



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama

Diretoria de Proteção Ambiental - DIPRO

Coordenação Geral de Emergências Ambientais – CGEMA

# **Laudo Técnico Preliminar**

**Impactos ambientais decorrentes do desastre  
envolvendo o rompimento da barragem de  
Fundão, em Mariana, Minas Gerais**

Novembro de 2015

# 1.INTRODUÇÃO

## 1.1. Apresentação

Este documento tem como objetivo apresentar laudo técnico preliminar sobre os impactos ambientais apurados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama até a presente data, no intuito de subsidiar a proposição de Ação Civil Pública (ACP) de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente em desfavor da empresa Samarco Mineração S.A (CNPJ 16.628.281/0003-23), em decorrência do rompimento de barragem do Fundão ocorrido em 05 de novembro de 2015.

Neste documento estão evidenciados os impactos agudos de contexto regional, entendidos como a destruição direta de ecossistemas, prejuízos à fauna, flora e socioeconômicos, que afetaram o equilíbrio da Bacia Hidrográfica do rio Doce, com destruturação da resiliência do sistema.

São fontes de informação deste laudo: formulários e relatórios elaborados pelo Ibama durante o acompanhamento do evento; documentos encaminhados pela empresa Samarco em resposta a notificações feitas pelo Ibama; formulários do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) do Ministério da Integração Nacional; informações obtidas nos estudos de impacto ambiental de empreendimentos licenciados pelo Ibama na região impactada; e pesquisa bibliográfica.

Este laudo subdivide os impactos em:

- Impactos às áreas de preservação permanente;
- Impactos à ictiofauna;
- Impactos à fauna;
- Impactos socioeconômicos;
- Impactos à qualidade da água.

## 1.2. O Desastre

De acordo com o Glossário da Defesa Civil Nacional, “desastre” significa: resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema, causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado (CASTRO, 1990 *in* TOMINAGA, SANTORO e AMARAL, 2009 – p. 14).

Os desastres classificam-se quanto à intensidade, evolução e origem. O desastre em análise, quanto à intensidade, classifica-se como Desastre de Nível IV, “**desastre de muito grande porte**”, conforme classificação da Defesa Civil. Os desastres desse último nível são caracterizados quando

os danos causados são muito importantes e os prejuízos muito vultosos e consideráveis. Nessas condições, esses desastres não são superáveis e suportáveis pelas comunidades, mesmo quando bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis, a menos que recebam ajuda de fora da área afetada, como foi o caso. Nessas condições, o restabelecimento da situação de normalidade depende da mobilização e da ação coordenada dos três níveis de governo (municipal, estadual e federal) e em alguns casos, até de ajuda internacional.

Quanto à evolução, o rompimento da barragem de Fundão classifica-se como súbito, ou seja, caracteriza-se pela subtaneidade, pela velocidade com que o processo evoluiu e pela violência dos eventos adversos causadores dos mesmos.

No dia 05/11/2015 ocorreu o rompimento da barragem de Fundão, pertencente ao complexo minerário de Germano, no município de Mariana/MG. A barragem continha 50 milhões de m<sup>3</sup> rejeitos de mineração de ferro. Trata-se de resíduo classificado como não perigoso e não inerte para ferro e manganês conforme NBR 10.004.

Trinta e quatro milhões de m<sup>3</sup> desses rejeitos foram lançados no meio ambiente, e 16 milhões restantes continuam sendo carreados, aos poucos, para jusante e em direção ao mar, já no estado do Espírito Santo. Portanto, pode-se dizer que o desastre continua em curso.

Inicialmente, esse rejeito atingiu a barragem de Santarém logo a jusante, causando seu galgamento e forçando a passagem de uma onda de lama por 55km no rio Gualaxo do Norte até desaguar no rio do Carmo. Neste, os rejeitos percorreram outros 22 km até seu encontro com o rio Doce. Através do curso deste, foram carreados até a foz no Oceano Atlântico, chegando no município de Linhares, no estado do Espírito Santo, em 21/11/2015, totalizando 663,2 km de corpos hídricos diretamente impactados.

O mapa abaixo indica o cronograma da passagem da lama e as localidades atingidas.

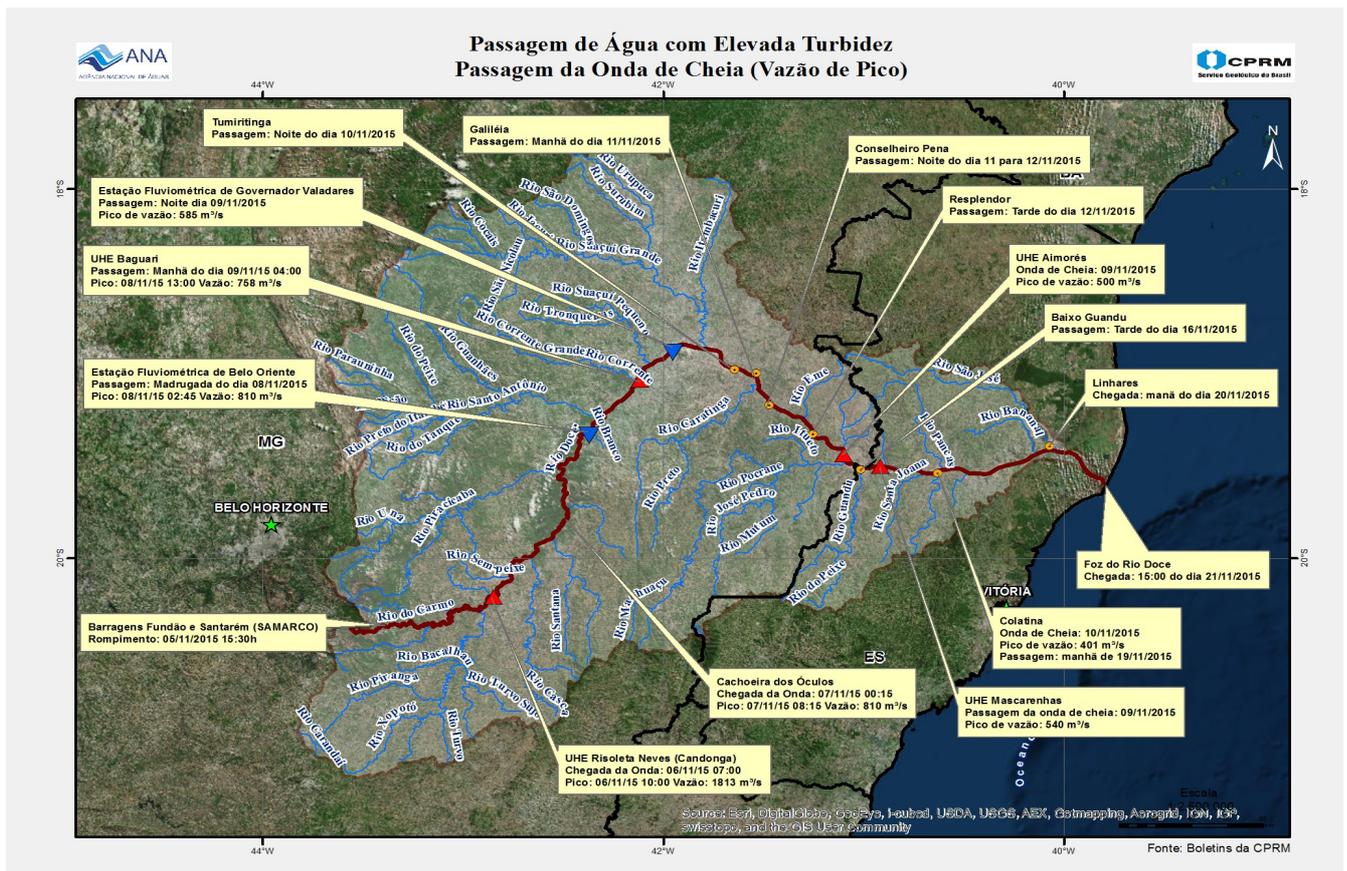


Figura 1: Mapa de passagem da lama. Fonte: CPRM.

O Ibama está acompanhando a evolução do desastre *in loco* desde o dia 06/11. Por todo o trajeto, comprovaram-se:

- mortes de trabalhadores da empresa e moradores das comunidades afetadas, sendo que algumas ainda restam desaparecidas;
- desalojamento de populações;
- devastação de localidades e a conseqüente desagregação dos vínculos sociais das comunidades;
- destruição de estruturas públicas e privadas (edificações, pontes, ruas etc.);
- destruição de áreas agrícolas e pastos, com perdas de receitas econômicas;
- interrupção da geração de energia elétrica pelas hidrelétricas atingidas (Candongá, Aimorés e Mascarenhas);
- destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa de Mata Atlântica;
- mortalidade de biodiversidade aquática e fauna terrestre;
- assoreamento de cursos d'água;
- interrupção do abastecimento de água;
- interrupção da pesca por tempo indeterminado;
- interrupção do turismo;

- perda e fragmentação de habitats;
- restrição ou enfraquecimento dos serviços ambientais dos ecossistemas;
- alteração dos padrões de qualidade da água doce, salobra e salgada;
- sensação de perigo e desamparo na população.

A figura abaixo mostra a disposição das barragens no complexo minerário de Germano em Mariana/ MG.



Figura 2: Complexo minerário de Germano. Foto Google Earth.

As fotos abaixo mostram a barragem de fundão após o rompimento. Ao fundo os diques de Sela, Selinha, Tulipa e a barragem de Germano, bem como a área próxima ao rompimento.



