

ARIEL FERREIRA. ATÉ AQUI, 2019.

INSTALAÇÃO *SITE SPECIFIC*, PINTURA COM TINTA DE TERRA E ROCHAS,
MEMORIAL MINAS GERAIS VALE, PRAÇA DA LIBERDADE, BELO HORIZONTE.
FOTOGRAFIA: ARIEL FERREIRA.

MINERAÇÃO, DESASTRES, FORMAÇÃO CRÍTICA: CASOS NO BRASIL E NO CANADÁ

DANIELA CAMPOLINA VIEIRA*

LUSSANDRA MARTINS GIANASI*

JUDITH MARSHALL**

PATRICIA ELLIE PERKINS**

BERNARDO JEFFERSON DE OLIVEIRA*

RESUMO Os Desastres de Rompimentos de Barragens de Rejeitos de Mineração (DRBRM's) têm ocorrido com cada vez mais frequência. Este artigo objetiva traçar alguns paralelos entre três dos maiores DRBRM's do mundo. Estes, ocorridos no Brasil e no Canadá, configuram-se como processos derivados de um *modus operandi* da mineração, que tem seu pico no rompimento, mas não se limita a esse evento. Argumenta-se que a promessa de desenvolvimento local, disseminada pela mineração nos territórios em que são instalados os complexos minerários, é questionável e favorece a produção desses DRBRM's. Nesse contexto, as escolas são alvo da mineração, mas também espaços possíveis de informação e formação crítica cidadã em que as controvérsias, impactos e riscos da atividade minerária possam ser evidenciados e discutidos.

PALAVRAS-CHAVE mineração, desastres, educação.

MINING, DISASTERS, CRITICAL EDUCATION: CASES IN BRAZIL AND CANADA

ABSTRACT Increasingly there have been Mine Tailings Dam Failure Disasters (MTDFD's). This article aims to draw some parallels between three of the largest MTDFD's in the world. These, which occurred in Brazil and Canada, are configured in processes derived from a mining *modus operandi* that results in dam failures but extends far beyond those events. We argue that the promise of local development disseminated by mining in territories where the mining complexes are installed is questionable and favors the production of MTDFD's. In this context, schools are the target of mining, but also possible spaces for information and critical citizen training in which the controversies, impacts and risks of mining activity can be highlighted and discussed.

KEYWORDS mining, disasters, education.

* Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

** York University.

Introdução

Cada vez mais têm ocorrido no mundo os Desastres de Rompimentos de Barragens de Rejeitos de Mineração (DRBRM's), o que tem gerado insegurança sobre a situação das barragens e alertado sobre a forma de atuação de mineradoras em diferentes territórios, assim como sobre a extensão territorial-temporal dos seus impactos (MILANEZ; LOSEKMAN, 2016; ZONTA; TROCANTE, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2019). Neste artigo foram abordados três dos maiores DRBRM's do mundo, em volume de rejeitos: i. rompimento da barragem Fundão da Samarco-Vale-BHP, no dia 5 de novembro em Mariana e no rio Doce, atingindo os estados de Minas Gerais (MG) e Espírito Santo (ES) – Brasil; ii. rompimento da barragem da mina de *Mount Polley* da Imperial Metal, em agosto de 2014, em British Columbia – Canadá; e iii. rompimento da Barragem B1, da Vale S.A., em Brumadinho e no rio Paraopeba, MG – Brasil. No caso dos DRBRM's ocorridos no Brasil, ambos em MG, além de estarem entre os maiores do mundo em volume de rejeitos, o da barragem de Fundão é o maior do mundo em extensão geográfica. Já o da barragem B1 é o segundo maior do mundo em número de vítimas fatais, o maior ocorrido no século XXI (SANTOS; WANDERLEY, 2016; ARMANDA, 2021), além de ser também o maior “acidente” de trabalho do Brasil (ESPINDOLA; GUIMARÃES, 2019).

Estes três grandes DRBRM's possuem similaridades, cuja percepção pode ajudar a traçar estratégias de enfrentamento e prevenção de novos desastres. Considera-se aqui a conceituação de Zhouri, Valêncio, Oliveira *et al.* (2016, p. 37), que classificaram o rompimento da barragem de Fundão da Samarco-Vale-BHP como um desastre tecnológico, entendido como “um desastre atribuído em parte ou no todo a uma intenção humana, erro, negligência, ou envolvendo uma falha de um sistema humano, resultando em danos (ou ferimentos) significativos ou mortes”.

Em um estudo realizado sobre falhas em barragens entre os anos de 1910 e 2010, Azam e Li (2010) determinam dois itens como principais causas de rompimentos:

condições climáticas adversas (que aumentaram de 25% no período anterior ao ano 2000 para 40% após 2000); a má gestão das barragens (que cresceu de 10% antes de 2000 para 30% após 2000). As “condições climáticas adversas” foram apontadas principalmente como chuvas incomuns, atribuídas às recentes mudanças climáticas (AZAM; LI, 2010). Quanto à “má gestão de barragens”, os autores consideraram: a escolha inadequada de procedimentos em suas construções, a manutenção inadequada de estruturas de drenagem e o monitoramento ineficaz ou inexistente. O Boletim 121 da Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD, 2001) também indica, dentre as principais causas de ruptura de barragens de rejeitos, os fatores relacionados à gestão inadequada das estruturas.

A possibilidade de novos DRBRM's acontecerem torna-se cada vez mais iminente, não apenas diante das complicações quanto às mudanças climáticas que tendem a piorar nos próximos anos, mas em relação à quantidade de barragens, que tem aumentado nos últimos anos no mundo, como apontam os estudos de Davies, Martin e Lighthall (2002), Zonta e Trocate (2016) e Santos e Wanderley (2016). Estes autores mostram dados alarmantes quanto às barragens de rejeitos, que têm aumentado em número, em altura dos diques e em volume de rejeitos nos reservatórios. As barragens, segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) no plano nacional de barragens, “independentemente do tamanho do dique e do volume do reservatório, têm certo potencial de risco de ruptura, que podem gerar danos às populações, ao ambiente e à economia” (BRASIL, 2020 p. 18). São estruturas que demandam monitoramento e manutenção, mesmo depois do seu fechamento (IBRAM, 2019; BRASIL, 2020). Os rompimentos ocorridos e a possibilidade de novos desastres nos alertam sobre a importância de medidas diversas e em diferentes instâncias (empresas, governo, população), no intuito de evitar e alertar para que novos DRBRM's não se concretizem.

Neste sentido, o presente artigo visa enfatizar alguns apontamentos conceituais sobre os três DRBRM's ocorridos, considerando-os não como eventos, mas como processos. Essa ênfase advém de pesquisadores e grupos de pesquisa e extensão, como os elencados aqui (VALÊNCIO; OLIVEIRA *et al.*, 2016; ZHOURI, 2018; 2019; WANDERLEY *et al.*, 2016; ZONTA; TROCATE, 2016; CARMO *et al.* 2017), os quais vêm alertando e desenvolvendo estudos a fim de relacionar o desastre da Samarco-Vale-BHP não a um evento isolado, mas aos ciclos de ações e omissões que se

iniciaram antes mesmo do dia do colapso da barragem. Até os dias de hoje, os impactos do rompimento não cessaram. Acredita-se que essa noção de rompimento como processo também se aplica às demais barragens consideradas no artigo e que resultam de um *modus operandi* da própria mineração. A omissão de governos e a falta de informações disseminadas à sociedade quanto aos riscos aos quais está submetida diante de um possível DRBRM são também constituintes do processo de rompimento.

Assim, acrescentam-se a influência e a investida da mineração nas escolas como fatores que favorecem a produção de desastres. Admite-se que as escolas são importantes vias de entrada e sedimentação da promessa de desenvolvimento local que é disseminada pela mineração. Maia e Malerba (2019) indicam, dentre as estratégias de “comunicação” das empresas, o mapeamento de escolas e o desenvolvimento de ações de assistencialismo ligadas aos discursos de “Responsabilidade Empresarial Social” como meios de aproximação e influência da mineração no território em que os complexos minerários são instalados. Desse modo, há toda uma retórica de possíveis benefícios da mineração, desconsiderando impactos, riscos e danos tanto da atividade minerária em si como de DRBRM’s. Segundo aquelas autoras, tal mapeamento configura-se como algumas das estratégias das empresas minerárias, pois, ao chegarem em um território, minimizam possíveis resistências, com o objetivo de “tentar convencer as comunidades locais de que a empresa se preocupa com a sociedade e com o meio ambiente” (MAIA; MALERBA, 2019, p. 13).

