



**ADRIANA PENIDO**

*BIBLIOTECA DA (R)ESISTÊNCIA, INSTALAÇÃO (MADEIRA, METAL, LIVROS, LAMA, FIO DE NYLON), 2019.*  
DETALHE.

# BRUMADINHO: MUITO MAIS QUE UM DESASTRE TECNOLÓGICO

DULCE MARIA PEREIRA\*

HELLEN OSCARINA RAMOS GUIMARÃES\*\*

SUZY MAGALY CABRAL DE FREITAS\*\*\*

ANDRÉ ALCKMIN MAGALHÃES MÂNGIA\*\*\*\*

**RESUMO** Este artigo resume reflexões sobre a ruptura das barragens de Fundão e Santarém, do complexo Minerário da Samarco/Vale/BHP Billiton, em Mariana, no ano de 2015. Faz comparações com o colapso da barragem I da mina Córrego do Feijão, da Vale, em Brumadinho, no ano de 2019. Trata da banalização do risco no processo de aprovação e fiscalização do empreendimento. Ressalta a não aplicação dos princípios da precaução e da prevenção no cotidiano de operação das mineradoras. Indica como cada desastre, crimes em si, pelas circunstâncias e pelo histórico, é desdobrado em crimes subsequentes, pela invisibilização intencional dos riscos aos quais estão expostas as populações e os territórios onde foram construídas as estruturas. Considera procedimentos de risco da gestão pós-desastre.

**PALAVRAS-CHAVE** ruptura de barragem; crimes socioambientais; gestão de risco.

## BRUMADINHO: FAR MORE THAN A TECHNOLOGICAL DISASTER

**ABSTRACT** This article summarizes reflections on the rupture of the Fundão and Santarém dams, located at the Samarco/Vale/BHP Billiton mining complex, in Mariana, Minas Gerais, Brazil, in the year of 2015. It includes comparisons with the 2019 collapse of Dam I at Vale's Córrego do Feijão mine, in Brumadinho. The text deals with the trivialization of the risks concerning the approval and the surveillance of the processes conducted at the entrepreneurship. It highlights the non-application of the principles of the precaution and prevention in the daily operation of the mining companies. It indicates how each disaster, crimes in themselves, by circumstances and history, is broken down into subsequent crimes, due to the intentional invisibilities of the risks to which the populations and territories where the structures were built were exposed. The article also considers the risk procedures carried at the post-disaster management.

**KEYWORDS** dam-break; socio-environmental crime; risk management.

\* Professora do Departamento de Engenharia de Produção na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

\*\* Mestranda do Programa de Pós Graduação em Extensão Rural da Universidade Federal Viçosa

\*\*\* Mestre em Engenharia Ambiental pela UFOP.

\*\*\*\* Graduando em Engenharia Geológica na UFOP.

## 1. Introdução

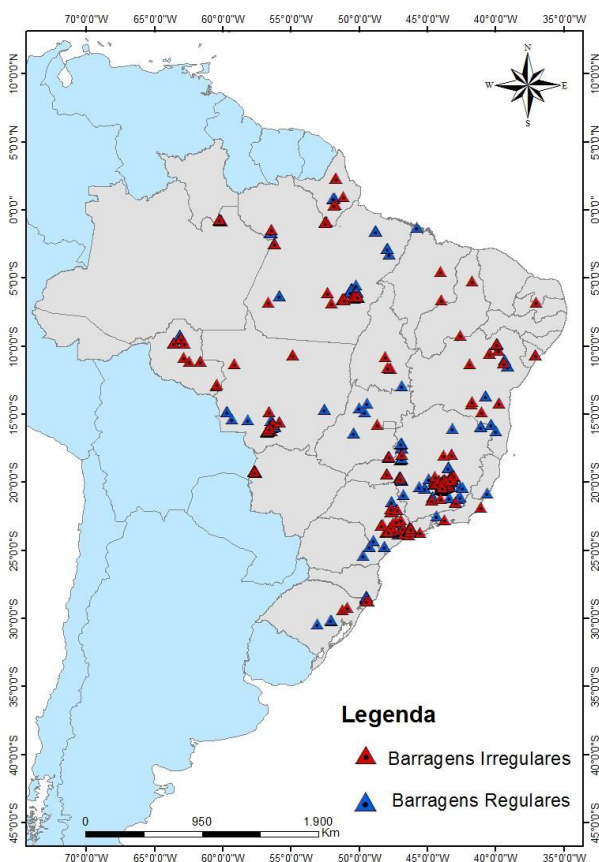
As reflexões sobre a ruptura das barragens do complexo Minerário da Samarco/Vale/BHP Billiton, em Mariana, permitem melhor dimensionamento da vulnerabilidade a que pessoas e territórios explorados pelas empresas de mineração foram submetidos se associadas às avaliações sobre colapso da barragem I da mina Córrego do Feijão, da Vale, em Brumadinho. A invisibilização dos riscos demanda referências mais consequentes sobre as reais vulnerabilidades dos processos conduzidos em grandes obras. Ademais, não são aplicados os princípios de precaução e prevenção, seja pelas empresas, seja pelos órgãos responsáveis pelas autorizações ou pelos fiscalizadores.

Em menos de cinco anos, o Brasil assistiu a dois desastres tecnológicos de grandes proporções e consequências não passíveis de previsão ou total controle. O primeiro, considerado até então como o maior crime socioambiental do país, protagonizado pelo consórcio Samarco/Vale/BHP Billiton, em Mariana, ocorreu no dia cinco de novembro de 2015. Desde então, as vítimas do crime, que envolve seres humanos, natureza, vegetais e animais, sobrevivem aos processos técnicos e tecnológicos e aos encaminhamentos jurídicos, que aprofundam, a cada dia, o sofrimento social. Não bastasse isso, os atingidos ainda têm de lidar com a desqualificação de seus modos de vida, referências culturais e de bem-viver por parte das empresas que operam, tendo o direito de atenção à saúde negado, com aval jurídico mediante a sua Fundação, a Renova, e a inadequada intervenção política, quando esta ocorre. São expostos a processos tecnológicos que expandem os riscos e a desqualificados e arriscados processos de “necroengenharia” – engenharia que, da ruptura da barragem ao tratamento dado à reparação de suas casas, penaliza os habitantes dos territórios atingidos.

