



CONTRIBUIÇÃO PARA O RELATÓRIO RAMBOLL/MPF

Contribuição para análises de área de influência, fatores geradores de impactos, comunidades aquáticas afetadas e impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos.

RMPC & CONSULTORES EM RECURSOS HÍDRICOS

Rua Gerson Blumberg, 152/101

Bairro Ouro Preto

CEP 31.340-180 – Belo Horizonte, MG

Tel 031 3243 9086 – 99638 4815

E-mail: rpcoelho@globob.com

www.rmpcecologia.com

INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a análise das áreas de influência impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão, os fatores geradores de impactos ambientais, os componentes ambientais impactados e os impactos gerados nos ecossistemas aquáticos. Esta análise foi solicitada pelo sr. Bruno Kamada (Ramboll) para posterior discussão em reunião que será realizada no dia 22 de maio de 2017.

OBJETIVOS

Realizar análise das áreas de influência impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão, os fatores geradores de impactos ambientais, os componentes ambientais impactados e os impactos gerados nos ecossistemas aquáticos.

METODOLOGIA

Esta avaliação foi feita a partir da análise de documentos de órgão oficiais, documentos gerados pela Samarco, Fundação Renova e bibliografia científica especializada.

RESULTADOS

Abaixo segue o texto original enviado pelo sr. Bruno e a análise realizada pela equipe da RMPC & Consultores nos itens 3.1, 5.1.1, 5.2.1 e 5.4.1.

1. Caracterização do evento
2. Marcos legais
- 3. Áreas de Influência**
4. Diagnósticos ambientais
- 5. Avaliação de Impacto**
6. Ações de gestão – Programas Ambientais
7. Conclusão

1. Caracterização do evento

Este item é geral, pode ser subdividido em caracterização da bacia do Rio Doce, contudo trata-se de um item comum a todos os temas abordados.

2. Marcos legais

Incluir legislações aplicáveis em caso de acidentes de mineração, contaminação de águas, poluição de águas superficiais, mortalidade direta de fauna silvestre, risco a saúde, supressão de vegetação.

Três subitens:

2.1- Federal

2.1- Estado de Minas Gerais

2.3- Estado de Espírito Santo

3. Áreas de Influência

Descrever as áreas de influência e subdivisões ao longo do curso do Rio Doce. Usar os conceitos de ADA, AID e AII

Separar em dois subitens:

3.1- Ecosistemas Aquáticos

A Figura abaixo apresenta as delimitações de ADA, AID e AII no contexto do Rio Doce para ecossistemas aquáticos.

