

## O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais

*The rupture of the Mariana dam and its social-environmental impacts*

Luciano M. N. Lopes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mestrando da Faculdade de Direito da Universidade Federal Fluminense - UFF - em Parceria com o Núcleo de Ciências do Poder Judiciário - NUPEJ - Rua Professor Hernani Melo, 84, São Domingos, Niterói/RJ, CEP 24210130, Tel. (21) 2629-2511, [imnlopes@tjes.jus.br](mailto:imnlopes@tjes.jus.br) e [lmnlopes@hotmail.com](mailto:lmnlopes@hotmail.com).

**ABSTRACT:** Considered by many experts as the greatest environmental disaster in Brazil's history, the "Mariana tragedy" had extensive media coverage, including the foreign press. This work has the scope to revisit the main materials, reports, interviews and technical reports of public and private bodies that portrayed the theme, performing a critical and timely analysis of the disaster caused by the disruption of the Fundão dam and its environmental consequences. The dam, which belonged to the mining company Samarco S/A, was located in the mining town of Mariana and his break, caused by yet to be identified circumstances, generated a devastating tsunami tailings mud that wiped out the Bento Rodrigues district, claimed human lives, contaminated rivers and destroyed entire forests. Despite the effects of the accident are still being calculated, it is known that the damage caused to the environment and the populations affected are indeterminate, unpredictable and incalculable.

**Key-words:** rupture of the dam; Mariana tragedy; social and environmental impacts; environmental law.

**RESUMO:** Considerada por muitos especialistas como o maior desastre ambiental da história do Brasil, a "tragédia de Mariana" teve ampla cobertura jornalística, inclusive pela imprensa estrangeira. O presente trabalho tem por escopo revisar as principais matérias, reportagens, entrevistas e laudos técnicos de órgãos públicos e privados que retrataram o tema, realizando uma análise crítica e pontual sobre o desastre ocasionado pelo rompimento da barragem de Fundão e suas consequências socioambientais. A represa, que pertencia à mineradora Samarco S/A, estava localizada na cidade mineira de Mariana e sua ruptura, causada por circunstâncias ainda não esclarecidas, gerou uma *tsunami* devastadora de lama de rejeitos que dizimou o distrito de Bento Rodrigues, ceifou vidas humanas, contaminou rios e destruiu florestas inteiras. Malgrado os efeitos do acidente ainda estejam sendo dimensionados, sabe-se que os danos causados ao meio ambiente e às populações atingidas são indeterminados, imprevisíveis e incalculáveis.

**Palavras-chave:** rompimento de barragem; tragédia de Mariana; impactos socioambientais; direito ambiental.



Figura1: Pico do Cauê, que simplesmente desapareceu da paisagem de Itabira por causa da mineração. Foto do Arquivo Público Mineiro.

*Chego à sacada e vejo a minha serra,  
a serra de meu pai e meu avô,  
de todos os Andrades que passaram  
e passarão, a serra que não passa.*

*Era coisa dos índios e a tomamos  
para enfeitar e presidir a vida  
neste vale soturno onde a riqueza  
maior é a sua vista a contemplá-la.*

*De longe nos revela o perfil grave.  
A cada volta de caminho aponta  
uma forma de ser, em ferro, eterna,  
e sopra eternidade na fluência.*

*Esta manhã acordo e  
não a encontro.*

*Britada em bilhões de lascas  
deslizando em correia transportadora  
entupindo 150 vagões  
no trem-monstro de 5 locomotivas  
- trem maior do mundo, tomem nota -  
foge minha serra, vai  
deixando no meu corpo a paisagem  
miserável pó de ferro, e este não passa.*

(“A Montanha Pulverizada” - Carlos Drummond de Andrade - 1902 - 1987).

## INTRODUÇÃO

É cediço que na história da mineração brasileira e mundial acidentes ocorrem com relativa frequência. Alguns sequer chegam a serem noticiados pela grande mídia, passando despercebidos pela maioria da população. Todavia, a tragédia ocasionada pelo rompimento da barragem de Fundão foi particularmente dramática, haja vista suas consequências socioambientais de grande amplitude.