O segundo, ocorrido em 25 de janeiro de 2019, quando por falta de precaução e prevenção, apesar de indicativos de risco em laudos, a mineradora Vale S.A. foi responsável pelo maior desastre do trabalho do Brasil, segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), com mais de 320 vítimas fatais.

A localização definida para a construção do Centro Administrativo da empresa, a jusante das barragens de disposição de rejeitos do complexo minerário, e a tecnologia escolhida, somando-se à desconsideração dos riscos de ruptura identificados, explicam a magnitude do desastre no que se refere às perdas humanas e ambientais. Além das centenas de mortos e desaparecidos, há as imprevisíveis consequências para os ecossistemas, que só serão compreendidas e dimensionadas ao longo do tempo. A Figura 1 indica, no Brasil, as barragens que não se adequaram ao Plano Nacional de Segurança de Barragens, segundo avaliação realizada no ano de 2019, estando, portanto, irregulares.

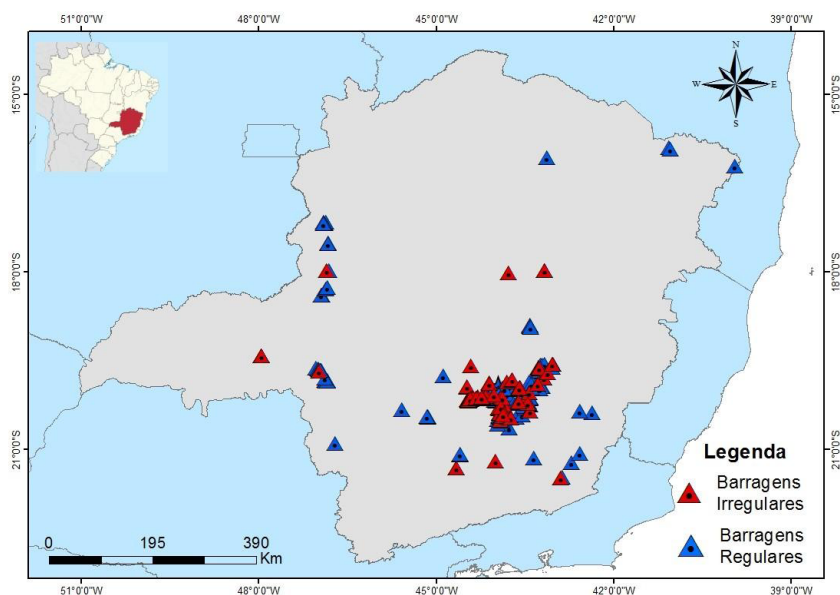
**Figura 1** - Barragens irregulares no Brasil, assinaladas em vermelho



Fonte: elaborada pelas autoras/autor

Relevante considerar a enorme quantidade de barragens que oferecem riscos ou estão irregulares só no estado de Minas Gerais, que abriga cerca de 71% do total de barragens irregulares do país (ESTADO DE MINAS, 2019c). Estas estruturas, indicadas na Figura 2 e destacadas em vermelho, comprometem a segurança nos territórios e a qualidade de vida local.

**Figura 2** -Barragens irregulares no estado de Minas Gerais



Fonte: elaborada pelas autoras/autor

## 2. Barragem I da mina Córrego do Feijão

A exploração de minério de ferro da mina do Córrego do Feijão teve início em 1956, pela Cia de Mineração Ferro e Carvão, passando, em 1973, a ser controlada pela Ferteco Mineração. Em 2003, a mina é incorporada à ainda Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), nominada Vale S.A. a partir de 2009. As negociações já estavam ocorrendo desde 2001, sendo uma reserva disputada entre gigantes estrangeiras da mineração, mas só em agosto de 2003 que a CVRD anuncia, em Assembleia Geral Extraordinária, a incorporação da Ferteco às suas ações, assumindo também todas as responsabilidades (VALE S.A., 2003). Importante salientar que a aquisição ocorre no

período de ápice do ciclo das *commodities*, no qual observa-se uma elevação exponencial no preço dos produtos minerais no mercado internacional, principalmente, do minério de ferro, chegando até à 392% e garantindo às mineradoras uma crescente escala de lucros (SANTOS, 2015).

A Licença Operacional (LO) expedida pelo Conselho de Política Ambiental (COPAM) para a mina do Córrego do Feijão, nº 2011/2011, previa capacidade instalada de beneficiamento de 5,992 milhões de toneladas (Mt) e um *Run of Mine* (ROM) de 5,922 Mt (SIAM, 2018). No entanto, segundo os balanços emitidos pela mineradora, a mina operava com produção de 9 Mt, sendo responsável por 2% da produção da Vale S.A. (SIAM, 2018).

No final de 2018, a Vale S.A. encaminhou um pedido de Licença Prévia (LP), concomitante à Licença de Instalação (LI), para ampliação da exploração de minério de ferro na mina do Córrego do Feijão. A solicitação feita previa uma expansão da mina em 88% e vida útil até 2032. Em termos de produção anual, esse projeto aumentaria a capacidade produtiva de 10 Mt para 17 Mt. Além disso, ainda era proposto no escopo do projeto a regularização da atividade de recuperação de finos da mina do Córrego do Feijão e a implantação de um rejeitoduto para transporte do material para as usinas de beneficiamento.

A partir da Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, aprovada logo após ao rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, que estabeleceu novos critérios para a classificação, de acordo com o porte e potencial poluidor, a mina do Córrego do Feijão teria classificação quatro e, conseqüentemente, sua modalidade de licenciamento deveria ser o Licenciamento Ambiental Concomitante, categoria LAC1. Porém, considerando a Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004, artigo 8º, o empreendimento deveria ser classificado na categoria seis, pelo fato de estar compreendido na zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, o que implicaria na modalidade de Licenciamento Ambiental Trifásico (LAT) (COPAM, 2004).

No entanto, a Vale S.A. solicitou à Superintendência de Projetos Prioritários (SUPPRI), que o processo fosse reorientado para a categoria LAC1, de acordo com Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, justificando que a ampliação aconteceria em uma área já antropizada (COPAM, 2017). A solicitação foi acatada pela SUPPRI e instruída pelo Relatório Técnico nº 14/2018 (CGE, 2019).