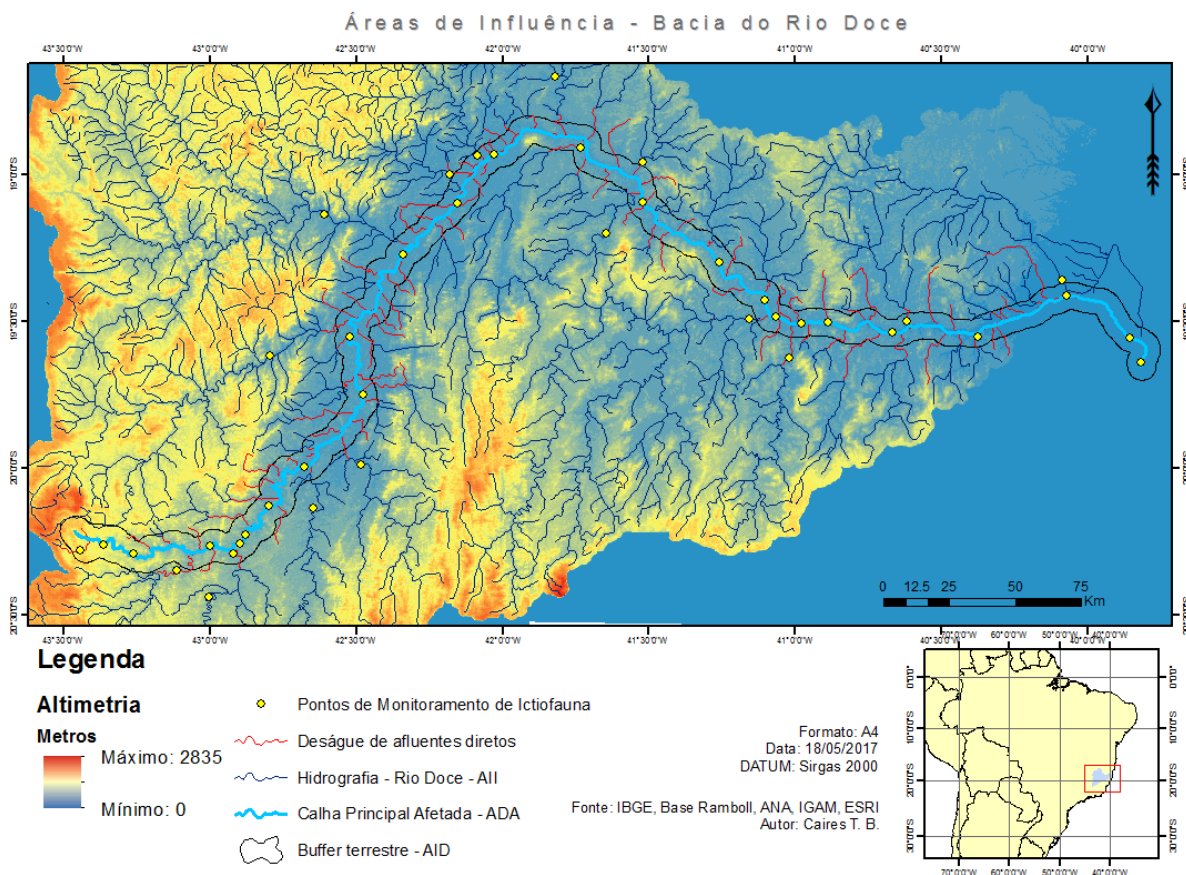


Figura 1 -

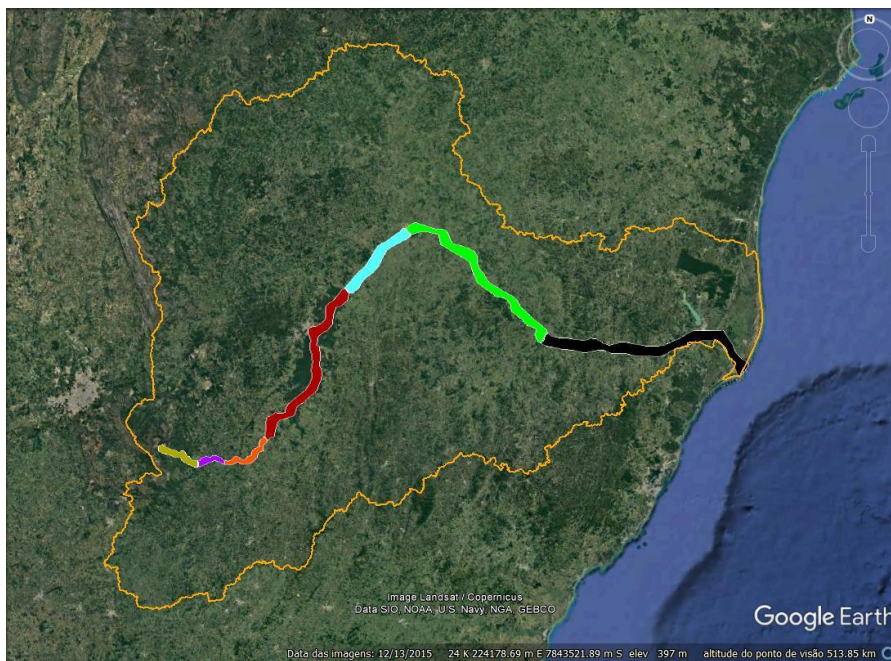
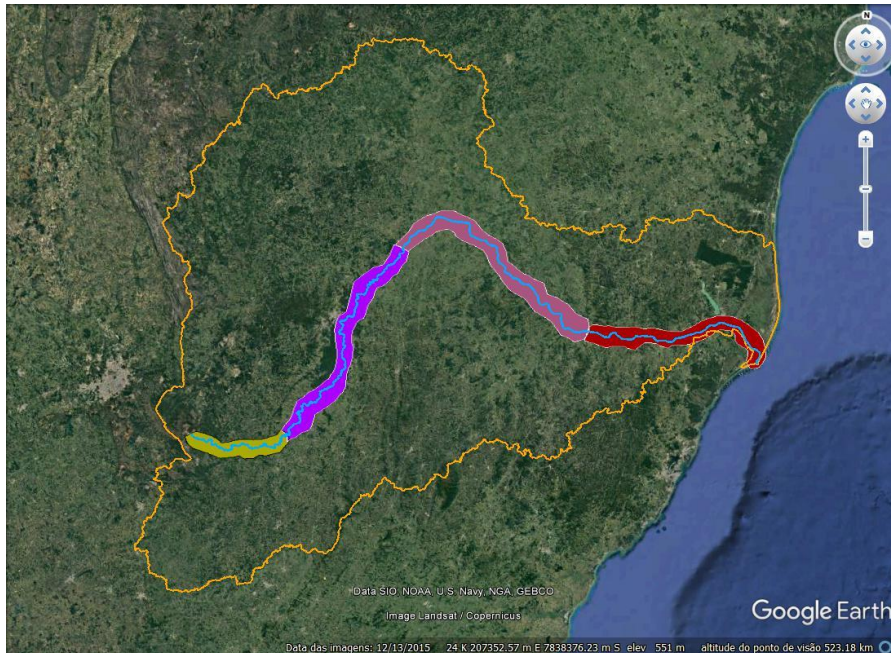
Um sumário dos fatores que impactam na definição da área de influência e na setorização dos trechos impactados é apresentado abaixo.

Quadro 1

Fatores físicos e antrópicos	Fatores físico-químicos	Hidrológicos
Geomorfologia	Distribuição da turbidez	Área de drenagem da bacia
Uso e ocupação do solo	Distribuição do oxigênio dissolvido	Extensão do curso central
Processos erosivos	Distribuição de metais	Localização de deságue
Esgoto não tratado	Qualidade de água	Lagoas marginais
Tipo de deposição de sedimento	Ecotoxicologia	Área de drenagem de montante
Reconformações físicas do terreno	Estado Trófico	
Retaludeamento	Nutrientes	
Bioengenharia		
Impacto direto	Biótico	
Trechos em que a lama danificou/destruiu vegetação ripária	Distribuição de plâncton	Análise Multivariada
Trechos em que a lama atingiu afluentes	Distribuição de bentos	
Trechos à montante de barragens	Distribuição de Ictiofauna	
Trechos em que a lama se acumulou na calha	Presença de macrófitas	
Transporte e deposição de sedimentos em secas e cheias	Cianobactérias	
Urbanização (preexistente e crônico)	Coliformes	

Pode-se atribuir pesos e importâncias aos critérios acima, selecionar os mais importantes e construir uma matriz, sendo os critérios as colunas e as alternativas de setorização as linhas. Valores a cada variável devem ser atribuídos, bem como pesos aos critérios. Deste modo pode-se realizar uma análise Multivariada do tipo ELECTRE (Norese, 2006) para obtenção do ordenamento e seleção das melhores alternativas.