Figura 3: Barragem de Fundão após o rompimento. Foto: Ibama



*Figura 4: Área impactada imediatamente à jusante da barragem de Santarém. Barragem de Fundão após o rompimento. Foto: Ibama*

Por toda a extensão do Rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, observou-se a mudança do aspecto de todo o rio Doce, demonstrando os altos níveis de turbidez gerados pela onda de lama de rejeitos, conforme figura abaixo.



Figura 5: Rio Doce no município de Baixo Guandu/ES. Foto: Ibama

## 2. ANÁLISE

### 2.1. Impactos à vegetação natural e às áreas de preservação permanente (APP)

Segundo o Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012), consideram-se Área de Preservação Permanente - APP, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, ao longo de corpos d'água, em zonas rurais ou urbanas. São partes intocáveis da propriedade, onde não é permitida a exploração econômica direta.

É inegável a importância ecológica de florestas ao longo de cursos d'água, com reflexos tanto para a manutenção da biodiversidade local como para as comunidades que com ela interagem de forma social e econômica. As vegetações nessas áreas atenuam a erosão do solo, regularizam os fluxos hídricos e impedem o processo de assoreamento dos cursos da água, dentre outras funções vitais.

As APPs e as áreas de reserva legal têm um papel fundamental no ciclo da bacia hidrológica como um todo.

É crime ambiental destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção, de acordo com o art. 38 da Lei 9.605/98.



*Figura 6: Destruição de vegetação ciliar, incluindo áreas de preservação permanente. Foto: Ibama*

A bacia do rio Doce está inserida, em 98% da sua área, dentro do Bioma Brasileiro denominado Mata Atlântica, sendo o restante pertencente ao Bioma Cerrado (vide figura 7).

Os esforços para a conservação da Mata Atlântica enfrentam grandes desafios. O bioma apresenta altos índices de biodiversidade e de endemismo, mas encontra-se em situação crítica de alteração de seus ecossistemas naturais, pois seus domínios abrigam 70% da população brasileira, além das maiores cidades e os mais importantes pólos industriais do Brasil. O resultado dessa concentração antrópica pode ser evidenciado, por exemplo, pelo fato das formações naturais (mata, mangue, restinga, várzea, refúgio, campos de altitude, dunas) da Mata Atlântica estarem reduzidas, em 2014, a 15 % de sua cobertura original (19.676.120 ha) segundo os limites definidos pela Lei da Mata Atlântica (Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 2015) e figurar entre os 25 *hotspots* mundiais, as regiões mais ricas e ameaçadas do planeta (IGAM, 2010).

Conforme a Lei n. 11.428/2006, é vedado o corte e supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração no Bioma Mata Atlântica, quando a vegetação proteger mananciais, prevenir e controlar a erosão e quando tiver função de conectividade entre remanescentes florestais.

Da área da bacia do rio Doce localizada no Bioma Mata Atlântica, em 2104, 11,6% (9.831 km<sup>2</sup>) correspondiam a remanescentes florestais (Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 2015). Dessa maneira, e considerando o percentual de reserva legal de 20%, há um passivo de cobertura florestal da ordem de 760 mil hectares.



Figura 7: Biomias na bacia do rio Doce. Fonte: Igam

Segundo pesquisas realizadas pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, 95% das terras da bacia constituem pastos e capoeiras, demonstrando a predominância da atividade pecuária. As florestas plantadas, constituídas principalmente por espécies do gênero *Eucalyptus*, são expressivas no médio rio Doce. Quase todos os reflorestamentos pertencem a empresas siderúrgicas da região, e as produtoras de celulose. Os campos e áreas cultivadas apresentam-se em menores proporções.

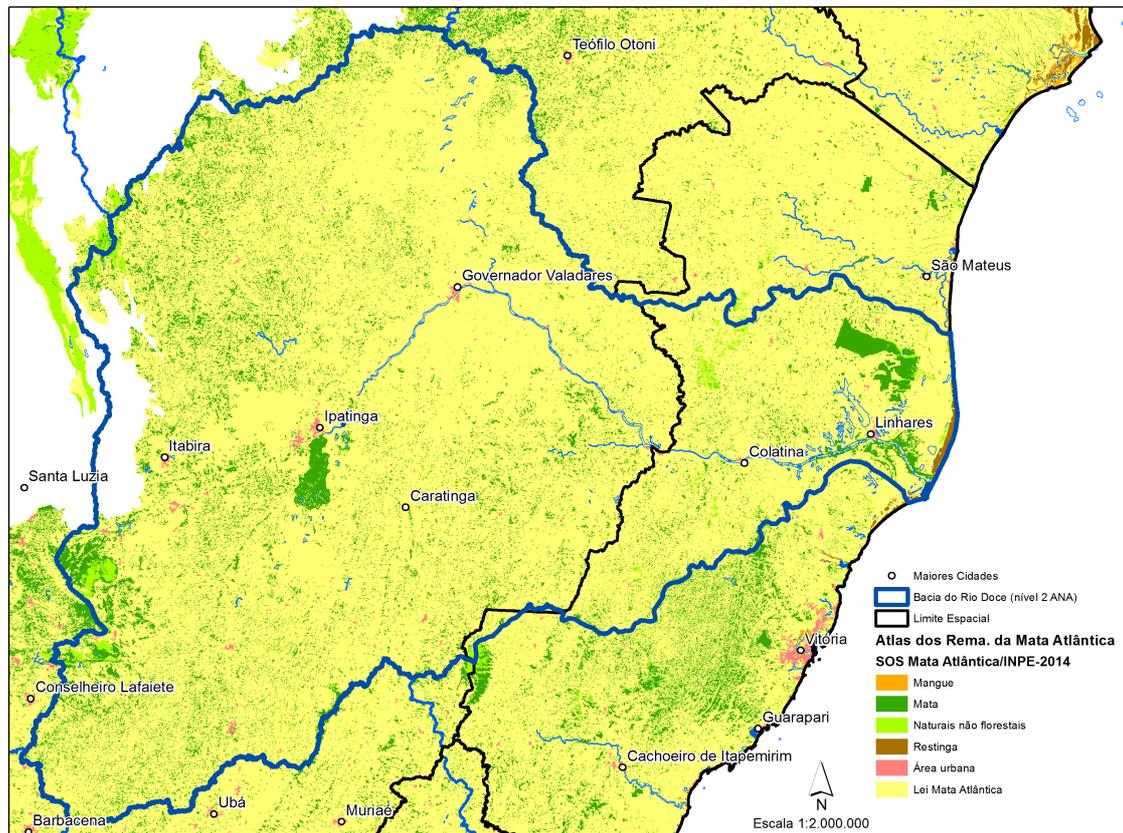


Figura 8: Remanescentes das formações naturais da bacia do Rio Doce. Fonte: SOS Mata Atlântica/INPE

A vegetação regional do trecho caracteriza-se dentro do domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica. Apesar de esta região encontrar-se dentro do mesmo domínio vegetacional, duas grandes fitofisionomias são evidenciadas: a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Ombrófila Densa. A Floresta Estacional Semidecidual se estende do município de Mariana, no estado de Minas Gerais, até o município de Cachoeiro do Itapemirim, no estado do Espírito Santo. A partir do município de Cachoeiro do Itapemirim, inicia o domínio da Floresta Ombrófila Densa, relatada como bastante fragmentada e em diversos estados de sucessão.

Conforme estudos que constam no processo de licenciamento ambiental do mineroduto Germano-Ponta Ubu, constam as seguintes espécies em listas oficiais de espécies ameaçadas: *Dalbergia nigra* (jacarandá-cabiúna), *Melanoxylon brauna* (braúna) e *Euterpe edulis* (palmito), todas na categoria vulnerável.

Conforme Nota Técnica elaborada pelo Centro de Sensoriamento Remoto do Ibama (anexa), 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.**

O desastre em análise causou a devastação de matas ciliares remanescentes (fragmentos/mosaicos),

já o aporte de sedimentos (lama de rejeito da exploração de minério de ferro) imediatamente soterrou os indivíduos de menor porte do sub-bosque e suprimiu indivíduos arbóreos.

Os rejeitos de mineração de ferro também têm potencial para afetar o solo ao longo do tempo por se tratarem de material inerte sem matéria orgânica, causando desestruturação química e afetando o pH do solo. Tal alteração dificultará a recuperação e o desenvolvimento de espécies que ali viviam, podendo modificar, a médio e longo prazos, a vegetação local, com o estabelecimento de ecossistemas diferentes dos originais.

Com o “arranque” de indivíduos arbóreos pela força da onda de lama de rejeitos e a sedimentação da lama sobre a serapilheira e seus bancos de sementes, as matas de galeria atingidas pelo desastre tiveram sua resiliência e processos de sucessão comprometidos.

No entanto, cada trecho atingido dependerá de sua capacidade de resiliência (capacidade que um ecossistema perturbado/degradado possui de retornar, naturalmente, às suas características originais, ou o mais próximo possível, sem intervenção humana). Certamente, trechos com baixa ou nenhuma capacidade de resiliência necessitarão de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, a serem executados a longo prazo. Em ambas as situações – PRADS x Regeneração Natural – o monitoramento ambiental deverá ser constante até a completa regeneração do ambiente.

Uma das primeiras tarefas é o mapeamento dos diferentes potenciais de resiliência dos 1.469 ha diretamente atingidos. Os fatores-chaves para esse mapeamento serão a espessura da cobertura de lama, a granulometria e o PH do material, além da possível concentração de materiais pesados. Essas variáveis vão definir diferentes soluções indo desde a remoção física do material para áreas com mais de 1 m de lama até diferentes modelos de bioremediação.