Contudo, a própria SUPPRI, que inicialmente aceitou a justificativa que a área já seria antropizada, se contradiz ao apresentar o Relatório Técnico nº 14/2018, apontando que o projeto causaria supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente (APP). Além disso, a área “considerada” como já antropizada corresponde a 13,15 hectares de vegetação nativa, o que equivale a 18 campos de futebol, derrubando assim o argumento apresentado pela mineradora.

Mesmo com mobilização e pressão das comunidades que vivem nas proximidades da mina do Córrego do Feijão, o presidente suplente da Câmara de Atividades Minerárias decidiu dar continuidade ao processo que seguiu normalmente os seus trâmites institucionais. Entendendo a gravidade da situação, o Fórum Nacional da Sociedade Civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas (FONASC), apresentando diversos argumentos técnicos, solicitou a retirada de pauta do PA COPAM nº 00245/2004/050/2015 (CMI/COPAM, 2018), que trata do pedido de licenciamento para a ampliação da mina do Córrego do Feijão.

Ao receber o relatório do FONASC, o Secretário de Meio Ambiente de Minas Gerais respondeu às considerações que, segundo este, tratava-se de problemas irrisórios e meramente procedimentais (SEMANON, 2019). O licenciamento foi aprovado pela Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD), no dia 11 de dezembro de 2018. A Figura 3 traz a linha do tempo das ações que envolveram o licenciamento.

Ainda, cabe ressaltar que, no intervalo de tempo entre o rompimento de Fundão, em Mariana, e o rompimento de Córrego do Feijão, em Brumadinho, a Vale S.A., mineradora proprietária de ambos empreendimentos, não teve nenhum de seus pedidos de licenciamento recusados pela SEMAD. Nesse período foram aprovados 33 processos apresentados pela mineradora, segundo Levantamento do Estado de Minas Gerais (ESTADO DE MINAS, 2019a).

A mina do Córrego do Feijão integra o complexo minério Paraopeba, que acomoda, além da barragem I, outras 12 estruturas utilizadas nos processos de extração mineral, incluindo barragens de disposição de rejeitos, captação de água, retenção de sedimentos, entre outros. Em 2018, o complexo Paraopeba foi responsável pela produção de 27,3 Mt de minério ferro, o que corresponde à 7% da produção total da Vale S.A.

**Figura 3** -Linha do tempo: do licenciamento à ruptura

Fonte: elaborada pelas autoras/autor

Como todo o escopo do projeto foi aprovado pela SEMAD, é importante notar que a Vale S.A. estava autorizada a operar a atividade de recuperação de finos da mina do Córrego do Feijão e também a implantar um rejeitoduto externo aos empreendimentos minerários para o transporte do material até as usinas de beneficiamento.

Além do complexo minerário do Paraopeba, o município de Brumadinho e região abrigam o Parque Estadual da Serra do Rola Moça, região de conflito entre as mineradoras e a comunidade de Casa Branca, que luta contra a reativação de uma mina no território. Abrigam ainda o Instituto Inhotim, a Comunidade Indígena Pataxó Hã Hã Hãe e os quatro quilombos: Sapé, Marinhos, Ribeirão e Rodrigues. O enorme potencial turístico e a capacidade produtiva local agrupou produtores familiares, na maioria orgânicos, e empreendedores do setor de turismo.



### 3. De Brumadinho a Três Marias: a contaminação do rio Paraopeba

O rompimento da barragem I da mina do Córrego do Feijão despejou 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração na bacia do rio Paraopeba (FIGURA 4), segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A nascente do rio fica localizada no município de Cristiano Ottoni, mesorregião metropolitana de Belo Horizonte, e sua foz na represa de Três Marias, no município de Felixlândia.

**Figura 4** -Espalhamento dos rejeitos no rio Paraopeba



Fonte: elaborada pelas autoras/autor com base no Google Earth

Desde Brumadinho, com 40 mil habitantes, até o rio São Francisco, em Três Marias, são pelo menos 933.263 Atingidos e Atingidas que, ao longo do rio Paraopeba, desenvolvem como principal atividade econômica a agricultura e piscicultura. Em conjunto, os municípios representam o maior fornecedor de produtos à Central Estadual de Abastecimento (CEASA) da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), ainda, o rio Paraopeba é responsável pelo abastecimento de 53% da demanda de água da mesma (CBHSF, 2017).

O processo do trabalho de extensão e pesquisa que motiva este texto inclui as áreas gravemente atingidas pelo rompimento da barragem I da mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho, também na região metropolitana de Belo Horizonte, tais como a Colônia de Santa Isabel, na região da Citrolândia, município de Betim, e as áreas no município de São Joaquim de Bicas. Finalmente, os municípios cujos rios deságuam no São Francisco, Felixlândia e Três Marias, na rota da lama de rejeitos.

O rio Paraopeba divide os municípios de Betim e São Joaquim de Bicas, sendo fundamental para o abastecimento, a reprodução das atividades econômicas e

de subsistência e a pesca das comunidades que vivem à beira-rio. Nas duas margens os impactos mudam a vida das comunidades, ainda invisíveis, em sofrimento, sem suporte e sem informação desde o dia do rompimento.

Historicamente, a região da Colônia de Santa Isabel, antigo leprosário construído na década de 1930 e integrado ao município de Betim somente no final da década de 1980, é marcada pela segregação e pelo estigma social. A região foi escolhida para abrigar a Colônia justamente pela proximidade com o rio Paraopeba, facilitando o abastecimento de água, despejo de esgoto e cultivo de alimentos, além de ser considerada uma região de clima favorável para o tratamento da Hanseníase (FUNARBE, 2017), mitificada como a doença da pobreza.

As terras da colônia ainda pertencem ao estado de Minas Gerais. Hoje, é uma região de pescadores e agricultores em processo de descaracterização, incorporando-se à organização urbana. Logo após o rompimento da barragem I da mina do Córrego do Feijão, cerca de 250 famílias foram evacuadas, de forma aterrorizante, de suas casas (R7, 2019).