A distribuição das áreas conforme duas fontes distintas são representadas a seguir:



Análise da segmentação do curso principal

Há duas linhas principais de raciocínio, já estabelecidas, para a segmentação do curso principal:

- (1) A primeira é baseada no impacto diferencial da lama de rejeitos em quatro trechos da área impactada.
- (2) A segunda é baseada em características terrestres, morfométricas e morfológicas de relevo, resultando em 7 Seções.

Não há uma relação hierárquica ou de preferência entre as duas abordagens, as duas possuem pontos fortes e fracos.

- Para o caso da separação em quatro trechos, ela coincide com a separação já utilizada para a qualidade da água. Essa abordagem, além de simplificar as análises por possuir grupos maiores, permite estudos estatísticos com menos amostras.
- Para o caso da separação em 7 seções, há um ganho de sensibilidade por se considerar as características geomorfológicas que permeiam a região de estudo e por considerar regiões mais similares entre si, morfologicamente.

Os segmentos podem então ser caracterizados da seguinte forma (Adaptado de Análise Preliminar Sobre Qualidade da Água e Reflexos Sobre os Usos), para a primeira linha de raciocínio:

- 1º: Confluência do Piranga com o Rio do Carmo até a usina de Candonga
 - o Caracterizado pela onda de rejeitos ter afetado a vegetação marginal
 - o Alternância de transporte e deposição de sedimentos, conforme cheias e secas
 - o A onda percorreu alguns km do Rio Piranga no sentido jusante montante, após convergir nele.
 - o Reservatório de Candonga apresentou deposição intensa de rejeito e material erodido
- 2º: UHE Candonga até UHE Baguari
 - o Caracteriza intensa deposição na calha e ausência de deposição na planície de inundação
 - o Profundamente afetado e teve a morfologia da calha modificada.
 - o O PERD situa-se neste trecho.
 - o Baguari exibe conspícua presença de macrófitas e algas
 - o Não há dados sobre o acúmulo de sedimentos no reservatório de Baguari
- 3º: UHE Baguari, passando por UHE Aimorés até UHE Mascarenhas
 - o Numerosas cidades, sendo o maior número de municípios que captavam água diretamente do rio doce.
 - o Sedimento mais fino
 - o UHE Mascarenhas reteve parte do sedimento, não se sabe quanto
- 4º: UHE Mascarenhas até o mar
 - o Planície de inundação grande
 - o No período chuvoso pode levar lama depositada na calha até o leito maior

Para a segunda linha de raciocínio, de acordo com documento de ecossistemas terrestres da Ramboll, os habitats aquáticos podem ser divididos da seguinte forma:

- Sessão 1:

- Da Barragem de Fundão até Paracatu de Baixo – região caracterizada pela presença de ambientes florestais mais preservados e formação de contínuos florestais entre áreas naturais e silviculturas, muitas das quais com sub-bosque em regeneração como evidenciado durante atividades de campo, proporcionando o estabelecimento de corredores ecológicos. Região de morros com alta declividade, presença de ambientes rupestres, vales encaixados com presença de corredeiras. Altitudes maiores de 500 metros em relação ao nível do mar.

- Sessão 2:

- De Paracatu de Baixo até Barra Longa – redução na presença de áreas florestadas naturais e aumento de áreas de pastagem em relação a sessão 1, porém ainda caracterizada pela presença de morros e vales encaixados com existência de corredeiras. Declividade ainda acentuada, 400 metros de altitude. Ações pontuais de estabelecimento de áreas florestadas podem resultar em incremento significativo da conectividade entre fragmentos, não necessariamente criando corredores de contínuos florestais, mas utilizando-se do conceito de ‘steep stones’ (KOLB, 1997).

- Sessão 3:

- De Barra Longa até São Bartolomeu do Sem Peixe – há uma graduação redução na declividade neste trecho, praticamente ausência de contínuos florestais, apenas fragmentos isolados com baixa conectividade. O Rio Doce passa a ser mais meandrítico devido à redução na declividade. Existe um grande aumento no percentual de pastagem na paisagem.

- Sessão 4:

- De São Bartolomeu do Sem Peixe até Naque – região caracterizada pela presença dos lagos do Rio Doce, sessão onde está localizado o Parque Estadual do Rio Doce (PERD), um dos sítios Ramsar brasileiros. Baixa declividade, onde está localizado o maior fragmento contínuo de Mata Atlântica de Minas Gerais (PERD) cercado por contínuos de ambiente florestal devido a atividade de silvicultura, em sua quase totalidade eucalipto para produção de papel (celulose de fibra curta). A presença de silvicultura favorece a conectividade florestal nesta área. O Rio Doce passa a ser mais retilíneo devido a declividade pouco acentuada e homogênea, com características de rio de planície, com vales abertos e maiores planícies de inundação.