Em função dos impactos na calha principal do Rio Doce, parte dos esforços de recuperação da vegetação nativa em APPs e mananciais devem ser feitos nas cabeceiras de outras sub-bacias além da do rio Carmo, diretamente afetado.

O Programa de Disponibilidade de Água da Bacia do Rio Doce (PDA-Doce) formulado pelo Instituto BioAtlântica-(IBio), entidade delegatária com funções de agência de água da Bacia, identificou áreas prioritárias para recuperação das APPs das sub-bacias do Suaçui, Santo Antônio, Caratinga, Guandu, Manhuaçu, Piracicaba, Piranga, São José e Santa Maria do Rio Doce. Segundo comunicação pessoal de Fabio Pinheiro do IBio, as áreas prioritárias para recuperação de APPs dessas bacias priorizadas corresponderiam a 103.924 ha.

O Parque Estadual do Rio Doce tornou-se Sítio Ramsar em fevereiro de 2010, correspondendo à diretriz do governo brasileiro, cumprida desde sua adesão à Convenção de Ramsar, de indicar para a Lista deste tratado internacional somente Áreas Úmidas, assim favorecendo a adoção de medidas necessárias à implementação dos compromissos assumidos pelo país perante a Convenção. O

Parque Estadual do Rio Doce está localizado no sudoeste de Minas Gerais, a 248 km de Belo Horizonte, numa área metropolitana do Vale do Aço composta pelos municípios de Timóteo, Marliéria e Dionísio. Com área total de 35.976 hectares, e a 300 m de altitude, é a maior área contínua de Mata Atlântica preservada em Minas Gerais, formando com o Pantanal Matogrossense e o sistema Amazônico os três maiores sistemas de lagoas do país, com o mineiro recebendo a denominação de depressão interplanáltica do Rio Doce, constituída por cerca de 42 lagoas. A lama de rejeitos oriunda do acidente e em suspensão na calha principal do rio tem o potencial de extravasar e atingir esse sistema de lagoas e as florestas ciliares a esses corpos de água. Ações de restauração florestal, monitoramento e garantia das condições ambientais das lagoas são essenciais para a manutenção do Parque e suas atribuições de sitio global.



*Figura 9: Área de vegetação nativa devastada a 18 km da barragem.  
Fonte: Ibama*

## **2.2. Impactos à ictiofauna**

Uma consolidação sobre o conhecimento relativo à ictiofauna do rio Doce é apresentada por Vieira (2009/2010). Segundo o autor, “a maioria dos estudos disponíveis na literatura se concentrou no seu curso médio, principalmente no sistema de lagoas existente dentro do Parque Estadual do Rio Doce e entorno (SUNAGA & VERANI, 1991; VIEIRA, 1994; GODINHO, 1996), se estendendo ao seu maior afluente nessa região, o rio Piracicaba (BARBOSA et al., 1997). Entretanto, devido a uma série de estudos ambientais pode-se admitir que exista um conhecimento relativamente amplo sobre a composição das espécies de peixes da bacia. As informações geradas nesses estudos, aliadas àquelas da literatura, foram primordiais para uma estimativa inicial do número de espécies de

peixes nativos (64 sp.) que existe na porção mineira da bacia do rio Doce e fundamentaram a seleção de áreas prioritárias para conservação da ictiofauna (DRUMMOND et al., 2005). Considerando que o baixo rio Doce foi ainda pouco estudado quanto à composição da sua ictiofauna, aliado a recentes descrições de novas espécies (PEREIRA et al., 2007; OTTONI & COSTA, 2008) e existência de várias ainda por serem descritas (obs. pes.), pode-se inferir que o número total na bacia deverá suplantar 80 espécies nativas”. Dentre elas, 11 são classificadas como ameaçadas de extinção, com base na Portaria MMA 445/2015. Ainda, 12 são endêmicas ao rio Doce, isto é, ocorrem exclusivamente naquele corpo hídrico (Vieira, 2009/2010).

Tabela – Espécies ameaçadas da bacia hidrográfica do Rio Doce

Espécie	Categoria
<i>Brycon devillei</i> (Castelnau 1855)	EN
<i>Hemichilus wheatlandii</i> Garman 1890	CR
<i>Hypomasticus thayeri</i> (Borodin 1929)	EN
<i>Microlepidogaster perforatus</i> Eigenmann & Eigenmann 1889	CR
<i>Pareiorhaphis mutuca</i> (Oliveira & Oyakawa 1999)	EN
<i>Pareiorhaphis nasuta</i> Pereira, Vieira & Reis 2007	CR
<i>Pareiorhaphis scutula</i> Pereira, Vieira & Reis 2010	EN
<i>Prochilodus vimbooides</i> Kner 1859	VU
<i>Rachoviscus graciliceps</i> Weitzman & Cruz 1981	EN
<i>Steindachneridion doceanum</i> (Eigenmann & Eigenmann 1889)	CR
<i>Xenurolebias izecksohni</i> (Da Cruz 1983)	EN

CR-criticamente em perigo, EN-em perigo, VU-vulnerável

Tabela : lista de espécies endêmicas à bacia do rio Doce (Vieira, 2009/2010)

<i>Deuterodon pedri</i>
<i>Hemichilus wheatlandii</i>
<i>Oligosarcus solitarius</i>
<i>Phalloceros elachistos</i>
<i>Simpsonichthys izecksohni</i>
<i>Australoheros ipatinguensis</i>
<i>Potamarius grandoculis</i>
<i>Delturus carinotus</i>
<i>Pareiorhaphis nasuta</i>
<i>Parotocinclus doceanus</i>
<i>Parotocinclus planicauda</i>
<i>Steindachneridion doceanum</i>

A informação inicial para avaliar o dano à biodiversidade aquática do rio Doce é a extensão do corpo d'água atingido pelo rejeito oriundo da barragem de Fundão, o que corresponde a mais de 600km de corpos d'água.

Conforme Nota Técnica 24/2015/CEPTA/DIBIO/ICMBIO, as consequências ambientais relacionadas ao impacto sobre os peixes são:

- Fragmentação e destruição de habitats;
- Contaminação da água com lama de rejeitos;
- Assoreamento do leito dos rios;
- Soterramento das lagoas e nascentes adjacentes ao leito dos rios;
- Destruição da vegetação ripária e aquática;
- Interrupção da conexão com tributários e lagoas marginais;
- Alteração do fluxo hídrico;
- Impacto sobre estuários e manguezais na foz do Rio Doce;
- Destruição de áreas de reprodução de peixes;
- Destruição das áreas “berçários” de reposição da ictiofauna (áreas de alimentação de larvas e juvenis);
- Alteração e empobrecimento da cadeia trófica em toda a extensão do dano;
- Interrupção do fluxo gênico de espécies entre corpos d’água;
- Perda de espécies com especificidade de habitat (corredeiras, locas, poços, remansos, etc)
- Mortandade de espécimes em toda a cadeia trófica;
- Piora no estado de conservação de espécies já listadas como ameaçadas e ingresso de novas espécies no rol de ameaçadas;
- Comprometimento da estrutura e função dos ecossistemas;
- Comprometimento do estoque pesqueiro.

O mesmo documento descreve ainda que devido à magnitude do impacto é consenso que toda a ictiofauna que habita aos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce tenha sido afetada drasticamente pelo desastre, inclusive devido à desestruturação da cadeia trófica.

Os efeitos sobre a biodiversidade aquática podem variar conforme o nível trófico e fisiologia dos organismos. Em relação aos organismos aquáticos produtores, a saber, fitoplâncton, perifíton, e macrófitas aquáticas submersas, o aumento da turbidez impede a entrada de luz solar na água, o que inviabiliza a fotossíntese. As consequências à comunidade aquática dependem da permanência dos sedimentos no ambiente, da resiliência dos produtores primários afetados e da importância dessa produção endógena na cadeia trófica aquática como um todo.

Em relação aos organismos aquáticos consumidores, a quantidade de sólidos em suspensão no corpo d’água provoca o colapso das brânquias, levando-os à morte por asfixia. Nesse grupo

incluem os peixes, macroinvertebrados aquáticos e espécies do zooplâncton. Deve-se considerar ainda que muitos organismos foram simplesmente soterrados, em virtude da descarga sólida e da densidade do rejeito.

A matéria orgânica alóctone, isto é, aquela proveniente das adjacências do corpo d'água (principalmente folhas), é processada no fundo, via cadeia de detritos (decompositores, detritívoros e consumidores de fungos e bactérias). Isso representa importante fonte energética para teias tróficas aquáticas, que também foi comprometida pelo soterramento.

Dessa forma, evidencia-se que a mortalidade instantânea é apenas um dos impactos aos organismos aquáticos causados pelo desastre. Muito mais do que os organismos em si, os processos ecológicos responsáveis por produzir e sustentar a riqueza e diversidade do rio Doce foram afetados.

A equipe do CEPTA chegou ao rio Doce no dia 17 de novembro e desde então desenvolve suas atividades de monitoramento, proteção e resgate de ictiofauna no trecho que se estende de Aimorés/MG a à localidade de Regência/ES.

Os principais impactos observados foram a mortandade de peixes e crustáceos e alteração físico-químicas na água.