Acreditamos que a presença das mineradoras nas escolas, assim como sua constante promessa de desenvolvimento local, juntamente com a *omissão dos governos*, – tanto na fiscalização de barragens e impactos da mineração quanto na garantia de uma educação crítica – são fatores que também contribuem para a produção dos DRBRM’s, além da negligência das mineradoras quanto à gestão das barragens. Nesse contexto, entender a história de DRBRM’s, assim como questionar discursos e ações das mineradoras nos territórios em que atuam e nas escolas, são temáticas importantes para se pensar em mecanismos de informação, formação e participação popular, especialmente em comunidades que podem sofrer com a possibilidade de futuros desastres.

Portanto, neste artigo tem-se o intuito de comparar os rompimentos no Brasil e no Canadá a partir do conceito de *rompimento como processo* e, por meio dessa perspectiva, enfatizar a importância da informação e da formação crítica como um dos caminhos

que, juntamente com a maior fiscalização e monitoramento, possam contribuir para evitar novos DRBRM's. Para isso, utilizam-se três linhas de discussão: 1. Similaridades dos DRBRM's no Brasil e no Canadá; 2. Promessa do “desenvolvimento” local; e 3. Importância da informação e formação crítica nas escolas e comunidades atingidas.

1. Desastres no Brasil e Canadá: rompimento de barragens como processos

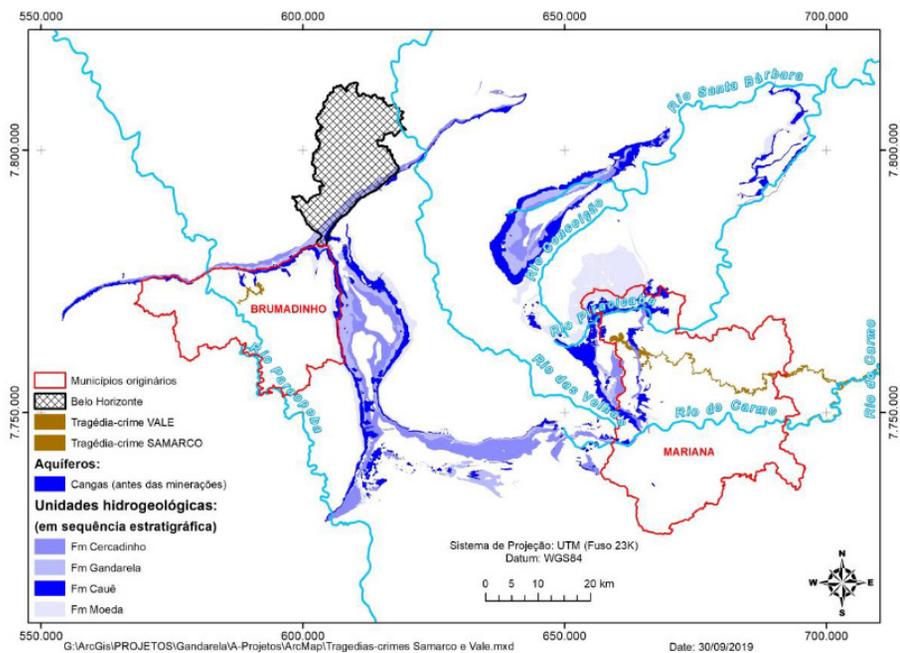
Os dois grandes DRBRM's ocorridos no Brasil (o rompimento da barragem Função da Samarco-Vale-BHP Billiton, no dia 5 de novembro de 2015, no município de Mariana, e o rompimento da barragem B1 da Vale em Brumadinho, no dia 25 de janeiro de 2019) foram vivenciados no estado de MG e, não por acaso, no Quadrilátero Ferrífero (QF) localizado na região central do estado. O QF possui jazidas importantes de minério de ferro e abrange 33 municípios ¹, dentre eles cidades históricas que se constituíram graças à descoberta do ouro, no final do século XVII (SOUZA; REIS, 2006). O estado, cujo nome remete à exploração de minerais, também abriga imensa quantidade de “minas d'água”, com qualidade de potabilidade – enfatizam-se nascentes que vertem para pequenos e grandes rios, formando extensas bacias hidrográficas de importância nacional. Além disso, possui aquíferos de extrema valia para o abastecimento de milhares de pessoas em várias cidades, incluindo Belo Horizonte, a capital do estado, e sua Região Metropolitana (FIG. 1), o que faz com que autores como Beato, Monsores e Bertachini (2006), Madeira *et al.*, (2015) e movimentos ambientalistas ² caracterizem a região como Quadrilátero-Ferrífero-Aquífero (QFA) ³.

¹ <https://qfe2050.ufop.br/municipios-do-qfe>. Acessado em 25/08/2021

² <https://www.facebook.com/movimentopelasserra-seaguasdeminas/>; <https://aguasdogandarela.org.br/>. Acessado em 25/08/2021

³ Para mais informações sobre a designação de movimentos ambientalistas quanto ao quadrilátero ferrífero-aquífero, sugerimos o documentário *Aquífero: do latim “aqui” + “ferre”* <https://www.youtube.com/watch?v=fT4MRQ6HK4s>. Acessado em 25/08/2021

Figura 1 -Localização do Quadrilátero Ferrífero Aquífero e os DRBM da Fundação da Samarco-Vale-BHP Billiton em Mariana e B1 da Vale em Brumadinho em MG/Brasil.



4 Couraças ferruginosas. Afloramentos rochosos rígidos e porosos que possibilitam a infiltração rápida da água de chuva e abastece importantes aquíferos do QF.

5 A Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei Federal 9.433-99 - estabelece como diretriz para a gestão, o uso múltiplo das águas. Em documentos referência de diagnóstico e de gestão como o Plano Diretor da Bacia do rio das Velhas, já há menção da grande demanda hídrica da mineração que, juntamente com outras atividades, impactam o balanço hídrico geral podendo levar a quadros de escassez em um futuro não muito distante. Ver <https://cbhvelhas.org.br/plano-diretor-cbh-velhas/>. Acessado em 25/08/2021

Fonte: Acervo Movimento pelas Serras e Águas de Minas-MovSAM, produzido por Paulo Rodrigues (2019) adaptado pelos autores (2020).

Há uma especificidade geológica nos aquíferos do QFA: a água da chuva que infiltra por anos pela canga ⁴ se armazena em meio ao minério de ferro (LAMOUNIER, 2009). As cangas possuem grande importância na recarga de boa parte dos aquíferos e lençóis freáticos devido à sua elevada porosidade e permeabilidade. Elas ficam altimetricamente acima de algumas formações ferríferas, onde há aquíferos com maior capacidade de abastecimento de água para os municípios do seu entorno. A retirada da canga interfere no sistema de infiltração da água. Ao destruí-la, a mineração impede as recargas desses sistemas. Isto compromete a disponibilidade de água, que em momentos de eventos climáticos adversos, junto com o aumento cada vez maior de demanda de água pela população e pelos empreendimentos diversos, tende a piorar a sua manutenção e sua disponibilidade. Isto reflete na falta de água para o abastecimento humano e para a viabilização/execução de atividades econômicas ⁵.