- Sessão 5:

- De Naque até Governador Valadares – região caracterizada pela maior presença de áreas antropizadas. Poucos fragmentos florestais significativos. Rio com formação retilínea, baixa declividade, alta incidência de pastagens e baixa conectividade.

- Sessão 6:

- De Governador Valadares até Humaitá – região com alta incidência de fragmentos florestais degradados e silvicultura. Áreas com alto potencial de ações de restauração resultarem em aumento do percentual de cobertura florestal e conectividade. Rio com formação retilínea, baixa declividade.

- Sessão 7:

- De Humaitá até Regência – Aumento na presença florestal, tanto pela presença de fragmentos florestais significativos e de grande porte quanto por áreas de silvicultura, tendo assim maior conectividade. Alta presença de lagos costeiros, rio de planície, baixa declividade com muitas ilhas ao longo de seu percurso até a foz.

3.2- Ecossistemas Terrestres

4. Diagnósticos ambientais

4.1- Descrever os ambientes das áreas de influência com base em dados secundários e vistorias de campo:

4.1.1- Ecossistemas Aquáticos

Diferentes tipos de habitats, composição específica, habitats de interesse especial na ADA e AID.

4.1.1.1- Ambientes Dulcícolas

4.1.1.2- Ambientes Estuarinos

4.1.1.3- Ambientes Costeiros

4.1.2- Ecossistemas Terrestres

Diferentes tipos de habitats, composição específica, habitats de interesse especial na ADA e AID.

Classificação do uso e cobertura do solo, abordagem HEA.

Cálculo de supressão de vegetação.

4.1.3- Unidades de Conservação e Áreas Especialmente Protegidas

4.2- Base de dados de Estudos de Impactos Ambientais

Utilizar estudos de licenciamento de obras lineares e de semelhança estrutural com o evento para comparar a magnitude do acidente com outras obras de dimensões significativas. Com essa base de dados é possível fazer comparações em termos das ações de gestão necessárias, valores de compensação ambiental, magnitude, significância e número de impactos ambientais elencados.

5. Avaliação de Impacto

Realizar processo de avaliação de impacto 'tradicional'. Será feita uma descrição metodológica da avaliação de impacto e reforçar a sua utilização mesmo que o evento já tenha ocorrido, o que na verdade fornece dados para aumentar a precisão da avaliação

5.1- Aspectos Ambientais (Fatores geradores de impacto)

Descrever os aspectos ambientais.

Por exemplo, Deposição de rejeito, descrever o processo de deposição, se ocorreu, ainda ocorre ou ocorrerá. Outro exemplo, remoção de solos orgânicos, como ocorreu e em que locais.

5.1.1- Ecossistemas Aquáticos

a) **Deposição de rejeitos e carregamento de material particulado suspenso nos ambientes aquáticos**

- Descrição: deposição de rejeitos provenientes do processo de mineração após rompimento da barragem de rejeitos Fundão (Mariana). Os rejeitos de granulometria fina foram transportados em suspensão. O material grosseiro foi carregado até o reservatório de Candonga e ficou retido neste local. A jusante do reservatório, os materiais mais finos e em suspensão fluíram pelo vertedouro e se depositaram na calha do Rio Doce até, preferencialmente, no reservatório de Baguari. Partículas em suspensão e em formato coloidal permanecerem fluindo pelo Rio Doce até o médio e baixo Rio Doce, chegando a foz do rio (ch2m, 2017). Estima-se que os volumes estimados de rejeitos armazenados nas seções a jusante da confluência do córrego Santarém com o rio Gualaxo do Norte e a montante do reservatório de Candonga foi de aproximadamente 6,1 milhões de m³. Cerca de 32 milhões de m³ de rejeitos foram liberados durante o evento, e 11,7 milhões de m³ adicionalmente após o evento.
- Regiões impactadas: a onda de lama extrapolou a calha dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce até a região do município de Rio Doce, onde a barragem da UHE Risoleta Neves (Candonga) reteu grande parte da lama, cerca de 10,5 milhões de m³ (ch2m, 2017). Após esta barragem os rejeitos seguiram a calha do Rio Doce até a região estuarina e marinha de sua foz (Minas Gerais, 2016). Ambientes estuarinos e marinho também foram afetados.
- Status de ocorrência do fator gerador: o carregamento dos rejeitos continua ocorrendo em menor escala sendo aumentada em decorrência do manejo destes na área de ocorrência do evento e em decorrência dos eventos de chuva.
- Impactos provocados nos ecossistemas aquáticos: aumento da turbidez, diminuição da penetração de luz, diminuição da temperatura, biodisponibilização de compostos anteriormente inertes, colmatação de tecidos da biota e modificações nas taxas de produção primária e secundária e aumento das taxas de respiração, mortalidade de peixes e outros

organismos aquáticos, formação de ilhas de rejeitos, alteração do curso e velocidade de vazão do rio. Alterações na hidrodinâmica do rio e possível redução da sua profundidade média.

b) Remoção da vegetação ripária e de outros biótopos ripários:

- Descrição: após o rompimento da barragem de Fundão, o grande volume de rejeitos liberados em curto espaço de tempo provocou uma onda de rejeitos que extravasou o leito dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, por cerca de 77 km. Com a força da onda de rejeitos, a vegetação ripária que envolvia estes cursos d'água foi removida ou soterrada.
- Regiões impactadas: Conforme Nota Técnica elaborada pelo Centro de Sensoriamento Remoto do Ibama, o rompimento da barragem de Fundão causou a destruição de 1.469 hectares ao longo de 77 km de cursos d'água, incluindo áreas de preservação permanente, entre a mina da Samarco e a UHE Risoleta Neves (Candongá).