Após a passagem da lama de rejeitos, as famílias foram orientadas a retornar ao local. No entanto, não há nesta região de Betim, nem mesmo na outra margem do rio, em São Joaquim de Bicas, informação qualificada aos Atingidos no que tange tanto às violações materiais, imateriais e morais sofridas, quanto aos riscos que estão expostos.

Além de algumas constatações previamente levantadas durante o trabalho de campo, os órgãos ambientais competentes do estado de Minas Gerais já verificaram quantidades de metais pesados, como mercúrio, manganês, cromo e níquel, além dos limites de classe 2 estabelecidos pelo COPAM. O Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e a Agência Nacional de Águas (ANA) apresentaram, em conjunto, nos dias posteriores ao rompimento da barragem I da mina do Córrego do Feijão, boletins diários de monitoramento dos indicadores de qualidade da água do rio Paraopeba (FIGURA 5).

Há uma questão a ser tratada que se refere aos parâmetros utilizados, não padronizados, para pesquisas. Há mais de uma referência, algumas mais outras menos restritivas, não havendo, então, uniformidade para a análise dos índices de qualidade. No entanto, foi possível identificar altos níveis de contaminação já nos primeiros dias.

O boletim do dia 20 de fevereiro de 2019, menos de um mês após o rompimento, mostrou resultados de concentração de mercúrio no ponto de captação da RMBH e nos municípios de Mário Campos e Pará de Minas, em desconformidade com os limites permitidos pela Deliberação Normativa do COPAM (COPAM, 2008).

Figura 5 -Boletim de monitoramento do rio Paraopeba publicado em 20/02/2019



Mercúrio Total µg/L	BP036 Brumadinho	BPE2 Captação RMBH	BP068 Mário Campos	BP070 S. J. de Bicas	BP072 Betim	BPE3 Mont. Capt. Pará de M.	BPE4 Captação Pará de M.	BP082 Esmeraldas	BP083 Paraopeba	BP078 Curvelo	BP099 Pompéu
Limite DN 1/08	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Máximo Histórico	0,2	sem dado	0,2	0,2	0,2	sem dado	sem dado	0,2	0,2	0,2	0,2
25/01/2019	<0,2	sem dado	<0,2	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado
26/01/2019	sem dado	<b>2,13</b>	<b>4,23</b>	<0,02	<0,02	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado
27/01/2019	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
29/01/2019	sem dado	<b>0,26</b>	<0,2	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
30/01/2019	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
31/01/2019	<0,2	<b>1,05</b>	<b>1,67</b>	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
01/02/2019	<0,2	<b>0,47</b>	<b>0,49</b>	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
02/02/2019	<0,2	<b>0,24</b>	0,2	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
03/02/2019	<0,2	<b>0,266</b>	<0,2	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
04/02/2019	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
05/02/2019	<0,2	<0,2	<b>0,367</b>	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
06/02/2019	<0,2	<b>1,283</b>	<b>0,503</b>	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
07/02/2019	<0,2	<b>0,27</b>	<b>0,356</b>	<0,2	<0,2	sem dado	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
08/02/2019	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	sem dado	<b>0,317</b>	<0,2	<0,2	<0,2	sem dado
09/02/2019	<0,2	<b>0,254</b>	<b>0,274</b>	<0,2	<0,2	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
10/02/2019	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
11/02/2019	<0,2	<b>0,241</b>	<0,2	<0,2	<0,2	sem dado	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
12/02/2019	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

**Em vermelho:** Resultados em desconformidade com o limite de classe 2 da DN COPAM/CERH 01/08

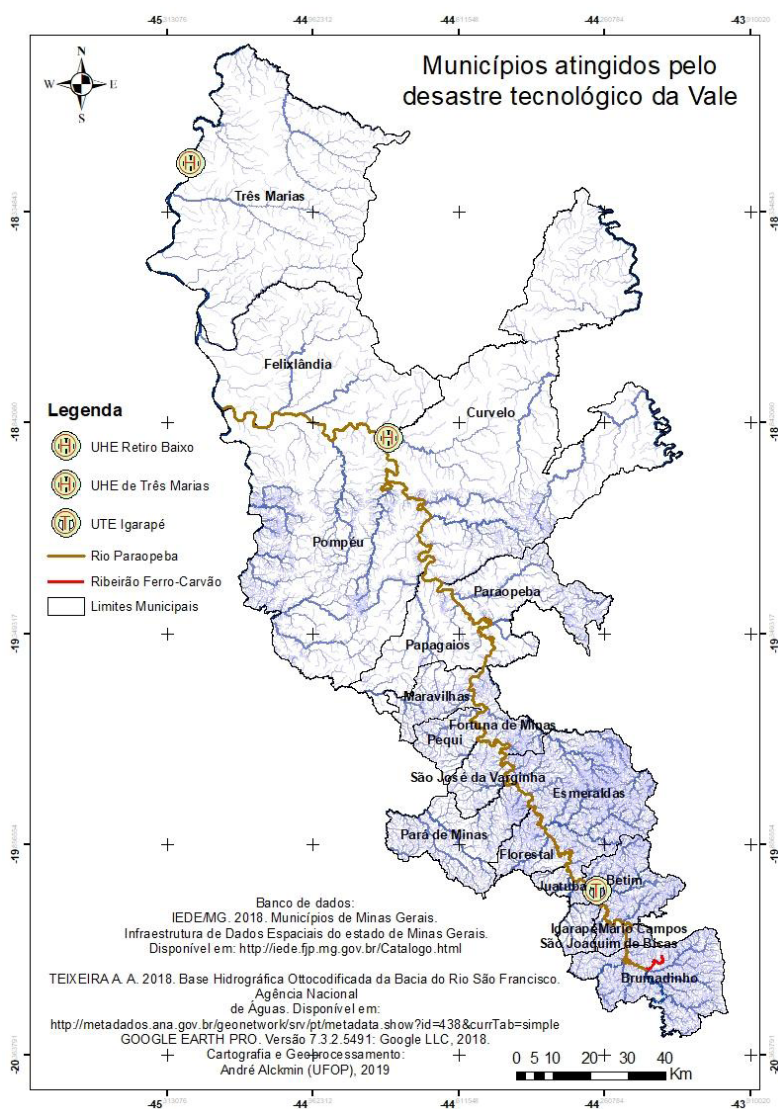
Fonte: IGAM (2019)

Ao contrário do que ocorreu no processo de crimes sucessivos na bacia rio Doce, alguns prefeitos e parlamentares das cidades atingidas no Paraopeba (FIGURA 6) se posicionaram, desde o início, com autonomia. Os municípios de Três Marias, Felixlândia e Morada Nova de Minas, agregando o executivo e o legislativo locais, juntamente com Comitês de Bacias, COPASA, CEMIG, Polo Três Marias/UFOP, representações de classe, incluindo pescadores, Movimento de Atingidos por Barragens (MAB) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) instituíram um arranjo local em diálogo com o Ministério Público e outras instâncias do Estado.