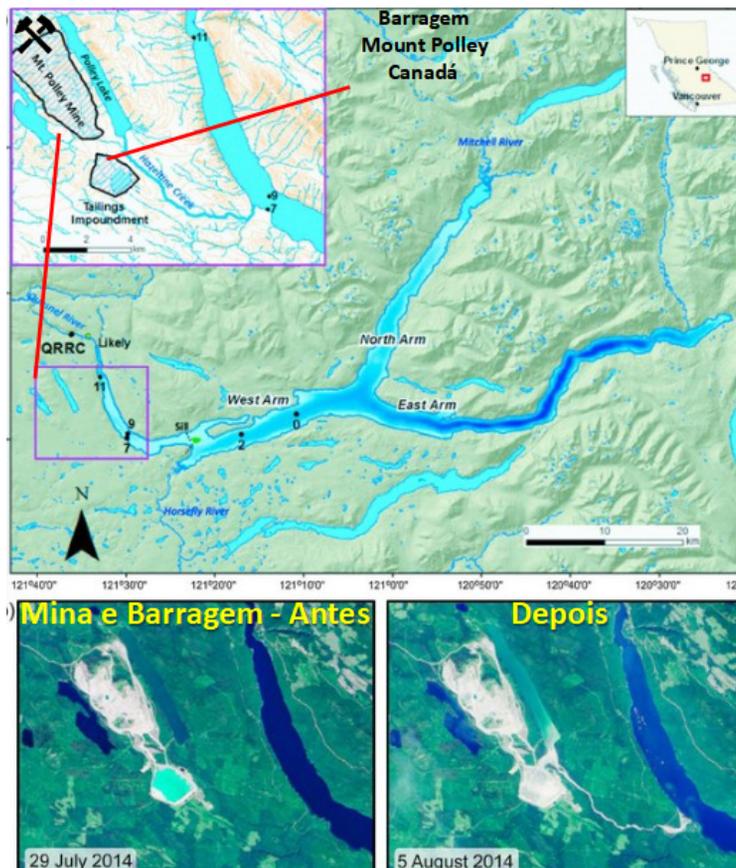
O estado de MG é responsável por quase metade da produção nacional de minérios metálicos, com destaque para a produção de minério de ferro, segundo o Instituto

Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2015). Este é um dos fatores que favorece a grande quantidade de barragens de rejeitos nesse estado, mais de 400 de acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2018). Outro fato que também corrobora o grande número de barragens no estado é o baixo teor de ferro no minério, o que tem produzido grande volume de rejeitos devido à técnica utilizada até hoje para concentração de minério (IBRAM, 2019). Estas condições contribuem para um histórico de vários rompimentos de barragens, especialmente nas últimas décadas (PINHEIRO *et al.*, 2019).

Os rompimentos de Fundão da Samarco-Vale-BHP e Br da Vale S.A ⁶ não são casos isolados no Brasil e no mundo. No Canadá, em agosto de 2014, houve um grande rompimento da barragem da mina *Mount Polley*,⁷ da mineradora Imperial Metals, na província de British Columbia (BC) (FIG. 2), que tem um papel de destaque naquele país, como MG tem no Brasil.

- 6 Mina de ferro.
- 7 Mina de Cobre

Figura 2 - Localização do desastre de rompimento de barragem da Imperial Metals na Mina de *Mount Polley*, na British Columbia/Canadá.



Fonte: Peticrew, *et al.* (2015). Adaptado pelos autores, 2020.

Importantes na produção de minérios metálicos nos contextos dos respectivos países, MG e BC possuem uma quantidade significativa de barragens. Na BC existem 123 barragens de rejeitos, como postado na Revista da Lei Mineral da BC ⁸, local do maior rompimento de barragem na história do Canadá. A mais citada conclusão do relatório dos especialistas independentes sobre o rompimento na BC foi a seguinte: “se o inventário de barragens de rejeitos ativas na província se mantiver igual, e o desempenho futuro refletir o passado, então, em média, deverão ocorrer 2 falhas de barragens a cada 10 anos ou 6 a cada 30”, afirma o *Independent Experts Engineering Investigation and Review Panel* ⁹.

⁸ <http://www.elc.uvic.ca/bc-mining-law-reform-platform>. Acessado em 25/08/2021

⁹ <https://www.mountpolleyreviewpanel.ca/final-report> Acessado em 25/08/2021

¹⁰ Em português, parte do trabalho: https://www.policyalternatives.ca/sites/default/files/uploads/publications/BC%20Office/2018/08/CCPA_polley_report_summary_translation.pdf. Acessado em 25/08/2021

As similaridades com MG reverberam pela forma como o governo canadense e a mineradora se comportaram, antes, durante e depois do rompimento. Os estudos de Marshall (2018, 2019) ¹⁰ evidenciam que em ambos os casos há indícios, documentos e informações técnicas que comprovam que a situação das barragens já era problemática e indicavam risco de rompimento. Estas informações não eram de conhecimento da população que estava à jusante e que foi afetada. Isto atesta a importância da informação e formação crítica em espaços diversos, dentre eles as escolas, para o entendimento dos impactos de DRBRM's e sua escala de danos em nível geográfico.

Postos os dois contextos e entendendo os DRBRM's como processos, é preciso considerar um conjunto amplo de variáveis que levaram aos rompimentos. Pode-se observar que as diversas causas que levam à ruptura de barragens vão muito além de questões meramente técnicas. A partir do estudo de Azam e Li (2010), que analisaram rompimentos de barragens (tanto de armazenamento de água, hidrelétrica, quanto de rejeitos) entre 1910 e 2010, e de pesquisas analíticas dos processos ocorridos antes, durante e após a ruptura da barragem de Fundão em Mariana – MG (GESTA, 2015; ZHOURI; VALÊNCIO; OLIVEIRA; *et al.*, 2016; ZHOURI, 2018; 2019; ZONTA & TROCATE, 2016; CARMO *et al.* 2017), bem como de artigos sobre *Mount Polley* na BC (MARSHALL, 2017, 2018, 2019 e SHANDRO *et al.* 2016), elenca-se um conjunto de fatores, importantes nos processos de DRBRM's, necessários para a discussão aqui impetrada:

- i. a escolha de tecnologias menos seguras e mais baratas;
- ii. a “má gestão da barragem”, sem o devido monitoramento e/ou manutenção e/ou adequação necessária;
- iii. o histórico de práticas corporativas que não respeitam o meio ambiente e visam ao lucro acima da segurança das pessoas e dos ecossistemas;

iv. a ineficiência/captura dos órgãos governamentais fiscalizadores e o Lobbying;
v. a incapacidade das empresas minerárias (propositalmente ou não) em estimar a variedade e intensidade de riscos e impactos nas pessoas, comunidades e ecossistemas afetados direta e indiretamente por rompimentos de barragens.

A ruptura do dique e o extravasamento da lama de rejeitos é o ápice do processo de desastre, mas sua diversidade de impactos se expressa em temporalidades distintas com efeitos a curto, médio e longo prazo. A lama, por exemplo, não simplesmente “passa” pelos lugares, seguindo o curso dos rios. Ela primeiro arrasta, soterra e, por onde passa, é drenada, com os rejeitos permanecendo parcialmente nos sedimentos do fundo de rios e lagos e nas propriedades e lugares atingidos (ESPINDOLA; NODARI; SANTOS, 2019). Esses efeitos dos rompimentos, segundo Hatje *et al.* (2017) e Shandro *et al.* (2016), também nos mostraram o quão despreparados estão as empresas minerárias, os governos e as comunidades frente à complexidade dos processos no pós-desastre.

Mesmo que em proporções diferentes, os efeitos dos rompimentos no Brasil e no Canadá geraram impactos socioeconômico-ambientais que perduram por anos. Os dois grandes rompimentos no Brasil somaram quase 300 mortes, perto de 1.000 (mil) quilômetros de rios impactados (660 km rio Doce ¹¹ e 314 km aproximados no rio Paraopeba ¹²) e aumento de casos de doenças causadas ou associadas ao contato com a lama ou mesmo o impacto psicológico do desastre na vida de comunidades afetadas. Parasitoses, diarreias, gastroenterites, dermatites e infecções das vias aéreas superiores, ansiedade, hipertensão arterial sistêmica e diabete mellitus foram reportadas (FREITAS *et al.*, 2019). Rodrigues *et al.* (2016), ao dissertarem sobre os impactos do rompimento da Samarco-Vale-BHP, ressaltam como os rompimentos podem causar efeitos também na saúde mental, além de comprometer a saúde, devido à escassez e contaminação da água. Pinheiro *et al.* (2019) indicam, por exemplo, o aumento de casos de alcoolismo, depressão e suicídio nas comunidades afetadas mais intensamente pelo rompimento de 2015. Ainda que o desastre em *Mount Polley* não tenha gerado mortes humanas, os danos indicam impactos econômicos e ambientais na região e interferências em modos de vida de vinte e três (23) diferentes comunidades, a maioria indígenas (SHANDRO *et al.*, 2016). A região localizada à jusante da mina de *Mount Polley* (BC) sofreu, após o rompimento de 25 milhões de metros cúbicos em 4 de

¹¹ <https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/rio-doce/rio-doce-saiba-mais>. Acessado em 25/08/2021.