A represa encontrava-se localizada no município de Mariana/MG e foi especificamente construída para servir de depósito dos resíduos gerados durante o processo de mineração de ferro. Pertencia à empresa Samarco S/A, cujos acionistas majoritários são a Companhia Vale do Rio Doce e a anglo-australiana BHP Billinton.

No dia 05 de novembro de 2015, o dique de Fundão entrou em colapso e rompeu-se, causando um desastre ambiental sem precedentes na história do Brasil. Os efeitos imediatos dessa tragédia, ainda em desenvolvimento, puderam ser observados desde a jusante da barragem destruída, em

Minas Gerais, até a foz do rio Doce, no mar do Espírito Santo. Seu legado: um rastro de destruição, contaminação e mortes.

O presente trabalho possui como objetivo principal realizar uma abordagem crítica, científica e pontual sobre as prováveis causas do rompimento da barragem, sem olvidar os efeitos socioambientais e econômicos advindos desse desastre.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de pesquisa de revisão bibliográfica com abordagem técnica qualitativa.

Em face da escassez de material de pesquisa, uma vez que o “desastre de Mariana” é fato recente e com poucas obras científicas publicadas, optou-se pela utilização de toda fonte literária disponível que estivesse correlacionada ao assunto. Assim, a pesquisa desenvolveu-se sob o arcabouço de matérias jornalísticas, reportagens, entrevistas e laudos técnicos de órgãos públicos e privados que versaram sobre o tema.

## **AS BARRAGENS DE FUNDÃO E SANTARÉM**

Criadas para receberem os rejeitos provenientes do processo de extração de minério de ferro pela mineradora Samarco S/A, as barragens de Fundão e Santarém estavam localizadas num complexo que, ironicamente à tragédia anunciada, chamava-se “Alegria”.

Estudos preliminares (BRASIL, 2015) apontam que, somente na barragem de Fundão, havia aproximadamente 50 milhões de m<sup>3</sup> de resíduos, classificados, segundo a NBR 10.004, como sólidos, não perigosos e não inertes, como o ferro e o manganês, ou seja, sua composição era formada basicamente por areia e metais.

No dia 05/11/2015, por volta das 16 h e 20 min., a barragem de Fundão entrou em colapso e rompeu-se. Com a ruptura, cerca de 34 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos de minério, o equivalente a quatorze mil piscinas olímpicas, foram diretamente lançados no meio ambiente, atingindo a barragem de Santarém, logo à jusante, causando-lhe sérias avarias e o seu transbordo. Os 16 milhões de m<sup>3</sup> restantes ainda continuam sendo despejados, vagarosamente, seguindo o sentido da correnteza das águas em direção à foz do Rio Doce, no oceano espírito-santense (BRASIL, 2015).

*Pari passu* ao rompimento da barragem de Fundão e o conseqüente “galgamento” da barragem de Santarém, formou-se uma devastadora *tsunami* de lama residual que aniquilou Bento Rodrigues e

causou sérios transtornos a outros sete distritos de Mariana/MG, além de contaminar importantes rios como o Gualaxo do Norte, do Carmo e o Doce.

Segundo Gonçalves, Vespa e Fusco (2015), as barragens do complexo operavam através de um método tradicionalmente utilizado em todo mundo: o aterro hidráulico. Nesse sistema, os resíduos separados do ferro durante o processo de mineração são escoados até as bacias (barragens) por força da ação gravitacional. Já a filtração da água é realizada pela areia, localizada estrategicamente na parte frontal dessas bacias.

A despeito do sistema de aterro hidráulico ser o mais utilizado em todo mundo, atualmente existem técnicas mais modernas que permitem a drenagem mais segura dos resíduos da mineração através de filtros. Esse novo sistema, entretanto, eleva em até seis vezes os custos de produção, o que tem inviabilizado sua utilização pela maioria das empresas. Desta forma, esclarece Edilson Pissato, professor de geologia de engenharia da Universidade de São Paulo (USP), as mineradoras preferem assumir os riscos advindos da utilização de sistemas mais tradicionais e menos onerosos (GONÇALVES; VESPA; FUSCO, 2015).