A empresa Bioma foi contratada pela Samarco para coletar as carcaças de organismos aquáticos mortos, dentre outros objetivos. Conforme relatório de atividades referente ao período de 16 a 23 de novembro de 2015, foi vistoriado o trecho entre Baixo Guandu e Linhares, correspondente a cerca de 150 km do trecho baixo do rio. O esforço de coleta consistiu em 6 pessoas entre 16 e 18/11, depois ampliado para 13 pessoas entre os dias 19 e 23/11, percorrendo o rio ao longo do dia. Foram contabilizados 7.410 peixes (fotos 1 e 2) de 21 espécies, sendo que a maior quantidade foi observada no lago da Usina de Mascarenhas (3 a 5). As espécies predominantes são *Prochilodus* sp. (curimatás), *Pimelodus* sp. (mandis) e *Cichla* (tucunaré). Em menor quantidade foram encontrados *Salminus brasiliensis* (dourado), *Hoplias* sp. (traira), *Tilapia rendalli* (tilápia), *Oreochromis niloticus*, *Hypostomus* sp. (cascudo), *Pygocentrus nattereri* (piranha), *Acestrorhynchus* sp. (peixe cachorro), *Metynnis* sp. (pacu CD) e *Astyanax* sp. (lambari). Além disso, foi informado pela empresa que muitos peixes de pequeno porte foram retirados da água em estado avançado de decomposição não sendo possível identificá-los. Deve-se ressaltar que a maioria das espécies de peixes do rio Doce é de pequeno porte (Vieira, 2009/2010). Sua ausência pode significar, como a empresa relatou, que se decompõem rápido, ou talvez não flutuem. Isso denota que apenas contar peixes mortos na superfície não é suficiente para estimar a mortalidade total dos organismos aquáticos ao longo trecho afetado ou, ainda, valorar aspectos intangíveis a que se referem essas perdas. O mesmo se aplica aos organismos bentônicos, zoo e fitoplâncton e todos aqueles soterrados na lama.

O predomínio de biomassa de espécies exóticas e alóctones reflete a composição da ictiofauna do rio Doce e não que as espécies nativas não tenha sido afetadas. Além disso, espécies como o curimatá, mandi, tucunaré, tilápia, carpa e dourado apesar de serem introduzidas, possuem importância na geração de renda ligada à pesca de subsistência e a pesca amadora.

Ressalte-se que os indivíduos de curimatás mortos foram identificados apenas até o nível de gênero – *Prochilodus*, para o qual há duas espécies descritas no rio Doce, sendo uma delas, *P. vimboides*, ameaçada.

O dano provocado pela lama de rejeitos no ecossistema pode ser ainda maior considerando que os peixes e crustáceos encontram-se no período de reprodução, como foi constatado nas necropsias realizadas em espécimes coletados moribundos no rio Doce. Esse fato encontra-se amparado no ordenamento pesqueiro do rio Doce, que estabelece o período de proibição à pesca entre 01 de novembro de 2015 a 28 de fevereiro de 2016 (Instrução Normativa Ibama nº 195/2008), em virtude da reprodução dos peixes.

Nos espécimes analisados de *Prochilodus* sp., por exemplo, todos estavam prontos para a desova, sendo que os ovários representavam cerca de 10% de peso dos animais. As fêmeas tinham em média 800g de ovas, o que corresponde a 640.000 ovócitos. Considerando que a taxa de sobrevivência é de 0,003%, cada fêmea morta poderia ter produzido por desova 19 indivíduos aptos para se reproduzir após três anos. Fêmeas de camarões de água doce também foram observadas ovadas.

Além da mortalidade visível de peixes e crustáceos, as alterações físico-químicas provocadas pela lama também impactou toda a cadeia trófica, que envolve desde a comunidade planctônica, invertebrados aquáticos, peixes, anfíbios, répteis e mamíferos que dependem direta e indiretamente das águas do rio Doce. Essas alterações poderão até provocar um aumento no grau de ameaça de extinção das espécies constantes na portaria MMA 455/2014, bem como tornar ameaçadas espécies antes abundantes.

A Nota Técnica 24/2015/CEPTA/DIBIO/ICMBIO ressalta ainda que a causa dos danos não cessou, pois o desastre está em curso e ainda há lama vazando da barragem que rompeu no município de Mariana, percorrendo todo o sistema afetado. Assim, enquanto não houver estabilização não será possível mensurar o dano total e os comprometimentos ocorridos à ictiofauna.

Por isso, entende-se que mais importante que saber o que de fato morreu pela onda de lama, é averiguar o que ainda resta nas áreas afetadas e que efetivamente poderá contribuir para a sua recuperação.

A melhor aproximação do real dano sofrido pela comunidade aquática do rio Doce apenas será obtida a partir da comparação de parâmetros da ecologia de populações e comunidades

determinados em estudos ambientais feitos antes e imediatamente após o desastre.

Deve ser obrigação da empresa realizar tais estudos, de maneira a contemplar toda área atingida, seguindo metodologia padronizada, resguardando as especificidades de cada ambiente a fim de gerar dados com alta confiabilidade. Aliado a isso, um plano de manejo com vista a restaurar não apenas a biodiversidade aquática, mas também os processos ecológicos responsáveis por suportá-la. Sem deixar de considerar que a bacia do rio Doce já sofria diversas fontes de degradação ambiental antes do desastre (IGAM, 2010), o que diminui sua resiliência.

## **2.3 Impactos à fauna**

Trata-se da avaliação de informações disponíveis na literatura, assim como aquelas levantadas em estudos de impacto ambiental de projetos licenciados pelo Ibama na área atingida pelo rompimento da barragem de rejeitos do Fundão, de responsabilidade da Samarco.

Para tanto, avaliar-se-á os estudos do mineroduto Germano-Ponta Ubu. A Samarco já opera dois minerodutos na região, sendo o terceiro instalado paralelamente aos dois minerodutos já existentes. Inicia no município de Mariana/MG, e atravessa 399 km até a chegada no terminal de Ponta Ubu/ES, percorrendo 24 municípios

### ***Mineroduto (Bento Rodrigues/MG a Anchieta/ES)***

Área de Estudo Regional – AER: Bacia do rio Doce e bacia do Atlântico Leste.

Área de Estudo do Entorno – AII: Faixa de 4 km no entorno do traçado, 2 km para cada lado

Área de Estudo Local – AID: representa a abrangência de forma geral para levantamento dos dados primários, faixa de 200 m (para meio físico) e 300 m (para meio biótico) no entorno do traçado.

Área Diretamente Afetada – ADA: representada pela abrangência da faixa de servidão, com largura delimitada em 35 m.

### **2.3.1. Herpetofauna**

As campanhas de herpetofauna registraram um total de 28 espécies de anfíbios anuros, pertencentes a sete famílias. Para a classe Reptilia, foram registradas duas espécies de lagartos, uma espécie de serpente e uma espécie de quelônio aquático. Não houve registro de espécies ameaçadas.

### **2.3.2. Avifauna**

Foram encontradas um total de 112 espécies ao longo do mineroduto. A título de exercício, segundo Vasconcelos & Melo-Junior (2001, *apud* EIA Linha 03 mineroduto Germano-Ubu, p. 324) a cerca de 15 km da unidade de Germano, foram registradas 234 espécies. Em diversos estudos na Mata Atlântica citados no mesmo EIA, encontram-se 160 espécies (Guarapari, próximo da Ponta do

Ubu), e 248 espécies (na região de Santa Teresa, ES).

Tabela. Relação das espécies constantes no EIA.

Tinamidae (1) <i>Crypturellus obsoletus</i>	inhambú-guaçu
Ardeidae (5) <i>Casmerodius albus</i> <i>Egretta thula</i> <i>Bubulcus ibis</i> <i>Butorides striatus</i> <i>Tigrisoma lineatum</i>	Garça-branca-grande Garça-branca-pequena Garça-vaqueira Socozinho Socó-boi
Cathartidae (1) <i>Cragyps atratus</i>	Urubu-comum
Anatidae (1) <i>Amazonetta brasiliensis</i>	Marreca asa-branca
Accipitridae (2) <i>Rupornis magnirostris</i> <i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-carijó Gavião-caboclo
Falconidae (3) <i>Milvago chimachima</i> <i>Polyborus plancus</i> <i>Falco sparverius</i>	Gavião-carrapateiro Caracará Quiri-quiri
Cracidae (1) <i>Penelope supercilimaris</i>	Jacupemba
Rallidae (2) <i>Rallus nigricans</i> <i>Aramides saracura</i>	Saracura-preta Saracura
Cariamidae (1) <i>Cariama cristata</i>	Seriema
Jacanidae (1) <i>Jacana jacana</i>	Jaçanã
Charadriidae (1) <i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero
Columbidae(5) <i>Columba picazuro</i> <i>Columba plumbea</i> <i>Columbina talpacoti</i> <i>Scardafella squamata</i> <i>Leptotila rufaxilla</i>	Pomba asa-branca Pomba-amargosa Rolinha-caldo-feijão Fogo-apagou Juriti-gemeadeira
Psittacidae(5) <i>Propyrrhura maracana</i>	Maracanã

<i>Aratinga leucophthalmus</i>	Maritaca
<i>Forpus xanthopterygius</i>	Tuim
<i>Pionus maximiliani</i>	Maitaca-verde
<i>Amazona</i> sp	Papagaio
Cuculidae (4)	
<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato
<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto
<i>Guira guira</i>	Anu-branco
<i>Tapera naevia</i>	Saci, sem-fim
Strigidae (1)	
<i>Speotyto cunicularia</i>	Coruja-buraqueira
Caprimulgidae (1)	
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Curiango
Trochilidae (4)	
<i>Phaethornis pretrei</i>	Beija-flor-rabo-branco
<i>Eupetomena macroura</i>	Beija-flor-rabo-tesoura
<i>Colibri senirostris</i>	Beija-flor-de-canto
<i>Amazilia lactea</i>	Beija-flor-peito-azul
Trogonidae (1)	
<i>Trogon sucurrura</i>	Surucua
Alcedinidae (2)	
<i>Ceryle torquata</i>	Martim-pescador-grande
<i>Chloroceryle amazona</i>	Martim-pescador-verde
Bucconidae (1)	
<i>Nystalus chacuru</i>	joão-bobo
Picidae (5)	
<i>Picumnus cirratus</i>	Pica-pau-anão
<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo
<i>Colaptes melanochloros</i>	Pica-pau-verde
<i>Dryocopus lineatus</i>	Pica-pau-banda-branca
<i>Melanerpes candidus</i>	Pica-pau-branco
Formicariidae (2)	
<i>Thamnophilus punctatus</i>	Choca-da-mata
<i>Pyriglena leucoptera</i>	Papa-taoca
Furnariidae (6)	
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro
<i>Furnarius leucopus</i>	Amassa-barro
<i>Synallaxis spixii</i>	João-tenenem
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	Pichororé
<i>Phacellodomus rufifrons</i>	João-graveto