¹² Plano de trabalho de assessoria técnica às comunidades da área 4 – Pompéu e Curvelo – atingidas pelo rompimento da barragem B1 e soterramento das barragens B-IV E B-IV-A da mina córrego do Feijão da empresa Vale S.A. Março de 2020.

agosto de 2014, a contaminação da água, que interfere no ecossistema, e em especial na produção e consumo de peixes (PETTICREW *et al.* 2015; SHANDRO *et al.* 2016; MARSHALL, 2018).

Em MG, após o rompimento da Samarco, a pesca no rio Doce foi suspensa, afetando enormemente a alimentação e o modo de vida de diversas comunidades que vivem às margens do rio, assim como as que vivem às margens do rio Paraopeba –impactado pelo rompimento da Vale em 2019. No lago *Quesnel*, no Canadá, à jusante de *Mount Polley*, houve bioacumulação e impactos no ciclo reprodutivo do salmão (PETTICREW *et al.* 2015; SHANDRO *et al.* 2016). Nos rios Doce e Paraopeba também foram encontradas concentrações de metais pesados consideradas inaceitáveis por ambas as legislações (IBAMA, 2015; ALMG, 2019).

Portanto, tanto no Brasil quanto no Canadá, o rejeito tóxico que permaneceu no fundo dos corpos d'água tende a continuar impactando os ecossistemas ao longo de anos, interferindo em toda a cadeia trófica que envolve desde a comunidade planctônica, invertebrados aquáticos, peixes, anfíbios, répteis, mamíferos e povos que dependem direta e indiretamente das águas (FREITAS *et al.*, 2016; HATJE *et al.*, 2017). Tanto as comunidades indígenas que vivem no entorno do lago *Quesnel* (Canadá) quanto as indígenas, tradicionais e ribeirinhas do rio Doce e Paraopeba (Brasil) foram especialmente afetadas.

2. Promessas questionáveis da mineração: “desenvolvimento” para quem?

No Brasil é comum as mineradoras, mesmo antes de se estabelecerem em um território, contratarem empresas especializadas em comunicação social que fazem parte da disseminação de promessas vantajosas por parte da mineração. Essa linha argumentativa também é divulgada por meio de iniciativas diversas como: financiamento de atividades comunitárias, cursos de formação de professores e projetos de educação ambiental (OLIVEIRA, 2015; ZONTA; TROCATE, 2016; MAIA; MALERBA, 2019; CAMPOLINA; GIANASI; OLIVEIRA, 2019, CAMPOLINA, 2019). Uma das promessas midiáticas territoriais mais comuns é a de que a mineração irá trazer

“desenvolvimento”¹³ para a região. Uma concepção de desenvolvimento geralmente vinculada às melhorias econômicas, tendo a promessa de emprego como a maior propaganda. No intuito de indicar alguns aspectos controversos dessas promessas de “desenvolvimento” nas localidades em que as mineradoras se instalam, foram utilizados dois aspectos dignos de discussão: a. temporalidade; e b. aspectos sistêmicos.

A. Temporalidade

A discussão sobre a temporalidade pode ser sustentada por três linhas que se entrelaçam: i. a temporalidade do empreendimento; ii. a temporalidade dos empregos; e iii. a temporalidade dos impactos.

Quanto à *temporalidade do empreendimento*, é preciso lembrar que os minerais são recursos não renováveis e a mineração permanece em um território apenas até que haja minério com viabilidade econômica para ser explorado. Portanto, sobre o discurso de desenvolvimento para a região, se ele estiver apenas vinculado à presença da mineração-minério, esta poderia ser questionada por ser uma atividade que tem prazo para terminar. Um exemplo disso é a cidade de Raposos, localizada no QFA e na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Como bem ilustra a autora Lopes (2019) “uma cidade que a mineração criou e destruiu”; um “município com prazo de validade”, pois, depois do fechamento da mina de Morro Velho, tornou-se uma “cidade dormitório”. O fechamento de uma mina pode ocorrer mesmo na presença do mineral explorado, uma vez que se este se apresentar em baixas taxas e/ou tiver reservas de difícil prospecção, pode resultar no abandono da cava, antes do tempo de vida da mina (IBRAM, 2019).

A *temporalidade dos impactos* vincula-se não apenas ao tempo de operação de uma mina, mas também ao tempo demandado para os cuidados a *posteriori* da barragem, por exemplo, após o fechamento de uma mina e/ou desativação de uma barragem. As barragens de rejeitos de mineração são estruturas complexas, que demandam monitoramento e manutenção constantes (BRASIL, 2020). A segurança de barragens de rejeitos também inclui uma boa gestão pós-fechamento, que geralmente é o momento em que há menor rentabilidade da empresa (PULINO, 2010).

Apesar das legislações brasileira e canadense preverem Planos de Fechamento de Mina¹⁴, a forma como empresas e governos contribuíram na produção de DRBRM's

13 Há diversos conceitos de desenvolvimento, inclusive, o uso do discurso de “desenvolvimento sustentável”, também pelas empresas minerárias. Mas não é intuito deste artigo adentrar essas terminologias, mesmo tendo ciência de sua pluralidade e complexidade. Por isso será usado apenas o desenvolvimento vinculado à economia, que se entende como uma das vertentes mais explícitas da ideia de desenvolvimento levada pela mineração aos territórios em que são implantados os complexos minerários. Sugere-se as publicações dos grupos de pesquisa PoEMAS e GESTA para uma leitura mais aprofundada sobre desenvolvimento e mineração.25/08/2021.

14 A legislação brasileira possui como referência regulatória os manuais de boas práticas desenvolvidos pela Mining Association of Canada. <https://ibram.org.br/noticia/mineradoras-terao-novo-guia-de-boas-praticas-para-gestao-de-rejeitos/>; <https://portaldaminerao.com.br/acervo/publicacoes>. Acessado em 25/08/2021.

15 <https://www.otempo.com.br/cidades/em-ruinas-a-barragem-de-maior-risco-em-minas-gerais-esta-em-rio-acima-1.2129572>;

<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/05/13/socios-de-mineradora-que-abandonou-barragens-em-rio-acima-sao-procurados.gh.html>; <https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/mpmg-participa-de-inspecao-na-barragem-mina-do-engenho-em-rio-acima.htm>. Acessado em 25/08/2021.

nos respectivos países nos leva a questionar não apenas o projeto técnico de fechamento de mina, mas também a estimativa econômica e a disponibilização dos valores para tal, independentemente de flutuações do preço do minério no mercado internacional. No Brasil há casos como o que ocorreu no município de Rio Acima, MG, com a Mina do Engenho, abandonada pela mineradora Mundo Mineração, que faliu. Devido ao perigo de contaminação da água de abastecimento da capital com cianeto, o estado assumiu os gastos ¹⁵. É tão grave o abandono que o custo de recuperação dessas estruturas, nos EUA, poderia superar a produção mineral anual desse país, (desconsiderando os combustíveis minerais), conforme Mascarini (2013) em relatório de dados apresentado ao Congresso dos Estados Unidos.

Ainda quanto à temporalidade, devem-se considerar os impactos gerados pelos DRBRM's, tendo os exemplos dos três rompimentos analisados, e que perduram por anos no ambiente, afetando a saúde das pessoas atingidas.

Em relação à *temporalidade dos empregos* é preciso considerar que os empregos na mineração não são eternos. Duram apenas enquanto a mina está ativa e se modificam no tempo e conforme a geografia que a cava retrata. E, mesmo durante esse período, há uma diminuição no número de empregos após a etapa de instalação da infraestrutura dos complexos mineradores (ZONTA; TROCATE, 2016).

A promessa de emprego pode ser considerada uma das linhas mestras na concepção de que a mineração traz “desenvolvimento” para a região. Por isso também é importante elencar outros elementos de discussão sobre a promessa de emprego vinculada ao “desenvolvimento” local – a quantidade de empregos, a *forma de contratação e a segurança* para o e no trabalho/emprego.