No caso do rompimento da barragem de Mariana/MG os especialistas são unânimes em afirmar que a utilização de técnicas mais modernas de filtração dos resíduos, a manutenção correta das barragens, a utilização de instrumentos de monitoramento eletrônico, a implementação de sistemas de alerta, a adoção de planos emergenciais e, sobretudo, uma fiscalização séria e eficiente pelos órgãos competentes são medidas que, se estivessem em pleno funcionamento, certamente teriam evitado o desastre ou minimizariam seus impactos socioambientais.

## **AS PROVÁVEIS CAUSAS DO ROMPIMENTO**

Logo após o acidente, diversos órgãos estatais abriram múltiplas linhas de investigação em busca de respostas concretas sobre os motivos, as circunstâncias e os efeitos da tragédia:

1. Pela Polícia Civil de Minas Gerais abriu-se inquérito criminal para se investigar os crimes ambientais e os contra a vida já identificados, além de outros delitos que porventura fossem evidenciados no transcorrer das investigações;
2. A pedido do Procurador da República, José Adércio Leite Sampaio, a Superintendência da Polícia Federal de Minas Gerais instaurou inquérito policial visando apurar os crimes e as causas da tragédia. A solicitação firma-se no entendimento de que a investigação do desastre também é da competência da Polícia Federal, uma vez que as consequências do

acidente possuem amplitude nacional e não se limitam ao território de Minas Gerais, estendendo-se até o mar do Espírito Santo;

3. Pelo Ministério Público de Minas Gerais criou-se “força-tarefa” composta por nove promotores de justiça, cuja finalidade principal é identificar, por intermédio de inquéritos civis, as causas do rompimento da barragem. De forma simultânea a essa linha de investigação principal, diligências técnicas estão sendo efetivadas no sentido de se aferir a segurança e estabilidade das barragens de Santarém e de Germano que, segundo a própria mineradora Samarco, encontram-se em iminente perigo estrutural. Esses inquéritos civis servirão de base para se ajuizarem futuras ações de responsabilidade civil pelos danos causados ao meio ambiente e às comunidades atingidas, sendo que algumas já estão em pleno andamento;
4. Já o Ministério Público Federal – MPF - instaurou quatro inquéritos civis com objetivo de se apurar as responsabilidades pela tragédia. Para isso, designou sete procuradores federais (quatro de Minas Gerais, dois do Espírito Santo e um do Rio de Janeiro) que envidarão esforços em conjunto para identificar os responsáveis pelos danos socioambientais; apurar irregularidades dos órgãos responsáveis pela fiscalização; adotar medidas destinadas à proteção das comunidades tradicionais atingidas (índios e quilombolas); identificar e acompanhar a existência e a eficácia de medidas preventivas nas barragens do Complexo de Germano e; instaurar e conduzir procedimento investigatório criminal, objetivando apurar as causas e as responsabilidades quantos aos crimes ambientais.

Contudo, devido à complexidade e magnitude da tragédia não são esperadas respostas conclusivas antes de decorridos seis meses, haja vista que boa parte das averiguações depende do resultado de laudos, o que inviabiliza adoção de prazo peremptório para o término dos inquéritos e de outros estudos técnicos.

Em que pese as investigações oficiais estarem longe de um fim, peritos do setor afirmam que as possíveis causas para o rompimento da barragem devem estar relacionadas ao processo de liquefação; aos abalos sísmicos que antecederam o desastre; a falhas na construção/manutenção das barragens; a uma fiscalização deficitária pelos órgãos competentes e à utilização do reservatório acima de sua capacidade de armazenamento.

Para a maior parte dos especialistas, entretanto, o processo de liquefação configura-se na hipótese mais provável para o colapso da represa de Fundão. O fenômeno emerge quando a camada de areia depositada na parte frontal das barragens opera no sentido inverso à sua utilização, ou seja,

ao invés de expelir a água, ela a retém. Isso ocorre devido a mudanças abruptas na pressão interna do depósito, fazendo com que a areia transforme-se em lama e deixe de filtrar os resíduos.