<i>Lochmias nematura</i>	Capitão-da-porcaria
Tyrannidae (20)	
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha
<i>Elaenia flavogaster</i>	Guaracava
<i>Todirostrum poliocephalum</i>	Teque-teque
<i>Todirostrum plumbeiceps</i>	Tororó
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Bico-chato
<i>Myiophobus fasciatus</i>	Felipe
<i>Contopus cinereus</i>	Papa-mosca-cinza
<i>Knipolegus lophotes</i>	Maria-preta
<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira
<i>Arundinicola leucocephala</i>	Viuvinha
<i>Gubernetes yetapa</i>	Tesoura-do-brejo
<i>Machetomis rixosus</i>	Suiriri-cavaleiro
<i>Myiarchus ferox</i>	Maria-cavaleira
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi
<i>Megarynchus pitangua</i>	Bem-te-vi-bico-chato
<i>Myiozetetes similis</i>	Bem-te-vizinho
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri
<i>Tyrannus savana</i>	Tespurinha
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Caneleiro-preto
Pipridae (1)	
<i>Chiroxiphia caudata</i>	Tangará-dançador
Hirundinidae (3)	
<i>Phaeoprogne tapera</i>	Andorinha-do-campo
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha-de-casa
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serradora
Troglodytidae (2)	
<i>Thryothorus genibarbis</i>	Garrinchão
<i>Troglodytes aedon</i>	Cambaxirra
Muscicapidae (3)	
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira
<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-barranqueiro
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca
Mimidae (1)	
<i>Mimus saturninus</i>	Arrebita-rabo
Vireonidae (3)	
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Pitiguari
<i>Vireo chivi</i>	Juruviara

<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	Verdinho-coroado
Emberizidae (23)	
<i>Geothlyps aequinoctialis</i>	Pia-cobra
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula
<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica
<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tiê-preto
<i>Piranga flava</i>	Sanhaço-de-fogo
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinza
<i>Euphonia chlorotica</i>	Vivi, gaturamo
<i>Tangara cayana</i>	Sanhaço-cara-suja
<i>Tangara cyanoventris</i>	Saía-douradinha
<i>Dacnis cayana</i>	Sai-azul
<i>Tersina viridis</i>	Sai-andorinha
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico
<i>Ammodramus humeralis</i>	Tico-tico-do-campo
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra
<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu
<i>Sporophila nigricollis</i>	Coleiro
<i>Sporophila caelurescens</i>	Coleirinha
<i>Coryphospingus pileatus</i>	Tico-tico-rei
<i>Saltator similis</i>	Trinca-ferro
<i>Cacicus haemorrhous</i>	Guaxe
<i>Agelaius ruficapillus</i>	Doremí
<i>Gnorimopsar chopi</i>	Pássaro-preto
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chopim, goderó
Passeridae (1)	
<i>Passer domesticus</i>	Pardal

Não foram registradas espécies da avifauna constantes em listas de espécies ameaçadas. De espécies endêmicas, somente *Todirostrum poliocephalum* (Teque-teque) e *Tangara cyanoventris* (Saía-douradinha) foram registradas – ambas são consideradas comuns, encontradas em florestas e capoeiras.

### 2.3.3.Mastofauna

Foram registrados 35 mamíferos terrestres de pequeno, médio e grande porte ao longo do traçado do terceiro mineroduto.

Tabela . Lista de espécies identificadas no estudo.

Ordem Didephimorphia
----------------------

Família Didelphidae	
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá
<i>Didelphis aurita</i>	Gambá
<i>Graciliannus agilis</i>	Catita
<i>Graciliannus microtarsus</i>	Catita
Ordem Pilosa	
Família Mirmecophagidae	
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim
Ordem Cingulata	
Família Dasypodidae	
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha
<i>Dasypus septemcinctus</i>	Tatu-peba
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-testa
<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu-rabo-mole
Ordem Primates	
Família Cebidae	
<i>Callithrix penicillata</i>	Mico-estrela
<i>Callithrix geoffroyi</i>	Sagüi
Família Pitheciidae	
<i>Callicebus personatus</i>	Sauá
<i>Callicebus nigrifrons</i>	Sauá
Ordem Carnivora	
Família Canidae	
<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará
Família Procyonidae	
<i>Nasua nasua</i>	Quati
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão pelada
Família Mephetidae	
<i>Conepatus semistriatus</i>	Jaratataca
Família Mustelidae	
<i>Eira barbara</i>	Irara
<i>Galictis vitatta</i>	Furão
<i>Lontra longicaulis</i>	Lontra
Família Felidae	
<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato-mourisco
<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguatirica
Ordem Artiodactyla	
Família Cervidae	
<i>Mazama americana</i>	Veado-mateiro
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-catingueiro

Ordem Rodentia	
Família Sciuridae	
<i>Sciurus aestuans</i>	Caxinguelê
Família Cricetidae	
<i>Akodon cursor</i>	Rato-de-chão
<i>Rhipidomys mastacalis</i>	Rato-da-árvore
Família Erethizontidae	
<i>Coendou prehensilis</i>	Ouriço-cacheiro
<i>Sphiggurus villosus</i>	Ouriço-cacheiro
Família Caviidae	
<i>Cavia porcellus</i>	Preá
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara
Família Cuniculidae	
<i>Cuniculus paca</i>	Paca
Família Dasyproctidae	
<i>Dasyprocta leporina</i>	Cutia
Ordem Lagomorpha	
Família Leporidae	
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapeti

Oitenta por cento dos registros acima possui distribuição geográfica em mais de dois biomas, e 34% em todo o território nacional. Foi encontrado vestígio em campo de 50% destas espécies, sendo 88% citada em entrevistas com o a população local.

#### 2.3.4 Síntese dos impactos à fauna

O estudo analisado, pertencente ao processo de licenciamento ambiental do mineroduto Germano – Ponta Ubu, não é uma amostragem fidedigna da biota local, por se tratar de uma ampliação de uma estrutura pré-existente, retratando a região de inserção do mineroduto como uma região essencialmente alterada pelo uso antrópico do solo. No entanto, definitivamente houve impacto sobre as espécies nativas da fauna. A essência do impacto se define pela capacidade de locomoção destes e sua capacidade de adaptação a ambientes adjacentes.

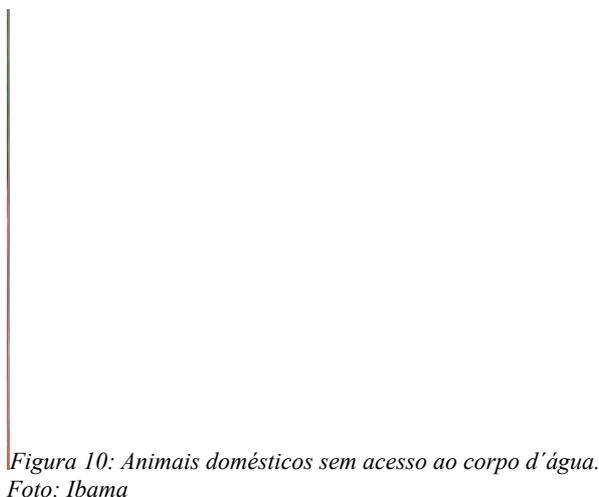
Sem dúvida houve impacto sobre as populações locais da herpetofauna. As populações locais da avifauna, em virtude de sua agilidade de deslocamento, podem ser as menos impactadas – caso ocorram ambientes necessários para seu restabelecimento. Novamente, os dados são insuficientes para verificar a ocorrência de endemismos – somente duas espécies endêmicas de aves foram encontradas, porém, por serem generalistas, o impacto sobre estas pode ter sido reduzido.

Acerca dos mamíferos, provavelmente as populações de animais fossoriais e de porte reduzido

foram dizimadas naqueles locais onde as margens foram tomadas pela onda de lama.

Finalmente, cabe a ressalva que não se trata tão somente de “trazer fauna” de locais adjacentes ou até outros locais representativos para restabelecimento – o nível de impacto foi tão profundo e perverso ao longo de diversos estratos ecológicos, que é impossível estimar um prazo de retorno da fauna ao local, visando o reequilíbrio das espécies na bacia do rio Doce. Para tanto, é necessária a recuperação de outras condições ambientais, como condições de solo, e a restauração dos ambientes vegetais representativos da mata local ou, mesmo, levar em conta outras variáveis, como aspectos sanitários, que podem interferir, em função do seu potencial de impacto, na restauração ambiental do rio e áreas adjacente, quer ao longo do tempo quer influenciando as medidas de facilitação para que a natureza retorne ao seu estado próximo ao original.