Em relação à *quantidade* de empregos, Coelho, Milanez e Pinto (2016) apresentam dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) de MG comparando o número de postos de trabalho formal na Indústria de Extração Mineral em 2015 como sendo abaixo de outros setores em MG como serviços, comércio, agropecuária, extração vegetal e pesca. Além disso, os autores mostram que se os investimentos de capital e tecnologia para a implantação de complexos minerários fossem direcionados para outras atividades econômicas, poderiam gerar, proporcionalmente, mais empregos. Já em relação à *forma de contratação e segurança para o e no trabalho/emprego*, Zonta e Trocate (2016) observam que metade dos trabalhadores na mineração no Brasil são

terceirizados. Além da flexibilização de direitos trabalhistas e salários inferiores em relação aos contratos diretos com as empresas minerárias, a taxa de acidentes de trabalho – dentre eles os fatais – são bem maiores entre os trabalhadores terceirizados (COELHO; MILANEZ; PINTO, 2016; ZONTA; TROCATE, 2016). Wanderley *et al.* (2016) mostraram que entre 2011 e 2014 houve uma elevação em 260% no número de acidentes de trabalho na empresa Samarco, vinculados à diminuição de gastos operacionais, causando precarização do trabalho e redução de segurança das operações. A própria insegurança de barragens também se configura como um significativo risco aos trabalhadores. No DRBRM da Samarco-Vale-BHP foram 19 mortos, sendo que destes, 14 eram trabalhadores, 13 dos quais terceirizados (STRE-MG, 2016).

Além disso, o DRBRM da Vale S.A. em Brumadinho é considerado o maior “acidente”¹⁶ de trabalho do Brasil, tendo 250 trabalhadores entre as 272 mortes registradas ou presumidas¹⁷.

Ainda que em proporções menores, a terceirização e insegurança no trabalho na mineração também é uma realidade no Canadá. Em 2018, 35% dos empregos na mineração eram terceirizados, como aponta o *Government of Canada*¹⁸. Como assinalou Marshall (2017), na época do DRBRM em *Mount Polley* havia 300 trabalhadores diretos, enquanto outros 1.000 trabalhadores estavam indiretamente ligados à empresa, por meio de empresas terceirizadas ou prestadoras de serviço. A ruptura da barragem de *Mount Polley* levou o sindicato de trabalhadores da mineração, o *United Steelworkers* (USW), a cobrar do governo e das empresas mudanças na supervisão da segurança da mineração. Entre os anos de 2000 e 2014, foram registradas 13 fatalidades e 423 trabalhadores feridos nas minas de BC (UHS Canada, 2014).

B. Aspectos sistêmicos

Os *aspectos sistêmicos* são aqueles considerados resultantes de escalas diferentes, que transitam e sofrem interferência entre o nível global e o local. Abordaremos quatro fatores como sistêmicos: i. volatilidade de preços de minérios no mercado internacional; ii. *custos com infraestrutura*; iii. *ineficiência/omissão dos governos* e iv. impunidade.

O primeiro deles é enfatizado neste artigo pelo *boom das commodities*. Essa variação faz com que em épocas de baixa de preços haja uma diminuição no número de empregos na mineração. Este fato ocorre não apenas no Brasil (FREITAS *et al.*, 2016), mas em todos os países que produzem minério para exportação, como o Canadá

16 Segundo Azevedo e Freitas (2019, p. 173) “Ao contrário do significado etimológico da palavra acidente, acidente de trabalho, não é um evento inesperado, involuntário, indesejável, imprevisível ou muito pouco provável”, por isso usamos aspas ao designar acidente de trabalho.

17 Até a presente data, 11 corpos ainda não haviam sido encontrados. Estes são registrados como mortes presumidas.

18 GOVERNMENT OF CANADA. Natural Resources Canada. 2019. Disponível em: www.nrcan.gc.ca. Acessado em 25/08/2021.

(MARSHALL, 2017). No Brasil, a dinâmica de baixa de preços, registrada no período de *pós-boom das commodities*, também tem sido considerada como um fator que contribui para o rompimento de barragens (MANSUR *et al.*, 2016; WANDERLEY *et al.*, 2016), pois, com a baixa de preços, as mineradoras, no intuito de tentar manter o nível de lucros, iniciam um processo drástico de corte de gastos e isso incluiu um menor investimento em segurança de barragens. Esta dinâmica também foi observada no Canadá, na mina da *Mount Polley*, por Marshall (2012, 2017). Mansur *et al.* (2016) reforçam que no Brasil as opções tecnológicas escolhidas pela Samarco-Vale-BHP foram determinadas “por incentivos de mercado” (em processo de mudança significativa, em função da alteração para um macrocenário de *pós-boom das commodities*).

Em relação aos *custos com infraestrutura*, Maia e Malerba (2019) apontam que a instalação de complexos minerários demanda custos aos governos local/provincial/nacional, que parecem não ser contabilizados por esses governos. Custos esses que são, especialmente, na área da saúde, transporte e segurança.

Zonta e Trocate (2016) e Maia e Malerba (2019) elencam um conjunto de fatores, como impactos sociais, que também ocasionam gastos econômicos em cidades brasileiras em que há complexos minerários instalados em seu entorno e nas áreas de escoamento dos minérios. Em relação à saúde, os autores apontam o aumento de casos de gravidez na adolescência, violência e exploração sexual, além do aumento de doenças associadas à atividade minerária, como doenças respiratórias e cardiovasculares. Quanto ao escoamento do minério, Coelho, Milanez e Pinto (2016) e Maia e Malerba (2019) mencionam o gasto elevado, por parte da administração das cidades, com a manutenção de estradas, devido ao trânsito de veículos pesados.

Portanto, é preciso considerar os gastos que os governos têm desde a implantação, durante o funcionamento e após o fechamento das minas, e questionar como ficam esses valores e impactos frente à promessa de “desenvolvimento” local proferida pela mineração. Coelho, Milanez e Pinto (2016) mostram fragilidades nos governos, muitos dos quais são financiados pela mineração, e que contam com órgãos fiscalizadores sucateados. Estes são alguns dos fatores que tendem a contribuir para a *omissão dos governos* frente aos processos de DRBRM’s e para a *impunidade* dos responsáveis por estes desastres.

Marshall (2017), em um estudo comparativo entre os rompimentos em Mount Polley e da barragem da Samarco-Vale-BHP, aponta a *ineficiência e omissão dos*

governos brasileiro e canadense em evitar os DRBRM's. A autora indica que antes dos rompimentos já havia indícios de que as barragens Samarco-Vale-BHP e Imperial Metals, em *Mount Polley*, não estavam tecnicamente seguras e os órgãos fiscalizadores, em ambos os países, não foram capazes de cessar as atividades e pressionar as mineradoras para que garantissem a segurança das barragens. Não houve também, nos dois casos, a punição dos dirigentes que tomaram decisões e expuseram comunidades e ecossistemas ao DRBM. No caso da Imperial Metal, o governo da BC permitiu, o retorno de operação da mina em 2015, além de liberar uma licença para descartar água dos resíduos da barragem diretamente no lago *Quesnel*. Isso também ocorreu com a Samarco, que em 2020 recebeu autorização do governo para voltar a operar.

3. Mineração e educação

As discussões até aqui apontadas quanto às similaridades entre os DRBRM's ocorridos no Brasil e no Canadá, assim como os questionamentos quanto à promessa de "desenvolvimento" local por parte das mineradoras, reforçam a ideia de um *modus operandi* da mineração – que parece se perpetuar em cidades, estados e países diversos.

Nesse contexto, enfatiza-se a importância da informação e formação crítica, não apenas nos territórios em que a mineração se instala com os seus complexos minerários, mas também por onde escoar sua produção (minerodutos, ferrovias, rodovias, portos), principalmente ao longo das bacias hidrográficas, onde, em caso de um DRBRM, a lama e os rejeitos tendem a seguir o percurso geográfico natural delas, ou seja, rios, afluentes, vales e lagos (ESPINDOLA, NODARI e SANTOS, 2019). Neste percurso, estão também escolas. Estas, assim como os espaços de formação comunitária (como projetos sociais, grupos de jovens etc.), são também locais em que é possível detectar o *modus operandi* da mineração. Maia e Malerba (2019) indicam, dentre as várias estratégias de atuação das empresas minerárias, o mapeamento de escolas, grupos sociais locais e desenvolvimento de ações de assistencialismo ligadas aos discursos de "Responsabilidade Empresarial Social". Podemos apontar as fundações de mineradoras como um exemplo dessa dinâmica.