A segunda causa refere-se aos pequenos tremores que precederam à tragédia. Segundo sismógrafos da Universidade de Brasília (UNB), no dia do rompimento das barragens, pelo menos onze pequenos abalos sísmicos, cujas magnitudes oscilaram entre 1,7 a 2,7 graus na Escala Richter, foram detectados nas áreas correspondentes às localidades de Mariana, Itabira e Itabirito. Todavia, ainda não há como se afirmar, de forma cabal, se existe uma correlação entre os tremores e o rompimento das barragens, conforme asseverou George Sandi França, professor chefe do Observatório Sismológico da UNB, em reportagem exibida pelo Site G1:

Dentre esses eventos, três foram muito próximos da barragem que se rompeu. Normalmente, por mais que sejam de rejeitos, as barragens são construídas para suportar magnitudes maiores [...]. É muito prematuro afirmar que a ação dessa pequena atividade possa ter gerado o rompimento. Mas existe a relação que depois do tremor, a barragem se rompeu (SITE G1, 2015).

O aumento exacerbado na produção de minério de ferro pela empresa extrativista alicerça a terceira hipótese como causa provável da tragédia. Somente no último ano, houve um incremento da ordem de 37% na geração do minério. Com a aceleração da produção e o consequente aumento do volume de rejeitos, a empresa iniciou, em julho de 2015, obras de elevação de sua estrutura com o objetivo de ampliar sua capacidade de armazenamento. Acredita-se que, mesmo após as obras de ampliação, houve um acúmulo de material superior à capacidade suportada pela barragem, causando-lhe o seu rompimento.

A última teoria diz respeito à negligência da mineradora Samarco e à vigilância deficitária dos órgãos responsáveis pela fiscalização. Em matéria veiculada pela Revista Isto É e intitulada “Lama e Descaso”, a jornalista Perez (2015) revelou que, em outubro de 2013, a empresa já tinha sido devidamente advertida sobre a possibilidade de colapso na represa de Fundão. Segundo laudo realizado pelo Instituto Prístino e apresentado à mineradora, diversos aspectos técnicos da barragem foram colocados sob alerta. Apesar dos avisos e advertências, a Samarco não interrompeu a exploração de minério de ferro na região e tampouco procedeu aos reparos que foram orientados pelos técnicos.

Ao ignorar os laudos que alertavam tanto sobre as falhas na construção como na manutenção da barragem a empresa de mineração demonstrou evidente descaso e assumiu para si os riscos da tragédia que, entretanto, poderia ter sido evitada se houvesse rigor nas fiscalizações e na vigilância realizadas pelos órgãos competentes.

A despeito de suas causas e consequências ainda serem objetos de análise de estudos complexos e aprofundados, a tragédia de Mariana, ainda em curso, já é considerada por muitos

especialistas como o maior desastre socioambiental da história do Brasil.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Os impactos socioambientais e econômicos

Um dia após a catástrofe, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis - Ibama - órgão responsável pelo monitoramento e controle ambiental em nível federal, iniciou o acompanhamento *in loco* da evolução do desastre. O resultado desse trabalho culminou na elaboração de um documento científico intitulado “Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais”, o qual fora concebido para subsidiar a propositura de Ação Civil Pública por danos causados ao meio ambiente pela mineradora Samarco. Nele, o órgão ambiental evidenciou e relatou “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 desestruturação da resiliência do sistema” (BRASIL, 2015, p. 2).

De uma análise primária e sistemática do citado documento infere-se que a tragédia de Mariana configurou-se num desastre socioambiental de proporções nunca antes vista na história da mineração brasileira e mundial.

Decerto, os efeitos dramáticos e perversos do “desastre de Mariana” serão sentidos por décadas e gerações, principalmente aquelas formadas por comunidades que estão localizadas dentro da bacia hidrográfica do rio Doce.