Cabe ressaltar que os impactos aqui descritos não esgotam todas as possibilidades de danos à fauna na região. Como exemplo, registra-se que as equipes do Ibama em campo observaram animais, domésticos ou silvestres, que não conseguiam acessar o curso d'água para dessedentação, devido à grande quantidade de rejeitos depositadas nas margens. Nesse sentido, além do impacto imediato às espécies que se encontravam no local é possível inferir há impactos adicionais ainda não mensurados.



*Figura 10: Animais domésticos sem acesso ao corpo d'água.  
Foto: Ibama*

## **2.4. Impactos socioeconômicos**

No percurso entre a barragem de rejeitos em Mariana e a Foz do Rio Doce, a lama atingiu diversas comunidades. No trecho compreendido entre a barragem e a foz do rio do Carmo (77 km), a lama extravasou o leito do rio, causando a destruição de edificações, pontes, vias e demais equipamentos urbanos.

Os danos causados pela onda de lama de rejeitos foram degressivos, ou seja, quanto mais próximos

a barragem maior foi o dano e, por conseguinte, suas consequências. Em um primeiro momento o Distrito de Bento Rodrigues foi dizimado. Seguindo o curso do rio, a força da lama foi diminuindo seu poder de destruição impactando os Rios Gualaxo do Norte, Carmo e Rio Doce.

Portanto, pode-se dizer que todos os municípios banhados pelos rios supracitados foram afetados, porém em intensidades diferentes.

O impacto comum a todas as localidades refere-se à impossibilidade de uso da água para abastecimento rural e urbano, sendo que os municípios que são dotados de fontes de captação alternativas foram menos afetados.

Em vinte dias após o evento ainda registram-se locais com abastecimento interrompido, conforme quadro abaixo. Neste quadro, também estão anotados os períodos em que cada localidade ficou sem abastecimento convencional de água.

Estado	Cidade	Estações operando	Estações em teste	Estação parada	Previsão de normalização	Observação	
Minas Gerais	Belo Oriente (Cachoeiro Escuro)		X			Dosagem adequada de cloreto férrico. Aguardando receber bombas para dosar soda e polifosfato.	
	Periquito (Pedra Corrida)		X		25/11/2015	Recebido o laudo da Copasa e será necessário apenas o ajuste de Mn	
	Alpercatas	X				Em operação	
	Governador Valadares	X				Em operação	
	Galileia		X			Coletada amostra com alimentação via poços	
	Tumiritinga				X	27/11/2015	Abastecimento via poço. Água necessitando de abrandamento. A Copasa não quer entrar com tratamento do Rio Doce neste momento.
	Resplendor				X	27/11/2015	Testes de ETA's proibidos por liminar. Adutora fornecendo 8L/s, Poço 11L/s e Pipas 10L/s.
	Itueta				X	27/11/2015	Testes de ETA's proibidos por liminar.
	Aimorés	X					ETA 1 – Tratando 53L/s do Rio Manhuaçu. ETA 2 Parada finalizando obra na filtragem com déficit de 9L/s
Espírito Santo	Baixo Guando	X				Adutora do Rio Guandú concluída	
	Colatina	X				Retornando hoje o tratamento de água	

Figura 11: Situação do abastecimento de água em 25/11/2015. Fonte: Posto de Comando em Mariana/MG

A Nota Técnica 02001.002155/2015-91 CSR/IBAMA (anexa), aponta o uso do solo na área afetada. Com relação ao impacto às habitações, extrai-se: “Das 251 edificações mapeadas em Bento Rodrigues, 207 apresentaram sobreposição com o polígono da área atingida, ou seja 82% das edificações atingidas. Das 87 edificações mapeadas em Camargos, 10 apresentaram sobreposição com o polígono da área atingida, ou seja 11% das edificações atingidas. O Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA convalida esse mapeamento e informa que ainda não foram mapeadas as edificações nos demais trechos, como Paracatu de Baixo, Gesteira e Barra Longa.”

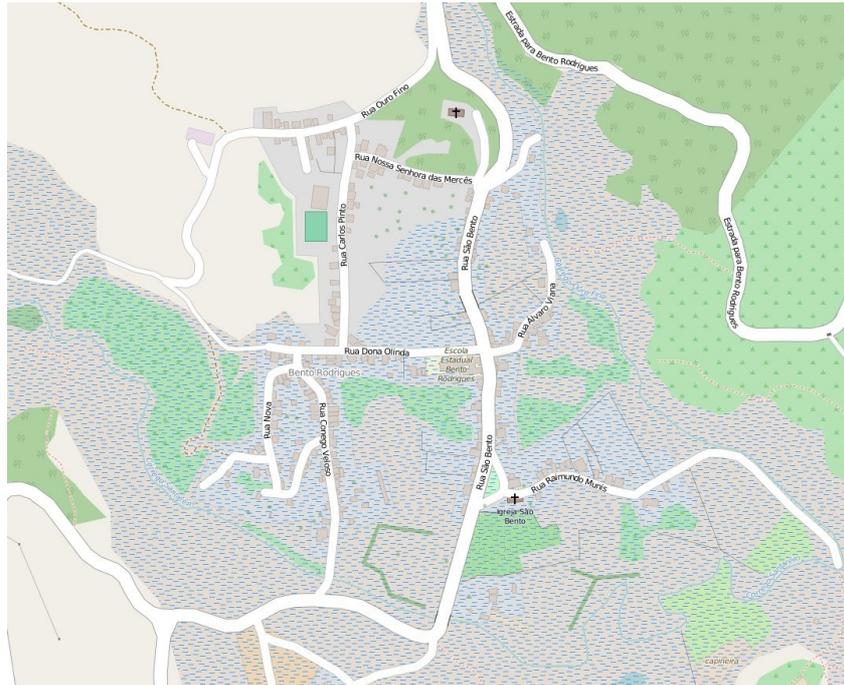


Figura 12: Mapa do Open Street Map que localiza as edificações em Bento Rodrigues.  
Fonte: OSM

A foto abaixo mostra o distrito de Bento Rodrigues após o desastre.



Figura 13: Distrito de Bento Rodrigues. Foto: Ibama

A seguir tem-se fotos de Barra Longa, distante 70 km do local do rompimento da barragem.



*Figura 14: Barra Longa. Foto: Ibama*



*Figura 15: Vista aérea de Barra Longa. Foto: Ibama*

Na foto acima, em sua porção inferior direita, destaca-se que houve um refluxo de lama rio acima, por um trecho de 7km no rio Piranga após a lama ter percorrido cerca de 70 km. Essa situação demonstra a força com que a lama percorreu os cursos d'água, destruindo edificações e estruturas de uso público e privado.

A identificação dos danos socioeconômicos foi realizada com base nos documentos do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID, do Ministério da Integração Nacional. Integram esses documentos o “Formulário de Informações sobre Desastres – FIDE”, “Declaração Municipal de Atuação Emergencial – DMAE”, Decretos municipais que declaram situação de emergência,

dentre outros.

Em diversos municípios situados ao longo do Rio Doce e seus tributários foi decretada situação de emergência. Até o momento, apenas o município de Mariana teve a situação de emergência reconhecida pelo governo federal, os outros casos estão em análise.

Todos os municípios usuários dos rios afetados foram prejudicados no abastecimento de água para o consumo humano e a dessedentação de animais, irrigação da lavoura, entre outros.

Os formulários do S2ID pesquisados apontam prejuízos aos serviços públicos em:

<b>Assist. médica, saúde pública e atend. emergências médicas.</b>
<b>Abastecimento de água potável</b>
<b>Esgotos de águas pluviais e sist. esgotos sanitários</b>
<b>Limpeza urbana/ recolhimento/ destinação do lixo</b>
<b>Desinfecção habitat/controla pragas e vetores</b>
<b>Geração/distribuição energia elétrica</b>
<b>telecomunicações</b>
<b>Transporte locais, regionais e de longo curso</b>
<b>Distribuição de combustíveis, especialmente os de uso doméstico</b>
<b>Segurança pública</b>
<b>Ensino</b>

As principais culturas agrícolas na região capixaba do rio Doce são milho, café, feijão, côco e cana-de-açúcar. Quanto à agropecuária, destaca-se a predominância da bovinocultura, seguida pela avinocultura.

Destituídas de suas formas de subsistência de produção rural pela destruição de lavouras e pastos, ou da prestação de serviços relativos ao turismo à região, as populações restaram sem alternativa para seu próprio sustento e sem perspectiva de retomada de suas vidas a curto prazo.

A separação física dos vizinhos e grupos de uma comunidade faz com que as pessoas percam suas identidades e referências tradicionais, culturais, religiosas e de lugar, trazendo transtornos aos seus valores intrínsecos e intangíveis, que não são sanados com a distribuição de kits, propostas de indenizações ou o aluguel de casas em outros bairros.

Como exemplificado acima, além dos impactos de natureza física existem também impactos sociais que são de difícil mensuração, visto que se baseiam em características de cada indivíduo e como este é afetado por um desastre.

Cabe ressaltar que o impacto de um desastre atinge não somente aquelas pessoas que foram desalojadas ou que perderam seus familiares.

A sensação de insegurança pós-rompimento afeta tanto as pessoas diretamente envolvidas como aquelas que permaneceram nas áreas adjacentes, que viverão sob a angústia ou o medo de novo

rompimento. São afetadas em seus valores intangíveis também as populações que vivem próximas a outras barragens.

Usuários do rio Doce, do estuário, da área costeira impactada e também o mero espectador, que observam a evolução do maior desastre ambiental do Brasil e sente-se privado de seu direito ao meio ambiente sadio e equilibrado e das belezas cênicas usufruídas, aspectos difíceis de valoração.