Quadro 2 – Parâmetros morfométricos da UHE Risoleta Neves antes e após evento. (Em construção)

Parâmetros morfométricos	Antes do evento	Depois do evento
Área alagada	2,86 Km ²	
Volume do lago	54,4 milhões m ³	
Prof. máxima		
Profundidade média		

- Status de ocorrência do fator gerador: a remoção da vegetação ripária ocorreu logo após o evento durante a passagem da onda de rejeitos. Como a liberação destes rejeitos está controlada (em volumes menores) o fator gerador não está ocorrendo mais, pois o carreamento deste rejeito não está extravasando mais a calha do rio Doce.
- Impactos provocados nos ecossistemas aquáticos: A retirada da vegetação ripária provoca a erosão do solo, desregularizando os fluxos hídricos e proporcionando o processo de assoreamento dos cursos da água. Dessa forma, o assoreamento do leito de rios e corpos d'água permite maior aporte de substâncias tóxicas e material em suspensão alterando a qualidade da água e a contaminando com xenobióticos. Há também a destruição de biótipos ripários aquáticos (remansos, corredeiras, etc.) e morte de organismos aquáticos.

c) Assoreamento dos cursos d'água

- Descrição: a remoção de matas ciliares aumenta de forma excessiva o assoreamento de rios, diminui a heterogeneidade espacial das bacias hidrográficas e interfere nos mecanismos e processos de funcionamento das bacias. O processo de retirada e soterramento das matas ciliares provocado pela onda de lama de rejeitos provenientes do rompimento da barragem de Fundão criou regiões assoreadas que não existiam anteriormente. De acordo com o Relatório Fase Argos – Operação Águas, emitido pelo IBAMA, na vistoria de campo realizada entre os dias 13 a 22 de setembro de 2016 com um total de 65 pontos de vistoria entre o local de ocorrência do evento e a UHE Candonga, as áreas apresentaram ravinamento (87,2%), erosão laminar (78,2%) e voçorocas (3,4%). Somente 8% das áreas vistoriadas não apresentaram processo erosivo.

- Regiões impactadas: região entre mina da Samarco e UHE Risoleta Neves, ou seja, mesma região impactada pela onda de rejeitos, com destaque para os primeiros 21 Km impactados (Córrego Santarém e Rio Gualaxo do Norte) (IBAMA, 2016).
- Status de ocorrência do fator gerador: comparando os relatórios Fase Argos - Operação Hélios (maio a junho de 2016) e Operação Áugias (setembro de 2016), houve aumento das áreas com presença de processos erosivos, podendo perceber que a evolução dos processos erosivos continua. Nos períodos de alta pluviosidade, esta situação tende a agravar-se. Constatou-se também que as ações emergenciais de obras de retaludamento não seguiram a conformação original geomorfológica, o que também agrava o assoreamento.
- Impactos provocados nos ecossistemas aquáticos: aumento de carreamento de sedimentos e rejeitos pelo rio, provocando a formação de bancos e ilhas de sedimento e aumento do assoreamento da calha do rio e tributários.

d) Remoção de solos orgânicos:

- Descrição: a descaracterização geomofológica dos tributários e de suas áreas de preservação permanente deu-se devido à perda de expressivas camadas de solo pelo arranque de material, profundas escavações (atingindo a rocha em alguns pontos, Figura 1) e extirpação da vegetação nativa após a passagem da onda de rejeitos (IBAMA, 2016).



Figura 2 - Segmento do rio Gualaxo do Norte em vale encaixado, com remoção total da vegetação e exposição do substrato rochoso. Fonte: FUNDAÇÃO RENOVA, 2016 – Sobrevo

- Regiões impactadas: região entre mina da Samarco e UHE Risoleta Neves, ou seja, mesma região impactada pela onda de rejeitos, com destaque para os primeiros 21 Km impactados (Córrego Santarém e Rio Gualaxo do Norte) (IBAMA, 2016).
- Status de ocorrência do fator gerador: a remoção dos solos orgânicos ocorreu logo após o evento durante a passagem da onda de rejeitos. Como a liberação destes rejeitos está controlada (em volumes menores) o fator gerador não está ocorrendo mais, pois o carreamento deste rejeito não está extravasando mais a calha do rio Doce.

- Impactos provocados nos ecossistemas aquáticos: a remoção da microbiota terrestre, vegetação e nutrientes do solo provoca alterações tanto estruturais (ex: perda de diversidade) quanto no metabolismo geral da comunidade aquática (ex: aumentos na taxa de respiração ou de sedimentação de seston), na ciclagem de nutrientes e, ainda, no balanço hídrico das bacias e sub-bacias hidrográficas afetadas.

Quadro 3 - Resumo dos fatores geradores de impactos ambientais provocados pelo rompimento da barragem de rejeitos de Fundão.