Nesse ínterim, os três subitens a seguir trarão importantes elementos e profundas análises sobre os impactos causados ao distrito de Bento Rodrigues, à flora e às Áreas de Preservação Permanentes atingidas, bem como ao rio Doce e a sua ictiofauna.

### O distrito de Bento Rodrigues

Com população estimada em 612 habitantes, o distrito de Bento Rodrigues, localizado na cidade mineira de Mariana, foi o primeiro a receber o impacto da onda de rejeitos. Devido à violência da enxurrada, o pequeno povoado simplesmente desapareceu – soterrado em um mar de lama. Todos os sobreviventes ficaram desabrigados, pois suas casas, igrejas e colégios foram arrastados e destruídos pela força descomunal da avalanche.

Corroborando com a descrição acima, o Ibama, através da Nota Técnica 02001.002155/2015-91 CSR/IBAMA, descreveu o uso do solo na área afetada de Bento Rodrigues. No que diz respeito ao impacto causado nas habitações, aduziu que “das 251 edificações mapeadas em Bento Rodrigues, 207 apresentaram sobreposição com o polígono da área atingida, ou seja, 82% das edificações foram atingidas” (BRASIL, 2015, p. 25).

Bento Rodrigues, embora vilarejo, era um distrito que possuía uma história majestosa e digna de orgulho entre os seus concidadãos. Com 317 anos de existência, abrigava igrejas centenárias com obras sacras importantes e monumentos de notória relevância cultural, além de fazer parte da rota da Estrada Real no século XVII. Além das perdas de vidas humanas, cujos valores são incalculáveis, em apenas onze minutos de avalanche todo patrimônio histórico e cultural, construído ao longo de séculos, fora dizimado pelo mar de rejeitos (GONÇALVES; VESPA; FUSCO, 2015).

Até o dia 16/12/2015, segundo informações de órgãos oficiais, dezessete corpos de vítimas já haviam sido reconhecidos. Todavia, o nome de duas pessoas (um funcionário da Samarco e outro de uma empresa terceirizada) ainda constava na lista de desaparecidos.

### **A flora e as Áreas de Preservação Permanentes atingidas**

Conforme dispõe o artigo 3º, II do Novo Código Florestal - Lei nº 12.651/2012 - considera-se Área de Preservação Permanente - APP - a “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Para o IBAMA, as florestas estabelecidas ao longo dos cursos d’água são vitais para o equilíbrio de todo o ecossistema e da biodiversidade local, especialmente em relação ao sistema hídrico:

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 (BRASIL, 2015, p. 7).

Diante de sua inquestionável relevância social e ambiental, o legislador pátrio buscou proteger as APPs, na medida em que tipificou qualquer ação humana que pudesse destruir ou causar danos a essas vegetações, ainda que em formação. Nesse desiderato, tais condutas foram devidamente qualificadas, à luz do art. 38 da Lei 9.605/98, como crime ambiental, *in verbis*:

Art. 38. Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção:

Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

Parágrafo único. Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade (BRASIL, 1998).

Ao elaborar nota técnica sobre os danos ambientais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, o Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA concluiu que a tragédia foi responsável pela destruição de “1.469 hectares ao longo de 77 km decursos d’água, incluindo Áreas de Preservação Permanente” (BRASIL, 2015, p. 10). O Estudo, extremamente técnico e descritivo, analisa com profundidade as consequências imediatas e mediatas que o acidente causou ao ecossistema local:

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 (BRASIL, 2015, p. 10-11).

O acidente também atingiu de forma devastadora as coberturas vegetais conhecidas por “matas de galeria”. Esse tipo de vegetação possui essa nomenclatura devido a sua fisionomia, uma vez que as copas de suas árvores, ao se encontrarem, formam uma espécie de “túnel” ou “galeria”. Sua preservação é considerada basilar para a manutenção do ecossistema hídrico, pois as matas de galeria, assim como as ciliares, possuem raízes que atuam no sentido de preservar os cursos d’água de processos erosivos fluviais.

