de hipóteses, predições ou interpretações dos resultados.	Um conhecimento básico da ecologia e história de vida do organismo é pressuposto para um sistema de bioindicação.	3	3	3
5	É <b>desejável</b> que os indicadores sejam vinculados a organismos que permitam obter simultaneamente mais de uma informação ambiental.	Um único indicador pode em tese evidenciar alterações de naturezas distintas.	1,40	1,40	1
6	É <b>obrigatório</b> que os indicadores sejam vinculados a organismos ou fenômenos que tenham abundância e/ou frequência de ocorrência adequadas e viáveis para a amostragem (isto é, suficientemente altas para inferência). Portanto, exclui espécies ou fenômenos raros.	Pressuposto para um sistema de bioindicação.	3	3	3
7	É <b>desejável</b> que os indicadores sejam vinculados a organismos e/ou funções ecossistêmicas com percebida	Serviços ecossistêmicos, que incluem a provisão de alimento, fibras e fármacos, bem como a reciclagem da matéria e a purificação da	2,20	1,85	2

	importância social, econômica, de saúde humana ou de qualidade ambiental ou de vida.	água e do ar, comunicam de forma poderosa a importância e benefícios da preservação e recuperação dos sistemas naturais.			
8	É <b>desejável</b> que os indicadores sejam vinculados a organismos ou processos que respondam de forma proporcional à degradação ambiental e, conversamente, recuperação ambiental.	Indicadores são mais informativos se apresentarem uma resposta proporcional à magnitude do impacto.	2,30	1,45	2
9	É <b>desejável</b> que os indicadores tenham um caráter integrativo dentro dos objetivos dos programas de monitoramento e recuperação da Bacia do rio Doce como um todo, ou seja, que possam ser utilizados simultaneamente por mais de um programa.	Indicadores devem permitir avaliar simultaneamente a efetividade das ações de mais de um Programa da Fundação Renova.	2,05	1,75	2

Além dos critérios previamente apresentados e validados no “Workshop para Definição de Indicadores de Resultados da Biodiversidade dos Programas 28 e 30”, a equipe Ekos sugere a adição do décimo critério, conforme apresentado abaixo.

Critério	Justificativa	Peso definido em plenária		Peso Final	
		‘Relevância’ (qualidade da informação)	‘Aplicabilidade’		
10	É <b>desejável</b> que os indicadores tenham um histórico sólido, continuado e robusto de coleta de dados na área de estudo anterior ao rompimento da Barragem de Fundão.	Havendo disponibilidade de dados pré-rompimento e assumindo que são dados sólidos, continuados, de médio a longo prazo (não pontuais), é desejável que sejam utilizados para o acompanhamento dos efeitos do rompimento da barragem.	3	3	3

## 7. SUGESTÃO PRELIMINAR DE INDICADORES DO PROGRAMA

28

Após ampla discussão, iniciada a partir de duas sugestões de indicadores gerais dadas por cada participante do grupo, a seguinte lista - contemplando indicadores gerais e desde a esfera sub-individual até a ecossistêmica e da paisagem - foi proposta, em caráter preliminar:

1. Indicadores de qualidade ambiental:
  - Concentração de metais nos compartimentos ambientais (água, sedimento e biota);
  - Testes de toxicidade;
  - Sólidos em suspensão;
  - Presença do rejeito (análises mineralógicas - isótopos, propriedades magnéticas);
  - Índices de eutrofização (IQA, IET, por exemplo).
  
2. Biomarcadores de estresse:
  - Moleculares;
  - Genéticos;
  - Bioquímicos;
  - Fisiológicos;
  - Estruturais (morfológicos/histológicos);
  - Bioacumulação de metais e metaloides.

Em organismos de:

- Água Doce – Espécies de peixes (possivelmente uma espécie iliófaga/comedora de sedimento, importante compartimento de destino de metais, e uma espécie predadora de topo de cadeia, para teste de eventual biomagnificação de metais);
- Ambiente estuarino e costeiro - Plâncton (inclusive bacterioplâncton), e espécies selecionadas de camarões e peixes.

3. Composição e estrutura de comunidades aquáticas, tendo como métricas:

- Riqueza taxonômica;
- Riqueza funcional;
- Diversidade taxonômica;
- Diversidade funcional;
- Equitatividade;
- Presença e/ou abundância relativa de determinadas espécies, categorias de espécies (por exemplo: exóticas, ameaçadas, chave), grupos funcionais ou guildas.

Espécies/grupos constituintes do indicador:

- Água Doce: macroinvertebrados bentônicos e peixes
- Ambiente estuarino e costeiro: microbiota, fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos
- Água salobra e salgada: peixes

4. Espécies de interesse de conservação: produção populacional, estrutura demográfica e genética de populações.

5. Indicadores da estrutura e integridade do habitat nas escalas da paisagem e regional, tendo como parâmetros:
  - Área de cobertura
  - Distribuição espacial de habitats, considerando atributos físicos, estruturais e biológicos como: geomorfologia, relevo, pedrais, corais e fundos vegetados.