Fator gerador	Descrição do processo	Região impactada	Status de ocorrência	Impactos gerados
<p>Deposição de rejeitos e carreamento de material particulado suspenso</p>	<p>Rejeitos de granulometria fina foram transportados em suspensão. O material grosseiro foi carreado até o reservatório de candonga. A jusante do reservatório, os materiais mais finos e em suspensão se depositaram na calha do Rio Doce. Partículas em suspensão continuaram fluindo pelo Rio Doce até a foz se depositando nos ambientes estuarinos e marinhos ao norte e sul.</p>	<p>680 km de rios da bacia do Rio Doce, ambientes estuarinos e marinho, com destaque para rios Gualaxo do Norte, do Carmo e porção do Rio Doce mais próxima ao local do evento.</p>	<p>O carreamento continua acontecendo em menor escala, e em maior escala em eventos de chuva e manejo dos rejeitos.</p>	<p>Aumento da turbidez, diminuição da penetração de luz, diminuição da temperatura, biodisponibilização de compostos anteriormente inertes, colmatação de tecidos da biota e modificações nas taxas de produção primária e secundária e aumento das taxas de respiração, mortalidade de peixes e outros organismos aquáticos, formação de ilhas de rejeitos, alteração do curso e velocidade de vazão do rio. Alterações na hidrodinâmica do rio e possível redução da sua profundidade média.</p>
<p>Remoção da vegetação ripária</p>	<p>O grande volume de rejeitos liberados em curto espaço de tempo provocou uma onda de rejeitos que extravasou o leito dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce. Com a força da onda de rejeitos, a vegetação ripária que envolvia estes</p>	<p>Destruição de 1.469 ha ao longo de 77 km de cursos d'água entre a mina da Samarco e a UHE Risoleta Neves (Córrego Santarém, rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce.</p>	<p>O fator gerador ocorreu logo após o evento durante a passagem da onda de rejeitos. Não ocorre mais, pois o carreamento destes rejeitos não extravasa mais o leito dos rios.</p>	<p>A retirada de vegetação ripária provoca a erosão do solo, desregularizando os fluxos hídricos e proporcionando o processo de assoreamento dos cursos da água. Dessa forma, o assoreamento do leito de rios e corpos d'água permite maior aporte de substâncias tóxicas e material em suspensão alterando a qualidade da água e a contaminando com xenobióticos. Há também a destruição de biótipos ripários aquáticos (remansos,</p>

Fator gerador	Descrição do processo	Região impactada	Status de ocorrência	Impactos gerados
	cursos d'água foi removida ou soterrada.			corredeiras, etc.) e morte de organismos aquáticos.
Assoreamento	A remoção de matas ciliares provocou o assoreamento dos rios.	Região definida como área ambiental 1, com destaque para área impactada do Córrego Santarém e Rio Gualaxo do Norte.	A evolução dos processos erosivos continua. Nos períodos de alta pluviosidade esta situação tende a agravar.	Aumento de carreamento de sedimentos e rejeitos pelo rio, provocando a formação de bancos e ilhas de sedimento alterando curso e vazão dos rios.
Remoção de solos orgânicos	Descaracterização geomofológica dos tributários e de suas áreas de preservação permanente devido à perda de expressivas camadas de solo pelo arranque de material, profundas escavações e extirpação da vegetação nativa após a passagem da onda de rejeitos	Região definida como área ambiental 1, com destaque para área impactada do Córrego Santarém e Rio Gualaxo do Norte.	O fator gerador ocorreu logo após o evento durante a passagem da onda de rejeitos. Não ocorre mais, pois o carreamento destes rejeitos não extravasa mais o leito dos rios.	a remoção da microbiota terrestre, vegetação e nutrientes do solo provoca alteração na ciclagem de nutrientes e alteração no balanço hídrico das bacias hidrográficas.

5.1.2- Ecossistemas Terrestres

5.2- Componentes Ambientais Impactados

Descrever os componentes que sofreram ou podem sofrer impactos diretos e indiretos.

Por exemplo, Comunidade Bentônicas, comunidades que vivem associadas aos substratos em ambiente aquático, podem ser de substrato consolidado ou inconsolidado (de maneira sucinta e não mais que dois parágrafos).

Outro exemplo, floresta ombrófila densa, que tipo de formação é, sua importância e áreas de ocorrência (novamente bem sucinto)

5.2.1- Ecossistemas Aquáticos

5.2.2- Ecossistemas Terrestres

5.3- Matriz de correlação

Iremos utilizar o método de matriz de correlação para identificar os impactos. Por meio de uma tabela, onde as colunas são os componentes ambientais impactados e as linhas os aspectos ambientais, avaliamos a ocorrência de interação entre linhas e colunas. Em cada ponto de interação temos um possível impacto a ser descrito e classificado. Neste item apresentamos apenas a matriz e um parágrafo sucinto indicando quantos impactos foram levantados.

5.3.1- Ecossistemas Aquáticos

5.3.2- Ecossistemas Terrestres

5.4- Impactos Ambientais

Listar todos os impactos e descreve-los, de que maneira ocorreram e como se propagam. Seus efeitos sobre o componente afetado. Após a descrição passamos para a classificação. Sugerimos o uso de 8 atributos classificatórios:

- Ocorrência;

Refere-se ao grau de incerteza sobre a ocorrência do impacto, pode ser:

Certo – 100% de chance de ocorrer, ou neste caso, é possível evidenciar sua ocorrência;

Alta – Grande probabilidade de ocorrer, ou que tenha ocorrido, baseado em impactos similares em outras esferas;

Média – Probabilidade de ocorrência mediana, deve-se ser utilizada similaridade com projetos de impactos semelhantes para evidenciar a probabilidade de ocorrência;

Baixa – chance mínimas de ocorrer.