De acordo com o IBAMA, as matas de galeria também foram gravemente impactadas pela onda dos resíduos de minério. Em boa parte das áreas degradadas houve a completa remoção da cobertura vegetal e o total soterramento de seus bancos de sementes, o que fez com que sua capacidade de recuperação e de sucessão fosse seriamente prejudicada:

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 (BRASIL, 2015, p. 11).

A despeito dos resíduos não apresentarem riscos imediatos à saúde humana, segundo Cleuber Moraes de Brito, professor de Geologia da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e consultor na

área de meio ambiente e mineração, os danos ambientais advindos do desastre poderão se estender por anos:

Comparado ao mercúrio, por exemplo, esse rejeito não é tóxico, já que é formado basicamente por sílica. Ninguém vai desenvolver câncer, nada disso. O risco não é para o ser humano, mas para o meio ambiente. Essa lama avermelhada deve causar danos em todo o ecossistema da região, impactando por anos seus rios, fauna, solo e até os moradores, no sentido de que o trabalho deles, como a agricultura, pode se tornar impraticável (DELLA BARBA, 2015).

Nessa mesma esteira de entendimento, o Dr. Maurício Ehrlich, professor do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sentenciou: “Se não limpar, não tem material orgânico nenhum para plantas. Nada se desenvolve por dezenas de anos. Se deixar por conta da natureza, essa área toda vai ser estéril” (CORRÊA; LIMA; GOMIDE, 2015).

O prognóstico das consequências socioambientais do acidente é, portanto, estarrecedor. Quando a lama de rejeitos secar, o solo ficará impermeabilizado e sem nenhum tipo de matéria orgânica. Sem os nutrientes necessários não haverá tentativa de resiliência nem de sucessão por parte da vegetação. O assoreamento dos cursos d’água, com suas nascentes e margens, será inevitável. Todo o ecossistema local e sua biodiversidade serão drasticamente afetados. Em alguns casos, como veremos a diante, de forma irreversível.

### **Os impactos ao rio Doce e a sua ictiofauna**

Conforme documento elaborado pelo IBAMA já citado alhures, mais de 600 km de cursos d’água foram afetados e contaminados pela lama de resíduos da mineração:

Inicialmente, esse rejeito atingiu a barragem de Santarém logo a jusante, causando seu galgamento e forçando a passagem de uma onda de lama por 55 km 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 (BRASIL, 2015, p. 3).

Malgrado ainda estejam sendo mensuradas, sabe-se que as consequências sociais e ambientais do acidente foram dramáticas e de grande amplitude. Somente para se identificar e quantificar a dimensão dos prejuízos serão necessários anos de estudos e de análises.

Especificamente no que tange à biodiversidade aquática e a qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Doce os danos causados foram particularmente perversos e imensos, eis que proporcionais à extensão do corpo hídrico atingido pela lama. Em alguns casos, as perdas serão

irreversíveis, haja vista a possível extinção de espécies consideradas endêmicas. Por onde a lama de rejeitos passou deixou um rastro de contaminação, mortandade e destruição. Não é exagero ou sensacionalismo dizer que o rio Doce foi a óbito, agonizado em um mar de lama que lhe feriu as entranhas e retirou-lhe a vida.

Logo no primeiro dia do desastre, observou-se a completa aniquilação dos anfíbios, mamíferos e animais de pequeno porte, cujos habitats estabelecidos às margens dos rios foram soterrados pelos resíduos. No que concerne aos danos causados à ictiofauna [conjunto de espécies de peixes que habitam determinada região hidrográfica] identificou-se ao longo do trajeto do rio Doce um elevado índice de mortandade de peixes. Devido ao alto nível de turbidez da água, ocasionado pelos sedimentos que compõem os rejeitos, houve o “colapso” [fechamento] das brânquias dos peixes que morreram por asfixia.