Tomando como referência as duas empresas envolvidas nos dois maiores DRBRM's ocorridos no Brasil, a Vale e a BHP Billinton, possuem fundações em que a educação aparece como uma das pautas de suas ações, tendo inclusive lugar de destaque nos

relatórios anuais de atividades. A Fundação Vale, por exemplo, pontua a educação como parte de sua missão, como podemos ver neste trecho:

A missão da Fundação Vale é contribuir para o desenvolvimento dos territórios onde a Vale opera, por meio do apoio à educação, promoção da saúde e fomento de negócios sociais, fortalecendo o capital humano nas comunidades e respeitando as identidades locais (FUNDAÇÃO VALE, 2019, p. 4).

A Fundação Vale possui ações que vão da educação básica à profissional nos territórios em que atua. Envolve atividades junto aos alunos, comunidades e formação de professores. Essas atividades, bem como o número de atendimentos e de ações no campo da educação fazem parte de seus relatórios anuais, contribuindo com a concepção de “responsabilidade social” e em consonância com o que Maia e Malerba (2019) já apontam. Por exemplo, em 2019, segundo dados da Fundação Vale (2019, p. 4) foram efetuadas 390 ações educativas em unidades de educação, 940 profissionais da educação participaram de cursos de formação por meio da Fundação e 77,2 mil estudantes foram atendidos pelos programas. Conforme dados do relatório anual (FUNDAÇÃO VALE, 2019), as ações da Fundação abrangem seis estados brasileiros e 68 municípios, muitas destas em parceria com as Secretarias Municipais de Educação. Estes dados chamam a atenção quanto à capacidade de abrangência da Fundação e à abertura, inclusive da gestão municipal, para estas parcerias, que podem ser pontos de reforço da concepção de uma mineração que traz “desenvolvimento”, sem haver uma discussão crítica sobre os impactos dessa atividade em curto, médio e longo prazo, para os territórios (CAMPOLINA; GIANASI; OLIVEIRA, 2019; CAMPOLINA, 2019).

Assim como a Fundação Vale, também a *BHP Foundation* possui ações, em todo o mundo, nos territórios em que possuem complexos minerários, envolvendo diversas instâncias de formação. *Education Equality* é o projeto central da *BHP Foundation* em relação à educação. De acordo com o relatório de ações da fundação, o objetivo do projeto é “aproveitar o potencial dos jovens marginalizados e desfavorecidos, permitindo o acesso equitativo a uma educação de qualidade” (BHP Foundation, 2021, p. 40, tradução nossa). Dentre as atividades, estão as formações para professores e para jovens desfavorecidos. Muitas delas estão direcionadas a comunidades indígenas. As atividades do projeto *Education Equality* no Canadá, por exemplo, segundo a *BHP Foundation* (2021, p. 53, tradução nossa), “oferecem mais oportunidades para jovens indígenas por

meio da educação, empoderando-os e capacitando-os para oportunidades econômicas e sociais”.

Tanto a Vale S.A quanto a BHP são multinacionais que possuem operações em diversos países, dentre eles o Canadá e o Brasil. Além de suas fundações terem ações direcionadas à formação de professores e comunidades, apoiam projetos de educação que promovem cursos de formação de professores e produção de materiais didáticos para estudantes de faixas etárias diversas, assim como para comunidades indígenas de etnias diversas ¹⁹.

Um exemplo é o grupo *Mining Matters*, ²⁰ que se intitula uma organização sem fins lucrativos que se “dedica a educar os jovens para desenvolver conhecimento e conscientização das ciências da terra, da indústria de minerais e de seus papéis na sociedade”. Este grupo possui, como principais financiadores, as mineradoras, mas também o governo canadense. Um dos maiores patrocinadores do *Mining Matters* é o grupo *Prospectors & Development Association of Canada* (PDAC). Anualmente é realizada uma convenção, considerada como um dos maiores encontros de negócios em mineração no mundo. Nesta convenção, a Vale e BHP também estão entre os patrocinadores ²¹.

¹⁹ Como exemplo veja os livros do *Mining Matters*, usados no Canadá, que possuem versões em espanhol e traduções em línguas de diferentes etnias indígenas. <https://miningmatters.ca/resources/education/mining-matters-publications/mining-matters-activity-book>. Acessado em 25/08/2021.

²⁰ <https://miningmatters.ca/about-us>. Acessado em 25/08/2021.

²¹ <https://www.pdac.ca/convention/sponsors/our-sponsors>. Acessado em 25/08/2021.

4. Caminhos possíveis para a informação e formação crítica sobre os DRBRM's

Tanto no Brasil quanto no Canadá, os DRBRM's se configuram como processos e não como eventos que se limitam ao dia do rompimento. Nos contextos apresentados, pode-se inferir que empresas minerárias contribuíram para a produção de desastres tecnológicos que atingiram diferentes territórios, produzindo uma diversidade de impactos que se perpetuarão em temporalidades e geografias distintas.

Esperamos que o breve panorama comparativo traçado neste artigo sobre os DRBRM's no Brasil e Canadá traga o alerta sobre a insuficiência de um modelo em que empresas e governos são os únicos a definirem riscos, a terem informações e a serem hegemônicos na tomada de decisão. Mesmo que haja alguns supostos espaços democráticos de tomada de decisão, como os conselhos locais, eles falharam e ainda falham.

Em meio a controvérsias e aspectos diversos que configuram os complexos processos de DRBRM's, acredita-se que a incapacidade da empresa (proposital ou não) em delimitar e estimar os riscos, assim como as falhas de fiscalização do governo, o

marketing social das mineradoras, o desconhecimento ou conhecimento restrito da população quanto à temporalidade, espacialidade e os aspectos sistêmicos que envolvem e influenciam essa atividade são componentes importantes a serem considerados nos processos de DRBRM's.

Nesse contexto e em um horizonte no qual os DRBRM's tendem a ser mais constantes no Brasil e no mundo, faz-se necessário que a sociedade pense em novas configurações de participação, informação, formação crítica e controle social. Apontamos a educação (escolar e popular), a produção de conhecimento científico e geográfico sobre desastres e a diversificação da economia local como alguns caminhos possíveis.

Acreditamos que a desconstrução dos processos de DRBRM's envolve diretamente a diversificação econômica local e a diminuição da minero-dependência, bem como uma educação emancipadora, crítica. Especialmente nos territórios atualmente dependentes da mineração, assim como naqueles que podem sofrer com futuros DRBRM's. Enfatizamos que as redes formativas devem ser estruturadas e articuladas, envolvendo diversos atores de maneira colaborativa: universidades, sociedade civil, organizações não governamentais, movimentos ambientalistas, agricultores, pescadores e comunidades tradicionais. Conhecer mais sobre o território da vida envolve também perceber vocações locais para além da mineração. Nos casos de MG e da BC, por exemplo, existe a vocação turística, não só devido à história do ciclo do ouro, mas também por suas paisagens cênicas e riqueza hídrica, o que possibilita várias práticas esportivas, turísticas e agroecológicas.

Redes colaborativas também podem ser estruturadas para se conhecer mais sobre os impactos da mineração, suas controvérsias e riscos. E, a partir delas, possibilitar a produção de materiais didáticos e formativos que abordem as controvérsias das representações veiculadas nos meios de comunicação das empresas minerárias – assim como pelos meios de comunicação em massa – sobre os benefícios da mineração, em nível internacional, nacional, estadual/provincial e global ²². Maia e Malerba (2019) citam iniciativas interessantes dos “Painéis de Especialistas”, envolvendo universidades e comunidades na análise de EIA/RIMA ²³ no Brasil, que impediram violações de direitos por mineradoras em projetos nos quais os riscos estavam sendo subnotificados em documentos oficiais.