Assim, a atuação se deu de forma preventiva. Apesar de, naquele momento, não serem ainda reconhecidos como Atingidos e informados que os municípios não seriam impactados, sendo a Vale S.A. incapaz de assegurar tal possibilidade, passaram

a se autodefinir como Atingidos, categoria que indica que sofreram perdas devido ao colapso da barragem. Para se evitar a federalização do processo, o município de Três Marias, embora participando de iniciativas comuns, não integra o processo socioambiental, que tem como limite o município de Pompéu. Integra um segundo processo, o socioeconômico.

**Figura 6** -Municípios atingidos na bacia do rio Paraopeba



Fonte: elaborada pelas autoras/autor

## 4. Os (des)encaminhamentos do desastre e o futuro das comunidades

Membranas de contenção, tecido filtrante, para evitar a dispersão das partículas sólidas, foram instaladas, pela empresa, em Pará de Minas, com o objetivo proteger o sistema de captação de água do município. Previamente, o Instituto SOS Mata Atlântica informou que a tecnologia utilizada só poderia reter 50% dos rejeitos. No entanto, o que se constatou foi que apenas os sólidos em suspensão na profundidade de alcance da membrana foram retidos, a saber de dois a três metros, conforme informada pela Vale em seu site (VALE S.A., 2019). Isso significa que metais diluídos e sólidos abaixo do alcance das membranas não foram contidos.

No caso de Mariana, quando as empresas e outros pesquisadores falavam em rápida recuperação do rio Doce, as pesquisas realizadas pelo Laboratório de Educação Ambiental: Arquitetura, Urbanismo, Engenharias e Processos Articulados para a Sustentabilidade (LEA-AUEPAS), da Universidade Federal de Ouro Preto, apontavam um horizonte de tempo de 30 a 50 anos para recuperação parcial, considerando que fossem conduzidos todos os processos de biorremediação, precaução, prevenção, renaturalização de áreas e retirada da lama dos locais onde estava inicialmente estagnada e sua alocação em espaços adequados, além de processos seguros para se evitar a maximização de contaminações.

O rompimento da barragem de Fundão liberou cerca de 55 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração (ONU, 2015), sendo reconhecido, até o momento como maior desastre envolvendo barragens de rejeitos no mundo. Parte da lama foi retida, casualmente, na Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, conhecida como Candonga, nos limites dos municípios de Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado. A Usina Hidrelétrica de Candonga é controlada pela Aliança Energia, um consórcio entre a Vale S.A. e a CEMIG.

Estudos então realizados também indicaram que seria necessário um intenso trabalho de educação ambiental nas escolas dos territórios atingidos, tanto nas áreas urbanas quanto nas áreas rurais. Entendeu-se que, mesmo adotando todas essas medidas, ainda assim seria impossível conter toda a contaminação, uma vez que houve a somatória de contaminantes que, com o deslocamento da lama além da calha e

mesmo, em vários casos, fora dos limites as margens dos rios, foram suspensos e carregados pelos cursos d'água.

Houve crítica a tais conclusões, uma vez que as possibilidades de recuperação dos territórios não são parte da rotina de processos ambientais no Brasil. Ainda, porque a verdade é por vezes qualificada como alarmismo. O fato é que, agora, da mesma forma como ocorreu na bacia do rio Doce, as análises objetivas não têm sido comunicadas, em toda sua extensão, à população e nem mesmo a autoridades. No caso de Brumadinho, em um primeiro momento, já se admitiu que os rejeitos liberados pelo rompimento da barragem I seriam tóxicos. No entanto, os processos tecnológicos pós-desastres e suas escolhas não são de conhecimento público e nem mesmo, por vezes, seus limites e consequências são do conhecimento das autoridades e, muito menos, da população. As possibilidades de risco e prevenção não são compartilhadas.

A lama e os rejeitos revolvidos, liberados pelo rompimento da barragem I da mina do Córrego do Feijão se deslocaram rumo à Usina Hidrelétrica (UHE) de Retiro Baixo, consórcio Eletrobras/Furnas (49%), Cemig (49,9%) e Orteng (1,1%), localizada entre os municípios de Felixlândia e Pompéu e, ultrapassando a barreira da Usina, atingiram os demais municípios chegando até ao rio São Francisco. O caso da UHE Candonga, em Mariana, que reteve parte da lama com rejeitos revolvidos, segundo alguns técnicos, motivou o planejamento para que UHE de Retiro Baixo, certamente também por seu porte, fosse definida para receber e conter os resíduos. No entanto, assim como Candonga, Retiro Baixo foi incapaz de conter o fluxo de rejeitos que seguiu o curso dos rios.

A Vale S.A., e mesmo os órgãos do Estado, afirmaram que os rejeitos não atingiram o rio São Francisco. Pouco tempo depois, o “Retrato da qualidade da águas nas bacias da Mata Atlântica”, publicado pela Fundação SOS Mata Atlântica, no ano de 2019, apontou altos níveis de contaminação em amostras coletadas nos rios Paraopeba e Alto São Francisco. Mesmo com o estudo apresentado, a mineradora negou que a lama tóxica tivesse chegado ao rio São Francisco e, de acordo com a mesma, a pluma de rejeitos teria sido contida em Retiro Baixo. Contrariando as informações apresentadas pela mineradora, no dia 28 de março de 2019, a Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), que acompanhava o deslocamento da lama por imagens de satélite, confirmou a chegada dos rejeitos no rio São Francisco (FUNDAJ, 2019).