- Natureza;

Positivo ou negativo.

- Origem;

Impacto direto ou indireto (por exemplo, a perda de cobertura vegetal é um efeito direto do impacto físico da passagem da onda de inundação, mas o efeito de borda nos fragmentos afetados é um impacto secundário. Esta classificação é relevante por afetar o período de ocorrência e extensão geográfica do impacto)

- Duração;

Temporários ou permanentes. Impactos temporários ocorrem por um período claramente definido, enquanto permanentes não tem um prazo definido para cessar. Deve-se definir a escala temporal utilizada na avaliação, pois pode ser temporário, mas o período de ocorrência se estender por anos. Especial atenção deve-se ter para não confundir com reversibilidade, pois uma situação é o impacto cessar, outra é os efeitos do impacto serem revertidos.

- Reversibilidade;

Capacidade do sistema de retornar ao seu estado anterior ao impacto. Por exemplo, uma área desflorestada que for deixada livre de tensores ambientais deve retornar ao seu estado natural, de maneira assistida ou naturalmente. A perda de indivíduos da fauna é irreversível, mesmo que as populações retornem ao seu estado original a mortalidade não será revertida.

- Extensão geográfica;

Área geográfica em que o impacto pode ser percebido. Normalmente indicado como área de influência (ADA, AID ou AII).

- Magnitude;

Indica a intensidade do impacto. Se alta, média ou baixa. Pode ser avaliada por tamanho proporcional (área afetada, volume...),

- Importância.

Leva em consideração a combinação de outros atributos:

Duração	Reversibilidade	Magnitude	Importância
Temporária	Irreversível	Alta	Alta
Permanente	Irreversível	Alta	Alta
Temporária	Reversível	Alta	Alta
Permanente	Reversível	Alta	Alta
Temporária	Irreversível	Média	Alta
Permanente	Irreversível	Média	Alta
Temporária	Reversível	Média	Média
Permanente	Reversível	Média	Média
Temporária	Irreversível	Baixa	Média
Permanente	Irreversível	Baixa	Média
Temporária	Reversível	Baixa	Baixa
Permanente	Reversível	Baixa	Baixa

5.4.1- Ecossistemas Aquáticos

Quadro 4 - Relação dos impactos gerados pela onda de lama nos ambientes aquáticos.

Impacto	Descrição	Ocorrência	Natureza	Origem	Duração	Reversibilidade	Extensão geográfica	Magnitude	Importância
Assoreamento de alguns tributários, da UHE Risoleta Neves e da calha central do rio Doce.	A remoção da vegetação ripária pela onda de lama aumentou excessivamente o assoreamento dos rios impactados.	100%	Negativo	Indireta	Permanente	Reversível, mas somente com intervenção (dragagem).	ADA (principalmente entre mina da Samarco e UHE Candonga)	Alta	Alta
Aumento do aporte de sedimentos e substâncias alóctones para os cursos hídricos	Com a retirada da vegetação ripária o aporte de substâncias alóctones para os sistemas hídricos aumenta expressivamente.	Alta	Negativo	Indireta	Temporário com duração enquanto não houver sucessão e/ou restauração da vegetação ripária.	Reversível	ADA (entre mina da Samarco e UHE Candonga)	Média	Média
Alteração na hidrodinâmica dos rios	O depósito de sedimentos ao longo da calha do rio provoca a formação de ilhas de sedimentos alterando toda a hidrodinâmica do rio.	100%	Negativo	Direta	Permanente	Reversível, mas somente com intervenção (dragagem).	ADA (entre mina da Samarco e UHE Candonga)	Média	Média
Soterramento de lagoas e nascentes marginais e/ou entrada de sedimentos e	O extravasamento da onda de lama provocou o soterramento de nascentes e lagoas marginais e/ou entrada de sedimentos e	Alta	Negativo	Direta	Permanente	Irreversível	ADA (entre mina da Samarco e UHE Candonga)	Média	Alta

Impacto	Descrição	Ocorrência	Natureza	Origem	Duração	Reversibilidade	Extensão geográfica	Magni-tude	Impor-tância
contaminante s nesses ambientes	contaminantes nesses ambientes								
Aumento da turbidez	Aumento da turbidez provocada pelo carreamento e deposição de rejeitos	100%	Negativo	Direto	Temporária. Ciclos de ocorrência deste impacto acontecerão nos períodos chuvoso e com o manejo dos rejeitos.	Reversível	ADA (Todo o trecho de 670 km de rios, ambientes estuarinos e marinho, com destaque para a região entre a mina da Samarco e a UHE Risoleta Neves.)	Alta	Alta
Redução da concentração de Oxigênio Dissolvido e da temperatura média da água causada pela menor penetração de	Redução da concentração de OD e da temperatura da água provocada pelo aumento da turbidez e alta da concentração de sólidos em suspensão	100%	Negativo	Indireta	Temporário	Reversível	ADA (Todo o Trecho de 670 km de rio afetado).	Média (impacto observado somente após o evento)	Média