O colossal impacto causado à ictiofauna da bacia do rio Doce foi mapeado pelo IBAMA que, através da Nota Técnica 24/2015/CEPTA/DIBIO/ICMBIO (BRASIL, 2015, p.14), elencou as principais consequências ambientais em relação à população de peixes: a) fragmentação e destruição de habitats; b) contaminação da água com lama de rejeitos; c) assoreamento do leito dos rios; d) soterramento das lagoas e nascentes adjacentes ao leito dos rios; e) destruição da vegetação ripária e aquática; f) interrupção da conexão com tributários e lagoas marginais; g) alteração do fluxo hídrico; h) impacto sobre estuários e manguezais na foz do Rio Doce; i) destruição de áreas de reprodução de peixes; j) destruição das áreas “berçários” de reposição da ictiofauna (áreas de alimentação de larvas e juvenis); l) alteração e empobrecimento da cadeia trófica em toda a extensão do dano; m) interrupção do fluxo gênico de espécies entre corpos d’água; n) perda de espécies com especificidade de habitat (corredeiras, locas, poços, remansos, etc; o) mortandade de espécimes em toda a cadeia trófica; p) piora no estado de conservação de espécies já listadas como ameaçadas e ingresso de novas espécies no rol de ameaçadas; q) comprometimento da estrutura e função dos ecossistemas e; r) comprometimento do estoque pesqueiro.

Este mesmo estudo apurou, às fls. 14/15, que o desastre ambiental sob análise alterou drasticamente a cadeia alimentar dos rios que foram contaminados pela lama, causando danos imensos à ictiofauna local:

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, perifiton, 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. [...] 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 (BRASIL, 2015, p. 14-15).

Com a contaminação pela onda de rejeitos, a qualidade da água dos rios foi diretamente afetada. Devido ao alto grau de turbidez, as águas ficaram momentaneamente impróprias para o consumo humano e para a agropecuária. Todas as cidades que dependiam do rio Doce para o abastecimento de água à população tiveram que interromper sua captação, conforme salientou o IBAMA:

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 (BRASIL, 2015, p. 34).

Segundo Sassine (2015), a Agência Nacional de Águas (ANA) finalizou, no último dia 27 de novembro, laudo técnico que serviu de base para o ajuizamento de uma Ação Civil Pública onde a União pede o ressarcimento dos danos causados pelo rompimento da barragem de Mariana/MG, avaliados em cerca de 20 bilhões. O processo tramita na Justiça Federal de Minas Gerais e possui como réis a mineradora Samarco e suas controladoras, Vale do Rio Doce e a anglo-australiana BHP Bilinton.

Ainda de acordo com o citado autor, todas as comunidades que dependiam do abastecimento das águas do rio Doce precisarão de novos mananciais e sistemas alternativos de captação, considerando que as consequências do acidente foram classificadas como “indeterminadas e imprevisíveis”:

As águas do Rio Doce, depois do maior desastre ambiental da História do país, estarão sujeitas a novos picos de turbidez (água turva), quedas de oxigênio, aumentos na concentração de metais e prejuízos para os dependentes da bacia por períodos “indeterminados e imprevisíveis”. Por essa razão, o abastecimento de água em 12 cidades de Minas Gerais e Espírito Santo que precisam do rio dependerá de “novos mananciais, implantação de poços profundos e sistemas de adução”. Essas 12 cidades concentram mais de 550 mil moradores (SASSINE, 2015).

Diante de um quadro de destruição, contaminação e de incertezas toda a bacia hidrográfica do rio Doce agoniza a espera de ações que minimizem os danos causados ao seu ecossistema. Decerto, a adoção de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD's- especialmente nas Áreas de Preservação Permanentes, nas nascentes e rios afetados, além de um constante e rígido monitoramento ambiental são medidas que, a médio e longo prazos, poderão regenerar o rio Doce e recuperar seu ecossistema, sua biodiversidade e sua vida.

## CONCLUSÃO

A maior tragédia ambiental da história do Brasil começou a ser desenhada muito antes do dia 05 de novembro de 2015. Sua gênese ocorreu por força de uma legislação opaca e ultrapassada, uma fiscalização deficitária e do absoluto descaso da Samarco com o meio ambiente e vidas humanas.