## 8. SUGESTÃO PRELIMINAR DE INDICADORES DO PROGRAMA

### 30

As discussões no Grupo resultaram em recomendações ao PG30 e sugestão de indicadores, com a devida validação dos critérios previamente definidos em plenária. As recomendações incluem:

- Verificar resultados do Workshop com a equipe do Uso Sustentável da Terra;
- Avaliar os monitoramentos da fauna e flora terrestre ora em curso a partir das perguntas norteadoras e dos critérios de definição de indicadores, garantindo que os grupos biológicos, processos e espécies atendam aos critérios obrigatórios;
- Utilizar as bases de dados produzidos em outros programas para a contribuição nos estudos dos indicadores, avaliando a aderência espacial das diferentes malhas amostrais dos demais programas e eventualmente indicando ajustes ou acréscimos;
- Garantir que os indicadores de recuperação sigam o padrão de níveis de recuperação propostos pela Society for Ecological Restoration (SER).

Os Indicadores foram divididos em dois grupos, de acordo com área da bacia a ser estudada, sendo um grupo exclusivamente para a área entre Fundão e Candonga e outro para a bacia, como um todo. Esses Indicadores e a respectiva validação nos Critérios de Seleção de Indicadores são apresentados a seguir.

#### Indicadores para o trecho Fundão-Candonga

Indicador	Critérios atendidos
Composição funcional da flora regenerante ao longo do processo sucessional	1,2,3,4,5,6,8,9
Aspectos fitossociológicos das áreas diretamente afetadas e em recuperação	1,2,3,4,5,6,8,9
Taxa de carreamento de rejeitos residuais em Fundão, Mariana, com a possibilidade de utilizar dados do PG23 e outros programas	1,2,3,4,5,9
Indicadores genéticos de dispersão e polinização de espécies vegetais (definição das espécies pela Consultoria responsável)	1,2,4,5,6,8,
Dispersão e polinização de espécies zoófilas e zoocóricas (definição das espécies será feito a posteriori)	1,2,4,6,8,9
Níveis/ concentração de contaminantes em anfíbios, insetos aquáticos, mamíferos	1,2,3,4,6,8

semifossoriais e semiaquáticos	
Ocorrência de histopatologias e/ou malformações em morcegos jovens (que tenham nascido após o rompimento) e em girinos	1,2,3,4,6,8
Assimetria flutuante em insetos aquáticos	1,2,4,6,8
Aspectos físico-químicos e microbiológicos de tecnosolos	1,2,3,4,5,6,7,9
Composição funcional da meso e macrofauna edáfica	1,2,3,4,6,7,9
Composição funcional da fauna dependente de ambientes florestais ao longo do processo sucessional (grupos faunísticos a definir conforme critérios obrigatórios)	1,2,3,4,5,6

## Indicadores para a Bacia do rio Doce (como um todo)

Indicador	Critérios atendidos
Concentração de metais de interesse toxicológico e ecotoxicológico biodisponíveis no solo e água – Fonte de dados PG38	2,4,6,7,8,9
Cobertura e distribuição espacial da vegetação nativa nas Otto bacias já avaliadas no estudo de ecologia da paisagem	1,2,4,6,8,9
Níveis/ concentração de contaminantes em macrófitas (verificar macrófitas para o PG28) e insetos aquáticos	1,2,3,4,6,8
Níveis de contaminantes em subprodutos da fauna e flora (mel) – fonte de dados UST e Saúde	1,2,3,4,6,7,9

## 9. CONCLUSÃO

Ao final deste Workshop coordenado pelo Instituto Ekos e com participação de representantes dos diversos atores envolvidos com a temática da biodiversidade do rio Doce, zona estuarina e costeira, houve entendimento com relação a (i) uma redefinição das perguntas orientadoras dos Programas 28 e 30; (ii) uma visão geral para o cenário desejado ao final de 10 anos dos Programas 28 e 30; (iii) premissas e critérios ponderados para o estabelecimento de um sistema de bioindicação, com a devida discussão e ajuste de texto e pesos; e (iv) uma discussão preliminar e não exaustiva de quais sistemas biológicos e quais variáveis serão úteis na construção de um sistema de indicação baseado em variáveis físicas, químicas, estruturais e biológicas.

Entendendo que a definição de indicadores de biodiversidade é uma tarefa complexa e multifacetada, a Equipe Ekos sugere que sejam realizadas contribuições nos indicadores de biodiversidade dos Programas 28 e 30 através do “Formulário de Contribuição sobre os Indicadores de Biodiversidade”, anexo a este Relatório.

Após feedback e refinamento das Contribuições dos demais atores envolvidos, será elaborado o Relatório Final com a definição dos indicadores de biodiversidade para os Programas 28 e 30 da Fundação Renova.

Ainda assim, a discussão, ajuste e aprovação de um conjunto cientificamente sólido de premissas e critérios para a seleção de bioindicadores, a definição ainda que geral de cenários de efetividade de programas, e a discussão preliminar de sistemas biológicos e variáveis de respostas a serem utilizadas como bioindicadores atestam o sucesso do “Workshop para Definição de Indicadores de Resultados da Biodiversidade dos Programas 28 e 30”.