Com relação aos impactos à pesca, apresenta-se a tabela abaixo, com a lista de 41 municípios afetados a partir do município de Mariana-MG até a foz do Rio Doce, em Linhares-ES, assim como o nº de pescadores artesanais profissionais que possuíam registro no Sistema Informatizado do Registro Geral da Atividade Pesqueira – SisRGP, acessado em 04.11.2015 (disponível em <http://sinpesq.mpa.gov.br/rgp/>).

É certo que os pescadores terão redução de sua receita econômica por período ainda não estimado.

<b>Município</b>	<b>UF</b>	<b>Nº de RGP's Cadastrados</b>
Acaiaca	MG	1
Aimorés	MG	56
Alpercata	MG	6
Barra Longa	MG	17
Belo Oriente	MG	7
Bom Jesus do Galho	MG	1
Bugre	MG	0
Caratinga	MG	1
Conselheiro Pena	MG	92
Córrego Novo	MG	0
Dionísio	MG	0
Fernandes Tourinho	MG	0
Galiléia	MG	8
Governador Valadares	MG	172
Iapu	MG	1
Ipaba	MG	1
Ipatinga	MG	10
Itueta	MG	12
Mariana	MG	0
Marliéria	MG	0
Naque	MG	7
Periquito	MG	30
Pingo-d'Água	MG	0
Ponte Nova	MG	3
Raul Soares	MG	0
Resplendor	MG	101
Rio Doce	MG	0
Santa Cruz do Escalvado	MG	1
Santana do Paraíso	MG	0

São Domingos do Prata	MG	0
São José do Goiabal	MG	0
São Pedro dos Ferros	MG	1
Sem-Peixe	MG	0
Sobralia	MG	1
Timóteo	MG	0
Tumiritinga	MG	76
Rio Casca	MG	12
Baixo Guandu	ES	136
Colatina	ES	216
Linhares	ES	268
Marilândia	ES	12
<b>TOTAL</b>		<b>1249</b>

## 2.5. Impactos à qualidade da água

O rompimento da barragem de Fundão provocou a liberação de cerca de trinta e quatro milhões de metros cúbicos de rejeito no meio ambiente, atingindo Áreas de Preservação Permanente (APP), provocando alteração na qualidade dos cursos d'água e a mortandade de organismos aquáticos (em particular peixes e invertebrados), principalmente pela quantidade de sedimentos que ficaram disponíveis na coluna d'água.

O último laudo da composição da lama de rejeito das barragens Germano e Fundão, ano de 2014, informa que é composta basicamente por óxido de ferro e sílica. Costa (2001) relata que as associações minerais presentes nos depósitos explorados, tanto do ouro como do ferro, são ricas em metais traço, os quais apresentam alto potencial tóxico, e informa ainda que as principais alterações que podem ser esperadas, em relação às barragens de rejeito, são: na turbidez devido ao grande volume de sólidos em suspensão; nos parâmetros físico-químicos como pH e condutividade elétrica, sais solúveis, alcalinidade, óleo, graxa e reagentes orgânicos; e, a depender do minério e estereis envolvidos, pode haver também alteração nas concentrações dos metais pesados Cádmio (Cd), Níquel (Ni), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Mercúrio (Hg), Vanádio (V), Zinco (Zn), Arsênio (As), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Lítio (Li).

Cabe ressaltar que, além da exploração de minério de ferro pela empresa Samarco com início no ano de 1973 em Mariana/MG, a região é marcada pela forte presença de garimpo de ouro desenvolvido ao longo de séculos, e, embora grande parte esteja desativada, a atividade ainda é observada no Rio do Carmo (atingido pela lama de rejeito de Fundão). Os elementos ferro e manganês e os metais pesados porventura oriundos de atividades de extração, quando entram na dinâmica do sistema hídrico, apresentam riscos consideráveis de contaminação porque não se degradam e permanecem solubilizados nas águas ou precipitados aos sedimentos de fundo (Costa,

2001).

Além da presença de garimpos de ouro na região, sejam desativados ou ativos, outras atividades degradadoras do meio ambiente são desencadeadas na região. Nas cidades de Paracatu de Baixo até Barra Longa as atividades econômicas são voltadas para a pecuária e agricultura de subsistência. Em sobrevoos realizados na área afetada, foi notada também presença de atividades de dragagem no rio.

Mesmo que os estudos e laudos indiquem que a presença de metais não esteja vinculada diretamente à lama de rejeito da barragem de Fundão, há de se considerar que a força do volume de rejeito lançado quando do rompimento da barragem provavelmente revolveu e colocou em suspensão os sedimentos de fundo dos cursos d'água afetados, que pelo histórico de uso e relatos na literatura já continham metais pesados.

O revolvimento possivelmente tornou tais substâncias biodisponíveis na coluna d'água ou na lama ao longo do trajeto alcançado, sendo a empresa Samarco responsável pelo ocorrido e pela consequente recuperação da área.

Quando a barragem de Fundão rompeu, na data de 05/11/2015, quatro empresas de coleta de amostras em matrizes ambientais foram contratadas pela empresa Samarco, sendo duas delas por tempo indeterminado, segundo informações da própria empresa. A SGS Geosol, nos dias 06 e 07 de novembro, realizou coleta em 5 pontos na área do rompimento, com o objetivo de caracterizar o rejeito liberado durante o rompimento da barragem de Fundão.

Outra empresa contratada para monitoramento foi a Arcadis, com o objetivo de realizar coleta em 80 pontos para monitoramento de água dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, e Resoluções Conama 357/05 e 420/09.

Os laboratórios que realizam coleta no local para a Samarco são os laboratórios Limnos e Aplysia, que atuam na avaliação de parâmetros físico-químicos e biológicos. O início do monitoramento ambiental deu-se no município de Barra Longa/MG, distante mais de 70 km do local do rompimento da barragem, com término na foz do Rio Doce em Regência/ES. Coletas também são realizadas nos Rios Doce, do Carmo, Piranga e Gualaxo do Norte (de Gesteira/MG para jusante).

A equipe do Ibama analisou os planos amostrais apresentados e acompanhou coletas de água, sedimentos e biota de fundo (bentos) na região do município de Barra Longa e solicitou adição de ponto amostral no Rio do Carmo atingido pelo refluxo da lama que subiu o rio por um trecho de 07 km.



*Figura 16: Coleta de água em Barra Longa. Fonte: Ibama*

Em uma análise preliminar, os resultados iniciais das amostras de água de rios afetados pelo desastre apontam para alteração dos seguintes parâmetros, segundo a Resolução Conama 357/05:

**Metais Totais:**

- Alumínio (Al);
- Bário (Ba);
- Cálcio (Ca);
- Chumbo (Pb);
- Cobalto (Co);
- Cobre (Cu);
- Cromo (Cr);
- Estanho (Sn);
- Ferro (Fe);
- Magnésio (Mg);
- Manganês (Mn);
- Níquel (Ni);
- Potássio (K);
- Sódio (Na).

Obs: Não foi possível verificar contaminação por urânio, pois o Limite de Quantificação (LQ) do laboratório Corplab foi de 0,030 mg/L, acima do valor máximo permitido de 0,02 mg/L pela Resolução Conama 357/05.

### **Metais dissolvidos**

- Alumínio (Al);
- Ferro (Fe);
- Manganês (Mn).

Obs: Não foi possível verificar contaminação por Cobre, pois o Limite de Quantificação (LQ) do laboratório Corplab foi de 0,030 mg/L, acima do valor máximo permitido de 0,009 mg/L pela Resolução Conama 357/05. Porém, análises realizadas pelo laboratório Limnos apresentam alteração nesse parâmetro.

### **Demais parâmetros alterados:**

- Condutividade;
- Fluoreto;
- Fósforo total;
- Sólidos Totais Dissolvidos;
- Sólidos Suspensos Totais;
- Sólidos Totais;
- Turbidez;
- Cloro Residual Total.

Tais dados deverão ser analisados em detalhe para avaliação conclusiva do impacto ambiental. Contudo, é imprescindível a continuidade do monitoramento ambiental para avaliação sistêmica das alterações dos parâmetros no ambiente aquático, bem como do risco ambiental associado para que possa ser indicada a remediação ou recuperação da área afetada.

### **3. CONCLUSÃO**

Ante o exposto e embora este documento apresente abordagem preliminar, é indiscutível que o rompimento da barragem de Fundão trouxe consequências ambientais e sociais graves e onerosas, em escala regional, devido a um desastre que atingiu 663,2 km de corpo d'água nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, além de impactos ao estuário do rio Doce e à sua região costeira.

Ao longo do trecho atingido foram constatados danos ambientais e sociais diretos, tais como a morte e desaparecimento de pessoas; isolamento de áreas habitadas; desalojamento de comunidades pela destruição de moradias e estruturas urbanas; fragmentação de habitats; destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa; mortandade de animais de produção e impacto à produção rural e ao turismo, com interrupção de receita econômica; restrições à pesca; mortandade

de animais domésticos; mortandade de fauna silvestre; dizimação de ictiofauna silvestres em período de defeso; dificuldade de geração de energia elétrica pelas hidrelétricas atingidas; alteração na qualidade e quantidade de água, bem como a suspensão de seus usos para as populações e a fauna, como abastecimento e dessedentação; além da sensação de perigo e desamparo da população em diversos níveis.

Cabe ressaltar que os impactos ambientais não se limitam aos danos diretos, devendo ser considerado que o meio ambiente é um sistema complexo, na qual diversas variáveis se inter-relacionam, especialmente no contexto de uma bacia hidrográfica, sendo que as medidas de reparação dos danos, tangíveis e intangíveis, quando viáveis, terão execução a médio e longo prazo, compreendendo neste caso pelo menos dez anos.