O rompimento da barragem de fundão gerou uma onda de lama residual tão devastadora e poluente que, durante sua trajetória até o mar do Espírito Santo, dizimou o distrito de Bento Rodrigues, ceifou vidas humanas, soterrou centenas de nascentes, contaminou importantes rios como o Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, destruiu florestas inteiras que estavam situadas em Áreas de Preservação Permanente e causou prejuízos sociais e econômicos de grande amplitude a populações inteiras.

A contaminação da bacia hidrográfica do rio Doce pelos rejeitos elevou consideravelmente os níveis de turbidez da água, tornando-a imprópria tanto para o consumo humano como para a agropecuária. O mesmo motivo fez com que a população de peixes fosse praticamente aniquilada de todos os cursos d'água que foram atingidos pela lama. Com os danos à ictiofauna, os pescadores perderam seu principal meio de subsistência. Diversas localidades que dependiam do turismo também contabilizaram amargos prejuízos.

Logo após o acidente, abriram-se múltiplas linhas de investigação, objetivando identificar os responsáveis, as causas e as consequências da tragédia. Entretanto, devido à complexidade e a amplitude do desastre não há prazo para a conclusão dos inquéritos e dos estudos.

Embora as circunstâncias do acidente ainda estejam sendo apuradas, segundo a maioria dos especialistas do setor de mineração, a liquefação, fenômeno pelo qual a pressão no interior da barragem é abruptamente alterada, fazendo com que a areia torne-se lama e deixe de filtrar a água, é a causa mais provável para o rompimento da represa.

Ainda que as causas do rompimento da barragem sejam evidenciadas é clara a assertiva de que mudanças na legislação e na forma das concessões de licenças, aliadas a uma fiscalização efetiva por parte dos órgãos governamentais competentes são medidas preventivas urgentes e necessárias para que se possam impedir novos acidentes.

Por fim, infere-se que, diante dos fatos e das evidências científicas que o presente estudo trouxe a lume, a “tragédia de Mariana” poderia, sim, ter sido evitada.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais.** In: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Minas Gerais, 2015. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias\\_ambientais/laudo\\_tecnico\\_preliminar.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf). Acesso em: 07 de dez. 2015.
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** In: Diário Oficial da União. Brasília, 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm). Acesso em: 15 dez. 2015.
- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências.** In: Diário Oficial da União. Brasília, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 15 dez. 2015.
- CORRÊA, H.; LIMA, S.; GOMIDE, R. **Mariana: os dramas e as culpas pela tragédia.** Revista Época. 2015. Disponível em: <http://epoca.globo.com/tempo/noticia/2015/11/mariana-os-dramas-e-culpas-pela-tragedia.html>. Acesso em: 19 de dez. 2015.
- BARBA, M. D. **Mesmo sem ser tóxica, lama de barragem em Mariana deve prejudicar ecossistema por anos.** In: BBC Brasil. 2015. Disponível em: [http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151107\\_barragem\\_mariana\\_mdb\\_fd](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151107_barragem_mariana_mdb_fd). Acesso em: 13 de dez. 2015.
- GONÇALVES, E.; VESPA, T.; FUSCO, N. Tragédia Evitável. **Revista Veja.** Minas Gerais, Edição 2.452, ano 48, nº 46, p. 70-71, 2015.
- PEREZ, F. Lama e descaso. **Revista IstoÉ.** Edição 2398, 2015. Disponível em: [http://www.istoec.com.br/reportagens/440651\\_LAMA+E+DESCASO](http://www.istoec.com.br/reportagens/440651_LAMA+E+DESCASO). Acesso em: 18 de dez. 2015.
- SASSINE, V. Laudo aponta que rio Doce estará sujeito a condições imprevisíveis. **Jornal O Globo.** 2015. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/brasil/laudo-aponta-que-rio-doce-estara-sujeito-danos-imprevisiveis-18378346>. Acesso em: 29 de dez. 2015.
- SITE G1. **Autoridades tentam descobrir causa do rompimento de barragem em MG.** 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/autoridades-tentam-descobrir-causa-do-rompimento-de-barragem-em-mg.html>. Acesso em: 13 de dez. 2015.