Desde o início, a eficácia das membranas de contenção da lama com resíduos foi questionada. A empresa, sequer apresentou uma avaliação dos resultados obtidos. Embora a Fundação SOS Mata Atlântica tenha afirmado que houve redução de cerca de 50% dos rejeitos em áreas de município à montante da usina, os rejeitos finos continuaram a seguir o fluxo dos rios. O rio Paraopeba continuou a seguir seu curso, agonizando, morto em alguns locais, e levando, além da lama carregada, incerteza e medo para as comunidades que dependem de suas águas.

Segundo o Plano Emergencial, demandado pelo Ministério Público de Minas Gerais, a empresa deveria construir diques no entorno da barragem para conter rejeitos liberados e reter o vazamento de resíduos grossos e pesados. A Vale S.A., por meses, afirmava que haveria a contenção dos resíduos sólidos e controle da turbidez da água na Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo, mesmo com evidências que não seria possível impedir a contaminação físico-química. No entanto, não se falava em controlar a expansão de áreas contaminadas por metais pesados. As unidades responsáveis por tratamento de água já afirmavam que o rio Paraopeba não poderia mais ser utilizado para o consumo humano. Por fim o Governo de Minas Gerais proibiu, no dia 24 de fevereiro de 2019, o uso da água do rio Paraopeba entre Brumadinho e Pompéu (ESTADO DE MINAS, 2019b).

Se a água não é adequada para uso humano, não é também para uso animal ou vegetal. Processos de biocontaminação e biomaximização, um ano depois, continuavam a acontecer sem nenhuma intervenção de controle. As ações que ocorreram nos anos seguintes continuam sendo insuficientes para, de fato, conter a lama carregada e os elementos tóxicos que se movimentam com os processos naturais, como as chuvas. Ao consumir água ou se alimentar da vegetação contaminada às margens do rio e, depois, tornar-se alimento para o ser humano, o animal é protagonista no ciclo de contaminação. O mesmo ocorre com peixes – até mesmo na sua cadeia alimentar, se consumir outros peixes ou animais contaminados.

Há de se ressaltar ainda a contaminação pelo ar. Os metais não se instalam apenas nas vias respiratórias e pele de seres humanos, mas também em animais. E assim segue o que se denomina o crime continuado.

O Termo de Ajustamento Preliminar (TAP), assinado no dia 20 de fevereiro de 2019, conduzido pelo Ministério Público Federal (MPF), determinou que a Vale S.A.

deveria iniciar a remoção do volume de lama lançada pelo rompimento da barragem, informando semanalmente as atividades realizadas e os resultados obtidos. Aí reside a medida fundamental e esquecida no cotidiano das discussões: os rejeitos precisam ser retirados e alocados tecnicamente em local adequado com total rapidez e de forma tecnicamente adequada, para que não continuem a ser lançados nos recursos hídricos, maximizados quando há chuvas e, mais ainda, quando secam, tornando-se também poeira. Entende-se que esta deveria ser uma medida tomada como emergência, que os rejeitos deveriam ser mantidos em lugar seguro e sob permanente inspeção, o que ainda não ocorre. O fato é que houve um avanço da erosão com os rejeitos da barragem sendo carreados para os cursos hídricos.

Em seu site institucional, a mineradora Vale S.A. afirmou que daria início a um barramento aos rejeitos feito por rochas, que foram estocadas para tal finalidade. É inacreditável que tal medida tenha sido tomada mais de um mês após o desastre. A ocorrência de chuvas frequentes facilitou o trânsito de material contaminado rio abaixo, que em seu curso continua a contaminar mais recursos hídricos, animais, a flora, o ar e as pessoas! Ainda, apenas no final do primeiro semestre de 2020, foram asseguradas assessorias nos territórios, para garantir suporte técnico às comunidades.

## *5. A construção do desastre: dúvidas não esclarecidas*

Várias dúvidas rondam, todavia, os motivos que levaram à ruptura da barragem I do Córrego do Feijão, embora tenham sido descritas em Ação Civil Pública (ACP), homologada ainda em 2019, em outros atos do judiciário, em artigos e em denúncias das vítimas. Conjecturas como a incidência de sismos, a exemplo de afirmações iniciais sobre a razão do colapso de Fundão e galgamento em Santarém, surgiram, certamente na tentativa de conduzir a discussão para um mero acidente. Entretanto, a hipótese aqui levantada pressupõe problemas de drenagem da barragem. Imagens de satélite corroboram com esta análise (FIGURA 7).



**Figura 7** -Indícios de água na barragem I



10/10/2017

Fonte: elaborada pelas autoras/autor com base no Google Earth

As mesmas mostram claramente a existência de água superficial no lado oposto ao dique de contenção e sua drenagem - o que pode gerar um gradiente de pressão hidrostática. Retratam ainda, as imagens, o fato da crista de ruptura “coincidir” com essa área (FIGURAS 8, 9 e 10), que ora estava saturada ora estava seca. Indicam também a existência de uma depressão topográfica nesse terreno.

**Figura 8** -Imagem de satélite da barragem I em 10/06/2017



Data da imagem: 10/06/2017

Fonte: elaborada pelas autoras/autor com base no Google Earth

**Figura 9** -Imagem de satélite da barragem I em 01/06/2018



**Data da imagem: 01/06/2018**

Fonte: elaborada pelas autoras/autor com base no Google Earth

**Figura 10** -Imagem de satélite após ruptura



**Data da imagem: 04/03/2019**

Fonte: elaborada pelas autoras/autor com base no Google Earth

Tais informações conduzem os questionamentos a problemas de drenagem, o que poderia gerar erosão do tipo “*piping*” (erosão interna) e abalar a segurança geotécnica da barragem. O cuidado com os sistemas de drenagem para manter as subpressões em níveis aceitáveis é amplamente reconhecido pela literatura científica.