Impacto	Descrição	Ocorrência	Natureza	Origem	Duração	Reversibilidade	Extensão geográfica	Magnitude	Importância
liz na coluna de água									
Biodisponibilização de metais	Com o revolvimento do sedimento, metais traço que antes estavam inertes, se solubilizaram e se tornaram biodisponíveis para acumulação em tecidos de organismos aquáticos.	Alta	Negativo	Direta	Temporária	Irreversível	ADA (em proporções diferentes)	Média	Alta
Aumento na concentração de metais traço na água particularmente do As, Mn e Fe	Há necessidade de estudos ecotoxicológicos para verificar as características desse impacto.	Alta	Negativo	Direta	Temporária	Irreversível	ADA, incluindo ambientes estuarinos (em proporções diferentes)	Média	Alta
Alteração na composição física e química dos sedimentos	Alterações na estrutura física e química do substrato dos rios a partir da deposição e sedimentação dos rejeitos.	Alta	Negativo	Direta	Temporária enquanto não houver interrupção total do carreamento de rejeitos que ainda está ocorrendo	Irreversível	ADA	Alta	Alta

Impacto	Descrição	Ocorrência	Natureza	Origem	Duração	Reversibilidade	Extensão geográfica	Magnitude	Importância
Aumento da toxicidade a animais	Exposição de organismos aquáticos a substâncias tóxicas anteriormente não disponíveis. O revolvimento do sedimento provocado pela onda de lama e o aumento de aporte substância alóctones provocadas pela erosão e remoção da mata ciliar provocam este efeito.	Alta	Negativo	Indireta	Permanente	Irreversível	ADA	Alta	Alta
Mortalidade de peixes e outros organismos aquáticos	A força da onda de rejeitos e o aumento da turbidez (diminuição da concentração de OD) causaram uma grande mortalidade de organismos aquáticos após o evento.	100%	Negativo	Direta	Temporária	Irreversível	ADA (em proporções diferentes)	Alta	Alta
Fragmentação /destruição de habitats aquáticos	Alteração nas estruturas físicas e biológicas dos microhabitats de um curso hídrico. Estes servem como ambientes para reprodução, alimentação e refúgio dos organismos aquáticos.	100%	Negativo	Direta	Permanente	Irreversível	ADA	Alta	Alta

Impacto	Descrição	Ocorrência	Natureza	Origem	Duração	Reversibilidade	Extensão geográfica	Magnitude	Importância
Alteração das relações tróficas	Com a mortalidade de organismos aquáticos e com a destruição/ fragmentação de habitats as relações tróficas sofrem alteração significativas (produtividade e respiração da comunidade)	Alta	Negativo	Indireta	Temporário	Irreversível	ADA e AID	Alta	Alta
Alterações do fluxo gênico	A destruição/ fragmentação dos habitats aquáticos pode alterar o fluxo gênico entre as espécies de organismos aquáticos.	Média	Negativo	Indireta	Permanente	Irreversível	ADA e AID	Alta	Alta
Alteração na biodiversidade dos organismos aquáticos	Perda de espécies, com agravamento para espécies endêmicas e com especificidade de habitat, a partir da ação direta da onda de lama, e indireta quando da mudança das relações tróficas e perda de habitats	Alta	Negativo	Direta e indireta	Permanente	Irreversível	ADA e AID	Alta	Alta
Piora no estado de conservação de espécies	A alteração da riqueza, dominância e da biodiversidade, alterações nas relações	Alta	Negativo	Indireta	Permanente	Irreversível	ADA e AID	Alta	Alta

Impacto	Descrição	Ocorrência	Natureza	Origem	Duração	Reversibilidade	Extensão geográfica	Magnitude	Importância
ameaçadas de extinção e inclusão de novas espécies	tróficas e a destruição/ fragmentação dos habitats aquáticos pode provocar a piora no estado de conservação de espécies ameaçadas de extinção e inclusão de novas espécies								
Em construção/ discussão com a equipe RMPC e Ramboll...									

5.4.2- Ecossistemas Terrestres

6. Ações de gestão – Programas Ambientais

Descrever as ações de gestão necessárias para cada impacto avaliado.

Os programas em execução pela Renova irão compor a avaliação das ações e descrição das atividades.

Deve-se ressaltar os programas em execução e se não nenhuma ação ocorrendo também (Análise de Lacunas)

A classificação dos impactos remete a necessidade de ações de gestão. Impactos com ocorrência Certa e Alta exigem ações de mitigação ou compensação. Já impactos com probabilidade de ocorrência Média e Baixa exigem ações de monitoramento para evidenciar sua ocorrência ou não. E assim por diante...

É válido ser mais detalhista na formulação dos programas do que agrupar muitas ações em um mesmo programa. Por exemplo, mesmo que se tenha de monitorar organismos bentônicos e peixes em um mesmo local devido a um mesmo impacto, é válido incluir essas ações em programas diferentes.

Itemização de cada programa:

6.1- Nome do programa

6.2- Impactos relacionados

Descrever a quais impactos o programa se refere, serve de justificativa.

6.3- Parâmetros à serem monitorados (Indicadores)

Descrever quais os parâmetros que serão avaliados para se chegar aos objetivos propostos. Deve-se atentar ao fato que estes parâmetros irão ser parte do modelo de resiliência.

6.4 – Objetivos de médio e longo prazo

Descrever os objetivos mencionando que tipo de ação de gestão está sendo realizada, se de monitoramento, reparação, compensação, restauração, mitigação, diagnóstico.

Caso seja uma ação de monitoramento e diagnóstico, mencionar o uso dos dados para a tomada de decisão futura.

6.5- Proposta metodológica

6.5.1- Métodos

6.5.2- Detalhamento da malha amostral

6.5.3- Periodicidade amostral

7. Conclusão

Amarração final