Em relação ao impacto na qualidade da água, além da suspensão do abastecimento nos municípios afetados, a presença de metais e alteração de outros parâmetros indica a necessidade de monitoramento contínuo do ambiente afetado, bem como da remediação ou recuperação a ser indicada com base nos resultados do comportamento dos parâmetros alterados no ambiente hídrico.

Com o objetivo de restauração ambiental na bacia do rio Doce, deverão ser previstos, a saber:

- plano de recuperação e conservação do solo e da água, abrangendo a cadeia de recuperação florestal, bem como fiscalização de áreas de preservação permanente, recuperação de áreas degradadas e das nascentes;

- plano de gerenciamento do material a ser removido na bacia do rio Doce, que compreende também as etapas de transporte, tratamento e disposição do material sedimentar;

- programa de monitoramento ambiental por toda a bacia do Rio Doce e área marítima afetada, visando conhecer os impactos secundários e a efetividade das ações de recuperação a serem desenvolvidas em todos os compartimentos ambientais. Tal programa deverá ser apresentado ao Ibama para aprovação e acompanhamento. O programa deverá contemplar toda área atingida e ter metodologia padronizada, resguardando as especificidades de cada ambiente a fim de gerar dados com alta confiabilidade.

Aliado a isso, é imperativo que os planos de conservação, recuperação e manejo de espécies objetivem a restauração não apenas pontualmente, mas também, na medida do possível, dos processos ecológicos responsáveis por suportá-las.

Isto quer dizer que para a plena recuperação do rio Doce e das áreas diretamente afetadas deverá ser feito um trabalho de melhoria da qualidade ambiental em toda a bacia, que está em situação de vulnerabilidade e degradação ambiental.

É preciso promover e facilitar a capacidade de restabelecimento da natureza, estimulando sua estabilização e retorno ao equilíbrio ecológico, a partir de programa de recuperação e revitalização

de bacia hidrográfica, levando em consideração, também, aspectos sanitários que podem interferir no processo da natureza retornar ao seu estado próximo ao original.

O programa deverá ser acompanhado de um novo sistema de governança, estrutura e gerenciamento, para melhor apropriação, pela população, dos objetivos ali propostos. Também devem ser previstos o engajamento e a mobilização da população nas atividades desse programa, visando contribuir com o seu reposicionamento diante da sua relação com o meio ambiente e as suas interrelações sociais (urbana, campo e estuário).

Dados de monitoramento permitirão a criação dos programas de conservação de espécies específicas, que deverão ser acompanhados do fortalecimento dos centros de triagem de animais silvestres. O monitoramento também permitirá a observação de outras fontes contribuintes para o impacto ambiental, com o mapeamento de aspectos críticos.

Em uma abordagem regional, deverão ser realizados esforços, por igual, para diminuição do impacto de efluentes não tratados nos corpos hídricos, implantação de alternativas de captação e tratamento acompanhadas de medidas para a redução de perdas nos sistemas de captação, tratamento e distribuição de água, além de um amplo programa de educação ambiental.

Com relação aos impactos sociais, além da reconstrução das estruturas afetadas e realojamento de pessoas, questões abordadas principalmente pela Defesa Civil e municípios, recomenda-se a execução de pesquisa social visando conhecer a percepção de riscos de rompimento de barragens. O resultado da pesquisa deverá apontar para ações a serem desenvolvidas pelos empreendedores junto às comunidades vizinhas aos empreendimentos minerários.

Sugere-se a implantação de programa aos moldes do APPEL - Programa de Conscientização e Preparação para Emergências a Nível Local, desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente em conjunto com a sociedade industrial, comunidades e governo, após a ocorrência de alguns acidentes industriais graves que ocasionaram um grande impacto sobre a saúde e o meio ambiente, como foi o desastre de Mariana, em Minas Gerais.

Especial atenção deverá ser dada às comunidades socialmente mais frágeis, tais como pescadores artesanais, pequenos agricultores, populações indígenas, como os Krenak, e aqueles que trabalham com ecoturismo, que deverão ser objeto de programas específicos.

Áreas protegidas, tais como o Parque Estadual do Rio Doce, que é Sítio Ramsar desde 2010, deverão ser abrangidas no âmbito do programa de monitoramento ambiental, visando a adoção de medidas específicas para salvaguarda das características e funções ambientais a elas atribuídas.

Por fim, não obstante a responsabilidade da empresa para promover a recuperação do meio ambiente, é premente que os órgãos dos três níveis de governo atuem de forma coordenada e articulada, visando a gestão eficiente de todo o processo.

### 3.Lista de Anexos

- Nota Técnica n. 02001.002155/2015-91 CSR/IBAMA;
- Mapas elaborados pelo Centro de Sensoriamento Remoto do Ibama (CSR);
- Nota Técnica n. 24/2015-CEPTA/ICMBio;
- Lista de notificações elaboradas pelo Ibama e respectivo atendimento;
- Lista de espécimes coletados (fauna e ictiofauna – mortos);
- Documentos do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID).

### 4.Referências:

ANTUNES, P. de B. **Direito Ambiental**. Rio de Janeiro: Lumen Júris, 2008.

APELL para Minería. **Guía para la Industria Minera a fin de Promover la Concientización y Prepración para Emergencias a Nivel Local** / Rio de Janeiro: CETEM/CYTED/CNPq, 2004, 122p.: il.

BRUCK, N. R. V. **A psicologia das emergências: um estudo sobre angústia pública e o dramático cotidiano do trauma**. Porto Alegre, 2007.

CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Inventário Hidrelétrico da bacia do rio Doce. Relatório Final dos Estudos Preliminares. Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Doce**. Minas Gerais. Aspectos Físicos- Bióticos, 1986.

COSTA, A. T. **Geoquímica das águas e dos sedimentos da bacia do Rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do quadrilátero ferrífero (MG): Estudo de uma área afetada por atividades de extração mineral**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais. Universidade Federal de Ouro Preto, 2001.

DERANI, C. **Direito Ambiental Econômico**. Editora Max Limonad. SP. 1 ed. 297p. 1997.

FRANCO, J.G, de O. **Direito Ambiental Matas Ciliares**. Curitiba: Juruá, 2009.

GIBBS, M., MONTAGNINO, K. **Disasters, A Psychological Perspective**, disponível em <<https://training.fema.gov/hiedu/docs/emt/gibbspsychology.doc>>.

Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 2015. Relatório Técnico do ATLAS DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DA MATA ATLÂNTICA PERÍODO 2013-2014. [http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/atlas\\_2013-2014\\_relatorio\\_tecnico\\_2015.pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_2013-2014_relatorio_tecnico_2015.pdf)

GOMES, E. R. B., & CAVALCANTE, A. C. S. (2012). **Desastres naturais: perdas e reações psicológicas de vítimas de enchente em Teresina-PI**. *Psicologia & Sociedade*, 24(3), 720-728.

IBAMA e IBP. **Projeto de Proteção e Limpeza da Costa**. Disponível em <http://www.pplc.com.br/webapp/index.html>.

[IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Doce, volume I, Relatório final – Consórcio ECOPLAN – LUME, 2010.](#)

MEIRELLES (1995) in TOMMASI, L. R. **Avaliação de Impactos Ambientais**. Publicação da Associação Brasileira de Avaliação de Impactos Ambientais. São Paulo, 1995.

MITTERMEIER et alli. **Configuração Espacial de Fragmentos Florestais de Mata Atlântica na Bacia do Rio Doce** - UFMG/PADCT, 1997).

PALADINO, E. e THOMÉ, J. T. **Psicologia em tempos de tragédia**. Disponível em <[http://www2.uol.com.br/vivermente/artigos/psicologia\\_em\\_tempos\\_de\\_tragedia.html](http://www2.uol.com.br/vivermente/artigos/psicologia_em_tempos_de_tragedia.html)>.

POFFO, I.R.F. **Vazamentos de Óleo no Litoral Norte do Estado de São Paulo. Análise Histórica (1974-1999)**. Dissertação de Mestrado. PROCAM/USP – Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo, 2000.

VALENCIO, N., SIENA, M. e MARCHEZINI, V. e GONÇALVES, J.C. (org). **Sociologia dos desastres: construção, interfaces e perspectivas no Brasil**. Versão Eletrônica em PDF. São Carlos, SP. RiMa Editora. 280p. 2009.

VIEIRA, F. **Distribuição, impactos ambientais e conservação da fauna de peixes da bacia do rio Doce**. MG. BIOTA 2 (2010): 5-22.

Brasília, 26 de novembro de 2015.

Cristiane de Oliveira  
Analista Ambiental – Bióloga  
Cgema/Dipro

Daniel Vieira Crepaldi  
Analista Ambiental – Médico Veterinário  
Nucea/Supes-MG

Fábio Araújo Pinto Sobrinho  
Analista Ambiental – Engenheiro Agrônomo  
Cgema/Dipro

Fernanda Cunha Pirillo Inojosa  
Analista Ambiental – Arquiteta e Urbanista  
Cgema/Dipro

Flávia Alves de Lima Paiva  
Analista Ambiental – Bióloga  
Cgema/Dipro

Gutemberg Machado Mascarenhas  
Analista Ambiental – Engenheiro Florestal  
Cgema/Dipro

Henrique César Lemos Jucá  
Analista Ambiental – Biólogo  
Assessoria/Dilic

José Carlos Mendes de Morais  
Técnico Ambiental – Gestor Ambiental  
Cgema/Dipro

Michel Lopes Machado  
Analista Ambiental – Biólogo  
Nufauna/Supes-MS

Rafaela Mariana Kososki  
Técnico Administrativo – Engenheira Agrônoma  
Cgema/Dipro

Robson José Calixto  
Analista Ambiental – Oceanólogo  
MMA