Os drenos, estruturas comuns a todos os métodos construtivos, são responsáveis por prevenir excessos de poro pressão devido ao fluxo de água da barragem (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016). As forças de poro pressão são forças favoráveis ao movimento. Caso não haja eficiência no sistema de drenagem em direcionar o fluxo na barragem, podemos ter a ocorrência do fenômeno chamado “*piping*”, definido como a erosão interna que provoca a remoção de partículas do interior do solo, formando “tubos”. Ainda, segundo a Resolução SEMAD/FEAM nº 2.372/2016, esse tipo de erosão é citado como mecanismo que ocasiona o rompimento de barragens (SEMAD; FEAM, 2016).

Concomitantemente ao problema de drenagem interna, o que inevitavelmente tende a aumentar o volume de água interna, destaca-se o fenômeno de liquefação do rejeito. Esse fenômeno pode ser mais bem explicado pelo comportamento não newtoniano no colapso, favorecido pelas características granulométricas das partículas, predominantemente areia e silte.

Resumidamente, fluidos não newtonianos são aqueles que, cessado o estresse (tensão), no caso a pressão exercida pelo dique, subitamente comportam-se como um líquido. O sinergismo entre esses fatores aparentemente fomentou a ruptura da barragem com aporte de energia cinética e um comportamento viscoso. A alta viscosidade efetiva dos líquidos não newtonianos ajuda-os a misturar melhor as partículas granulares durante o escoamento em comparação com a água (LI; ZHAO, 2018). Isso explicaria o poder de arraste da lama de resíduos! Desta forma pode ter sido potencializado o desastre ocorrido, tanto no que se refere à energia cinética quanto ao poder de arraste. É responsabilidade da Vale, entretanto, informar o que realmente ocorreu.

## 6. Considerações finais

Este artigo não tem a pretensão de estudar em profundidade as causas do rompimento da barragem, mas motivar reflexões e trazer à luz questionamentos que só poderão ser explicados pela empresa responsável. Como em Mariana, os responsáveis estavam cientes da possibilidade de tragédia e do risco potencial. Ainda assim, pouparam esforços assertivos na resolução do problema.

As medidas pós-desastre são muito aquém das possibilidades da engenharia e do conhecimento disponível para reduzir danos e crimes resultantes da falta de engajamento na solução de problemas tecnológicos da mineração. Ademais, o texto pretende motivar questionamentos sobre o significado das afirmações de ausência de riscos que, na realidade, não condizem com as referências científicas. Isso é tão grave quanto a comunicação de risco de forma irresponsável. Indica, como medida imediata a ser tomada, a retirada da lama com rejeitos na barragem. Indica ainda que o cuidado com as vítimas, o conjunto de Atingidos, e a retirada da lama com rejeitos da mineração são iniciativas que devem ser implementadas e monitoradas. Sugere, por fim, a retomada dos preceitos de responsabilidade ética nas interferências nos territórios.

Em Brumadinho, como em Mariana, e ao longo das bacias do rio Doce e do Paraopeba, as pessoas acumulam perdas e dores potencializadas pelo descaso e pela desqualificação da empresa que esfacelou suas vidas. Qual a extensão real para os lençóis freáticos, aquíferos e oceanos? Que povos e lugares foram e serão atingidos? Como? Cabe recorrer ao filósofo Hans Jonas como referência para a abordagem do crime inicial, o colapso das estruturas de empreendimentos minerários, crimes que se sucedem, e os riscos que oferecem as demais barragens e processos de outros empreendimentos:

Decerto que as antigas prescrições da ética “do próximo” – as prescrições da justiça, da misericórdia, da honradez etc. – ainda são válidas, em sua imediaticidade íntima, para a esfera mais próxima, cotidiana, da interação humana. Mas essa esfera torna-se ensombrecida pelo crescente domínio do fazer coletivo, no qual ator, ação e efeito não são mais os mesmos da esfera próxima. Isso impõe à ética, pela enormidade de suas forças, uma nova dimensão, nunca antes sonhada, de responsabilidade (ZANCANARO; OLIVEIRA; SANTOS, 2011).

## Referências

AÇÃO CIVIL PÚBLICA. *Autos nº 5000053-16.2019.8.13.0090*. 2019. Proposta pelo Ministério Público Federal de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/acao-requer-reparacao-integral-dos-danos-socioeconomicos-causados-pelo-rompimento-da-barragem-da-vale-em-brumadinho.htm>. Acesso em: 26 jun. 2020.

CARDOZO, Fernando Alves Cantini; PIMENTA, Matheus Montes; ZINGANO, André Cezar. Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração: uma revisão. *HOLOS*, v. 8, p. 77-85, 2016.

CBHSF – Comitê de Bacias Hidrográficas do São Francisco. *III Encontro do CBHSF e Comitês Afluentes do São Francisco*. 2017. Disponível em: <https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/encontro-possibilitou-integracao-dos-afluentes-do-sao-francisco/>. Acesso em: 28 jun. 2020.

CGE – Controladoria Geral de Minas Gerais. *Relatório de Auditoria nº 1370.1239.19 de 07/08/2019*. Minas Gerais, 2019. Disponível em: [http://cge.mg.gov.br/phocadownload/roteiros\\_auditoria/pdf/RA\\_1370.1239.19\\_Conformidade\\_BI\\_SISEMA.pdf](http://cge.mg.gov.br/phocadownload/roteiros_auditoria/pdf/RA_1370.1239.19_Conformidade_BI_SISEMA.pdf). Acesso em: 28 jun. 2020.

CMI/COPAM – Câmara Técnica Especializada de Atividades Minerárias/Conselho Estadual de Política Ambiental. *PA COPAM nº 00245/2004/050/2015*. 2018. *Processo Administrativo para exame de Licença Prévia concomitante com a Licença de Instalação e a Licença de Operação*. 37. Reunião Extraordinária da Câmara de Atividades Minerárias. CMI/Copam, 2018. Disponível em: [http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/S3\\_di76mBPUzzkAoJEjRCtHS346ItEWC.pdf](http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/S3_di76mBPUzzkAoJEjRCtHS346ItEWC.pdf). Acesso em: 29 jun. 2020.