22 Atlas de Justiça Ambiental (Environmental Justice Atlas: <https://ejatlas.org/>; Mapa de Conflitos Ambientais em MG: <https://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/observatorio-de-conflitos-ambientais/mapa-dos-conflitos-ambientais/>; **Dossiê “Sobre ameaças e violações ao direito humano à água no Quadrilátero Ferrífero-Aquífero, Minas Gerais” – MovSAM – entregue à ONU** <https://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/noticias/movimento-pelas-serras-e-aguas-de-minas-movsam-publica-e-book-gratuito-dossie-denuncia-ameacas-e-violacoes-ao-direito-humano-a-agua-no-quadrilatero-ferrifero-aquifero-de-minas-gerais/>. Acessados em 25/08/2021.

23 Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental.

As escolas também são muito importantes na desconstrução de processos de DRBRM's. Especialmente porque os discursos minerários que omitem impactos e riscos adentram facilmente nas escolas, por meio de parcerias público-privadas entre governo e empresas. Apesar de as escolas serem potenciais espaços de formação crítica (FREIRE, 2017) e produção de conhecimento para o empoderamento, é preciso um esforço na produção de materiais didáticos e a formação inicial e continuada de professores quanto à temática da mineração. A formação de professores com viés crítico e reflexivo da realidade, de modo a abarcar as controvérsias e complexidades da mineração em suas barragens de rejeitos, é também importante no empoderamento e controle social, como apontam Campolina (2019) e Campolina, Gianasi e Oliveira (2019).

Neste sentido, acredita-se que alianças (locais-regionais-estaduais-nacionais-internacionais) entre universidades, movimentos ambientalistas, comunidade e escolas, assim como a formação crítica inicial e continuada de professores, são caminhos possíveis na construção de redes de conhecimento e formação, rumo à desconstrução de processos estruturadores de desastres de rompimentos de barragens de rejeitos no Brasil e no mundo.

Referências bibliográficas

ALMG – Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. **Relatório Final** – CPI da Barragem de Brumadinho, nov. 2019.

ARMADA, C. A. S. Os desastres ambientais de Mariana e Brumadinho em face ao estado socioambiental brasileiro. **Revista Territorium**, n. ffl 28 (I), 2021. Disponível em <https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/6392/6967> Acesso em: 15 mar. 2021.

AZAM, S; LI, Q. **Tailings Dam Failures: A review of the last one hundred years**. Geotechnical News, Dec., p. 50-53, 2010. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/e57e/bdacoa801b412cefd42017c2dded29cafd41.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

AZEVEDO, A. L.; FREITAS, M. Os impactos à saúde dos trabalhadores e da população atingida pelo acidente de trabalho ampliado da Samarco, Vale e BHP Billinton. In PINHEIRO, T. M. M. POLIGNANO, M. V; GOULART, E. M. A & PROCÓPIO, J. C. **Mar de lama da Samarco na bacia do rio Doce: em busca de respostas**. Inst. Guaycui, 2019. p.161-189 Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/biblioteca/o-livro-mar-de-lama-ja-esta-disponivel-em-formato-digital/>. Acesso em: 29 jun. 2020.

BEATO, D. A. C; MONSORES, A. L. M; BERTACHINI, A. C. Potencial aquífero nos metassedimentos do quadrilátero ferrífero–região da APA Sul RMBH-MG. **Águas Subterrâneas**, 2006. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23106>. Acesso em: 29 jun. 2020.

BHP Foundation. Determined to contribute to a sustainable future. 2021, 64p. Disponível em: <https://www.bhp.com/sustainability/community/bhp-foundation/bhp-foundation/bhp-foundation/> Acesso em: 12 mar. 2021. 64p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Relatório de Segurança de barragens** 2019. Brasília: ANA, 2020.

BRASIL. **LEI FEDERAL Nº 14.066, DE 30 DE SETEMBRO DE 2020**. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).

CAMPOLINA, D. Educação e Formação de professores: A urgência do tema barragens no ensino. **Revista Manuelzão**, Belo Horizonte, n. 84, p. 23. mar. 2019. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/biblioteca/revista-manuelzao-84>. Acesso em: 29 jun. 2020.

CAMPOLINA, D.; GIANASI, L.; OLIVEIRA, B. Controvérsias Sociocientíficas de Forte Impacto Local: o caso da (in)segurança de barragens de rejeitos de mineração. In: Simpósio Nacional Ciência, Tecnologia e Sociedade, 8, 2019, Belo Horizonte. **Anais VIII Simpósio Nacional Ciência, Tecnologia e Sociedade ESOCITE.BR**. Belo Horizonte, 2019. p. Disponível em: <https://zenodo.org/record/3759683#.XvtoTShKhPY> Acesso em: 29 jun. 2020. DOI: [10.5281/ZENODO.3759683](https://doi.org/10.5281/ZENODO.3759683)

CARMO, F. F.; KAMINO, L. H. Y.; JUNIOR, R. T *et al.* Funded tailings dam failures: the environment tragedy of the largest technological disaster of Brazilian mining in global context. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 15, n. 3, p. 145-151, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1679007316301566>. Acesso em: 29 jun. 2020.

COELHO, T. P.; MILANEZ, B.; PINTO, R. G. A empresa, o estado e as comunidades. In: ZONTA, Márcio. TROCATE, C. (Orgs.) **Antes Fosse Mais Leve a Carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/ Vale/BHP Billiton**. Marabá, PA: Editorial iGuana, 2016. 237p. (A questão mineral no Brasil, v. 2). Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2016/11/Livro-Completo-com-capa.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

DAVIES, M., MARTIN, T.; LIGHTHALL, P. **Mine Tailings Dams: When Things Go Wrong**. AGRA Earth & Environmental Limited: Burnaby, BC, 2002. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.597.4971>. Acesso em: 29 jun. 2020

ESPINDOLA, H. S.; GUIMARÃES, D. J. M. História Ambiental dos Desastres: uma agenda necessária. **Revista Tempo e Argumento**, Florianópolis, v. 11, n. 26, p. 560 - 573, jan./abr. 2019 Disponível em <https://revistas.udesc.br/index.php/tempo/article/view/2175180311262019560>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ESPINDOLA, H. S.; NODARI, E. S.; SANTOS, M. A. Rio Doce: riscos e incertezas a partir do desastre de Mariana (MG) Rio Doce: Risks and Uncertainties of the Mariana Disaster (MG). **Revista Brasileira de História**. São Paulo, v. 39, nffl 81, 2019. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/rbh/v39n81/1806-9347-rbh-39-81-141.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

FEAM. Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Inventário de Barragens do Estado de Minas Gerais: ano 2017** /Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2018. 40 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 64 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

FREITAS, C. M. de; SILVA, M. A.; MENEZES, F. C. de. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 3, p. 25-30, 2016.

FREITAS, C. M. de, BARCELLOS, C., ASMUS, C. I. R. F., SILVA, M. A. da, & XAVIER, D. R. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, 2019.

FUNDAÇÃO VALE. **Relatório de atividades 2019**. 37p. Disponível em <http://www.fundacaovale.org/SitePages/relatorio-atividades-2019.aspx> Acesso em: 12 mar. 2021.

HARVEY, David. **A Brief History of Neoliberalism**. Oxford: Oxford University Press, 2005.

HATJE, V., PEDREIRA, R.M.A., DE REZENDE, C.E; SCHETTINI, C. A. F. *et al.* The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2017.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Panorama da Mineração em Minas Gerais**. Instituto Brasileiro de Mineração, Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Ferro de Metais. Brasília: IBRAM, 2015. 280p.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Guia de Boas Práticas: Gestão de Barragens e Estruturas de Disposição de Rejeitos**/Instituto Brasileiro de Mineração; organizador, Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. Brasília: IBRAM, 2019. 144p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Laudo Técnico Preliminar - impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Novembro de 2015. Disponível em Acesso em: 10 mar. 2021.

ICOLD - International Commission on Large Dams. **Tailings dams: risk of dangerous occurrences: lessons learnt from practical experiences**. Paris: Commission Internationale des Grand Barrages, 2001.

LAMOUNIER, W. M. **Patrimônio natural da Serra do Gandarela e seu entorno: análise ambiental como subsídio para a criação de unidades de conservação no Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais**. Dissertação (mestrado) em Geografia. Instituto de Geociências da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. 152 p.

LOPES, R. **Raposos, uma cidade que a mineração criou e destruiu**. Município com prazo de validade: após escassez da mina da região, cidade se tornou um dormitório Brasil de Fato. Belo Horizonte (MG); Disponível em: <https://www.brasildefatomg.com.br/2019/03/19/raposos-uma-cidade-que-a-mineracao-criou-e-destruiu> Acesso em: 15 mar. 2021.