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental. *Deliberação normativa nº 74 de 09/09/2004*. Diário executivo de Minas Gerais, 2004. Disponível em: <http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br/mbpo/recursos/DeliberaNormativa74.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental. *Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1, de 05 de Maio de 2008*. Diário executivo de Minas Gerais, 2008. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/DeliberaNormativaConjuntaCOPAM-CERHn001-2008.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental. *Deliberação normativa nº 217 de 06/12/2017*. Diário executivo de Minas Gerais, 2017. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>. Acesso em: 28 jun. 2020.

ESTADO DE MINAS. Da tragédia de Mariana até a de Brumadinho, Vale obteve todas licenças pedidas em MG. *EM*. Belo Horizonte, 2019a. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/03/08/interna\\_gerais,1036166/tragedia-mariana-brumadinho-vale-obteve-licencas-pedidas-minas.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/03/08/interna_gerais,1036166/tragedia-mariana-brumadinho-vale-obteve-licencas-pedidas-minas.shtml). Acesso em: 28 jun. 2020.

ESTADO DE MINAS. Governo de Minas proíbe uso da água do Rio Paraopeba até Pompéu. *EM*. Belo Horizonte, 2019b. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/02/24/interna\\_gerais,103321/governo-de-minas-proibe-uso-da-agua-do-rio-paraopeba-ate-pompeu.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/02/24/interna_gerais,103321/governo-de-minas-proibe-uso-da-agua-do-rio-paraopeba-ate-pompeu.shtml). Acesso em: 28 jun. 2020.

ESTADO DE MINAS. Minas abriga mais de 70% das barragens interditadas no Brasil. *EM*. Belo Horizonte, 2019c. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/10/16/interna\\_gerais,1093396/minas-abriga-mais-de-70-das-barragens-interditadas-no-brasil.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/10/16/interna_gerais,1093396/minas-abriga-mais-de-70-das-barragens-interditadas-no-brasil.shtml). Acesso em: 28 jun. 2020.

FUNARBE – Fundação Artístico Cultural de Betim. *Dossiê de tombamento do CineTeatro Glória*. Betim, 2017. Disponível em: <http://www.funarbe.betim.mg.gov.br/Content/Documentos/Dossies/Bens-tombados/QIII-Dossie-Cine-Teatro-Gloria-Betim-ex17.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2021.

FUNDAJ. Contaminação chega ao São Francisco. *Fundaj*. 28 mar. 2019. Disponível em: <https://www.fundaj.gov.br/index.php/area-de-imprensa/9434-contaminacao-chega-ao-sao-francisco-2>. Acesso em: 21 jul. 2021.

G1. Pará de Minas decreta situação de emergência por risco de falta de água. *G1*. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/centro-oeste/noticia/2019/02/05/apos-rejeito-de-barragem-atingir-rio-paraopeba-situacao-de-emergencia-e-decretada-em-para-de-minas.ghtml>. Acesso em: 28 jun. 2020.

IGAM – Instituto de Gestão de Águas de Minas Gerais. *Informativo diário dos parâmetros de qualidade água nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre da barragem B1da Mina do Córrego do Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho - Minas Gerais, de 20/02/19*. Belo Horizonte, 2019.

LEA-AUEPAS – Laboratório de Educação Ambiental: Arquitetura, Urbanismo, Engenharias e Processos Articulados para Sustentabilidade. *Mapa das barragens brasileiras que não se adequaram ao Plano Nacional de Segurança de Barragens 2019*. Universidade Federal de Ouro Preto, 2019. Disponível em: <https://maphub.net/leauepasufop/barragens-com-psb-irregular-lea-uepas-ufop>. Acesso em: 28 jun. 2020.

LI, Xingyue; ZHAO, Jidong. Dam-break of mixtures consisting of non-Newtonian liquids and granular particles. *Powder Technology*, v. 338, p. 493-505, 2018.

ONU – Organização das Nações Unidas. *Report of the Working Group on the issue of human rights and transnational corporations and other business enterprises on its mission to Brazil*. Nova York: ONU, 2016. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G16/096/43/PDF/G1609643.pdf?OpenElement>. Acesso em: 28 jun. 2020.

PORTAL R7. Casas de Betim são evacuadas após rompimento de barragem. R7. 2019. Disponível em: <https://noticias.r7.com/minas-gerais/casas-de-betim-sao-evacuadas-apos-rompimento-de-barragem-26012019>. Acesso em: 28 jun. 2020.

SANTOS, Rodrigo Salles P. Mineração e a conjuntura do pós-boom das commodities. *Audiência Pública da Comissão Especial–PL 31/11*. 2015. Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2015/09/Santos-2015-Minera%C3%A7%C3%A3o-e-a-Conjuntura-do-P%C3%B3s-Boom-das-Commodities.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

SEMAD – Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais; FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. *Resolução conjunta SEMAD/FEAM n° 2.372, de 06 de maio de 2016*. Estabelece diretrizes para realização da Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragens de rejeito. Diário do Executivo de Minas Gerais, 07/05/2016. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=41215>. Acesso em: 28 jun. 2020.

SEMANON – Portal Semana On. Brumadinho: crime anunciado. *Portal Semana On*. 2018. Disponível em: <http://www.semanaon.com.br/conteudo/10449/brumadinho-crime-anunciado>. Acesso em: 28 jun. 2020.

SIAM – Sistema de Integrado de Informação Ambiental. *Parecer Único n° 0786757/2018*. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://apublica.org/wp-content/uploads/2019/02/item-52-vale-sa-mina-de-corrego-do-feijao-1-2.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

SOS Mata Atlântica. *Observando os Rios. O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica*. 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/03/Observando-Os-Rios-2019.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

VALE S.A. Vale incorpora a Ferteco. *Vale*. 2003. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/investors/information-market/press-releases/paginas/cvrd-incorpora-ferteco.aspx>. Acesso em: 28 jun. 2020.

VALE S.A. Entenda como funcionam as membranas de contenção no Rio Paraopeba. *Vale*. 18 fev. 2019. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/entenda-como-funcionam-as-membranas-de-contencao-no-rio-paraopeba.aspx>. Acesso em: 21 jul. 2021.

ZANCANARO, Lourenço; OLIVEIRA, J.; SANTOS, R. *Ética para a civilização tecnológica: em diálogo com Hans Jonas*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo, p. 250-266, 2011.