MAIA; M.; MALERBA, J. (Org.) A mineração vem aí... e agora? Guia prático em defesa dos territórios. **Série mineração: para quê? Para quem? Caderno 1**. FASE – Solidariedade e Educação. POEMAS – Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade. Rio de Janeiro: FASE-POEMAS, 2019. Disponível em: https://fase.org.br/wp-content/uploads/2019/08/A-minera%C3%A7%C3%A3o-vem-a%C3%AD.-E-agora_Web.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.

MADEIRA, J. A; MARTINS, F. D. RIBEIRO, K. T & CARVALHO, A. S. Geossistemas Ferruginosos e Áreas Protegidas. In: CARMO, F. F.; KAMINO, L. H. (Orgs.) **Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais**. Belo Horizonte, Brasil, 3i Editora, 2015. Disponível em: <https://www.institutopristino.org.br/wp-content/uploads/2016/03/Geossistemas-ferruginosos-no-Brasil-CD.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

MANSUR, M. S.; WANDERLEY, L. J.; MILANEZ, B. *et al.* Antes fosse mais leve a carga: introdução aos argumentos e recomendações referente ao desastre da SAMARCO/VALE/BHPBILLITON. In: ZONTA, M. TROCATE, C. (Orgs.) **Antes Fosse Mais Leve a Carga**: reflexões sobre o desastre da Samarco/ Vale/BHP Billiton. Marabá, PA: Editorial iGuana, 2016. 237p. (A questão mineral no Brasil – v. 2). Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2016/11/Livro-Completo-com-capa.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

MARSHALL, J. Rompimentos de barragens de rejeitos no Brasil e no Canadá: uma análise do comportamento corporativo. **Caderno Eletrônico de Ciências Sociais**, v. 5, n. 1, p. 27-46, 2017.

MARSHALL, J. **Tailings dam spills at Mount Polley and Mariana**. Chronicles of disasters foretold. Corporate Mapping Project (CMP), (Canadian Centre for Policy Alternatives) CCPA, PoEMAS e Wilderness Committee University of Victoria, Saskatchewan Offices and the Parkland Institute. Social Science and Humanities Research Council of Canada (SSHRC), 2018. Disponível em: https://www.policyalternatives.ca/sites/default/files/uploads/publications/BC%20Office/2018/08/CCPA-BC_TailingsDamSpills.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.

MARSHALL, J. **Tailings Dam Collapses in the Americas: Lessons Learned?** Policy Note, Corporate Mapping Project Aug 8, 2019. Disponível em: <https://www.policynote.ca/tailings-dam-collapses-in-the-americas-lessons-learned?/>. Acesso em: 29 jun. 2020.

MASCARINI, S. Efeitos Regionais do Demandado Setor Mineral. In: FURTADO, João; URIAS, Eduardo. **Recursos naturais e desenvolvimento: estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira**. 1. ed. São Paulo: Ed. Dos Autores/IBRAM, 2013. p. 102-145.

MILANEZ, Bruno, LOSEKMAN, Cristina (org.) **Desastre no Vale do rio Doce - antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. Rio de Janeiro - Folio Digital - Letra e Imagem, 2016.

OLIVEIRA, F. M. C. **A política ambiental da indústria mineral: análise dos programas educacionais construídos para os trabalhadores da Vale na mina Brucutu**. Dissertação (mestrado) em Educação. Orientador: Hormindo Pereira de Souza Júnior. Faculdade de Educação da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

PETTICREW, E. L., ALBERS, S. J., BALDWIN, S. A., *et al.* The impact of a catastrophic mine tailings impoundment spill into one of North America's largest fjord lakes: Quesnel Lake, British Columbia, Canada, **Geophys. Res. Lett.**, 42, 3347-3355, 2015. doi:10.1002/2015GL063345.

PINHEIRO, T. M. M. POLIGNANO, M. V; GOULART, E. M. A & PROCÓPIO, J. C. **Mar de lama da Samarco na bacia do rio Doce**: em busca de respostas. Inst. Guaycui, 2019. 316p. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/biblioteca/o-livro-mar-de-lama-ja-esta-disponivel-em-formato-digital/>. Acesso em: 29 jun. 2020.

PULINO, A. M. **Índices de estimativa de custos de fechamento de pilhas de estéril e barragens de rejeitos**. Orientador: Gustavo Ferreira Simões 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/RAOA-BELRQS/1/dissertacao_alexandre_pulino.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.

RODRIGUES, D. E; CRUZ, M. A. C; DIAS, A. P. de M; *et al.* Algumas análises sobre impactos à saúde do desastre em Mariana (MG) - Rede Nacional de Médicas e Médicos Populares. In: MILANEZ, Bruno, LOSEKMAN, Cristina (org.) **Desastre no Vale do rio Doce - antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. Rio de Janeiro - Folio Digital - Letra e Imagem, 2016.

SANTOS, R. S. P.; WANDERLEY, L. J. Dependência de barragem, alternativas tecnológicas e a inação do Estado: repercussões sobre o monitoramento de barragens e o licenciamento do fundão. In: ZONTA, M. TROCATE, C. (Orgs.) **Antes Fosse Mais Leve a Carga**: reflexões sobre o desastre da Samarco/ Vale/BHP Billiton. Marabá, PA: Editorial iGuana, 2016. 237p. (A questão mineral no Brasil – v. 2). Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2016/11/Livro-Completo-com-capa.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

SHANDRO, J., M. WINKLER, L. JOKINEN, & A. STOCKWELL. **Health impact assessment for the 2014 Mount Polley Mine tailings dam breach**: Screening and scoping phase report. Jan, 2016. Disponível em: <https://www.fnha.ca/Documents/FNHA-Mount-Polley-Mine-HIA-SSP-Report.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

SOUZA, T. M.; REIS, L. Técnicas Mineratórias e Escravidão nas Minas Gerais dos Séculos XVIII e XIX: uma análise comparativa introdutória. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, v. 9, 2006. **Anais [...]** Minas Gerais: UFMG, 2006. p. 1-23. Disponível em: http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2006/Do6A018.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO TRABALHO E EMPREGO EM MG. (SRTE/MG) **Relatório de análise de acidente – Rompimento da barragem de rejeitos Fundão em Mariana – MG**. Belo Horizonte: Superintendência Regional do Trabalho e Emprego em MG, Ministério do Trabalho e Previdência Social. 2016.

UHS Canada. Union calls for changes in mining safety oversight. **UHS-Canada's Occupational Health & Safety Magazine**. 20 out. 2014. Disponível em: <https://www.ohscanada.com/union-calls-changes-mining-safety-oversight/>

ZHOURI, A; VALENCIO, N; OLIVEIRA, R. *et al.* O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 3, p. 36-40, 2016. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300012. Acesso em: 29 jun. 2020.

ZHOURI, A. Produção de conhecimento num campo minado. In: ZHOURI, A (Org.). **Mineração: violências e resistências**: um campo aberto à produção de conhecimento no Brasil. 1 ed.: Marabá, PA: Editorial iGuana; ABA, 2018. E-book. Disponível em: http://www.aba.abant.org.br/administrator/product/files/95_00186784.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.

ZHOURI, A. Violência, memória e novas gramáticas da resistência: o desastre da Samarco no Rio Doce. **Revista Pós Ciências Sociais**, v. 16, n. 32, p. 51-68, 2019.

ZONTA, M., TROCATE, C. (Orgs.) **Antes Fosse Mais Leve a Carga**: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton. Marabá, PA: Editorial iGuana, 2016. 237p. (A questão mineral no Brasil – v. 2). Disponível em: <https://www.ufff.br/poemas/files/2016/11/Livro-Completo-com-capa.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

WANDERLEY, L. J.; MANSUR, M. S.; MILANEZ, B.; PINTO, R. G. Desastre da Samarco/Vale/BHP no Vale do Rio Doce: aspectos econômicos, políticos e socioambientais. **Cienc. Cult.** [online]. 2016, v. 68, n.3, pp.30-35. ISSN 2317-6660. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000300011>. Acesso em: 29 jun. 2020.