

DIREITO AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE E EMPRESAS DE MINERAÇÃO: GESTÃO DE RISCO E CATÁSTROFES AMBIENTAIS

ENVIRONMENTAL LAW, SUSTAINABILITY AND MINING COMPANIES: RISK MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL DISASTERS

Samuel Carvalho De Benedicto 1
Josias Jacintho Bittencourt 2
Lauana Lobo Silveira 3
Luiz Henrique Vieira da Silva 4

Resumo: Gestão de risco tem por objetivo prevenir catástrofes, que podem ocorrer a qualquer momento. É uma forma de garantir a proteção da vida, da natureza, tanto nos aspectos ambientais e sociais como nos econômicos. Os desastres ambientais ocorridos em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), oriundos de atividades de mineração, têm provocado importantes debates sobre as formas adequadas de se efetivar o Direito Ambiental, as concepções de gestão de risco, e as ideias e ideais de sustentabilidade. Discussões perpassam por opiniões de ambientalistas, técnicos de governos, autoridades públicas, iniciativa privada e comunidades. Este trabalho tem o objetivo de provocar debates sobre a importância da gestão de risco em empresas mineradoras, a fim de evitar catástrofes ambientais. Com abordagens sobre pesquisas qualitativa, descritiva, e de natureza exploratória, discute-se a necessidade e a importância de se implantar gestão de risco nas empresas mineradoras. Informações e dados – coletados de artigos científicos, publicações jornalísticas e relatórios oficiais de governos – foram submetidos à análise de conteúdo. Concluiu-se que, além da implementação de modelos de gestão de risco no setor de mineração, também há necessidade de uma reorientação econômica, a fim de evitar que lucros de acionistas sobrepujam vidas humanas e meio ambiente.

Palavras-chave: Direito Ambiental. Sustentabilidade. Empresas Mineradoras. Gestão de Risco. Catástrofes Ambientais.

Abstract: Risk management aims to prevent catastrophes, which can occur at any time. It is a way to ensure the protection of life, of nature, in environmental and social aspects as well as in economic ones. The environmental disasters that occurred in Mariana (2015) and Brumadinho (2019), arising from mining activities, have provoked important debates about the appropriate ways to effect Environmental Law, the conceptions of risk management, and the ideas and ideals of sustainability. Discussions are permeated by the opinions of environmentalists, government technicians, public authorities, private initiative, and communities. This work has the objective of provoking debates about the importance of risk management in mining companies, in order to avoid environmental catastrophes. With a qualitative, descriptive, and exploratory research approach, the need and importance of implementing risk management in mining companies is discussed. Information and data - collected from scientific articles, journalistic publications, and official government reports - were submitted to content analysis. The conclusion was that, in addition to the implementation of risk management models in the mining industry, there is also a need for economic reorientation in order to prevent shareholder profits from overriding human lives and the environment.

Keywords: Environmental Law. Sustainability. Mining Companies. Risk Management. Environmental Catastrophes.

Doutor em Administração pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). 1
Professor e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8787788684633261>. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4591-6077>. E-mail: samuel.benedicto@puc-campinas.edu.br

Pós-Doutor em Direito na Universidade de Coimbra, com patrocínio 2
CAPES-MEC. Doutor em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professor Visitante da Universidade de Coimbra. Profissional do Direito. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4172117226889846>. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0477-4495>. E-mail: josias.bittencourt@uol.com.br

Graduanda em Engenharia de Produção na Pontifícia Universidade 3
Católica de Campinas (PUC-Campinas). Bolsista de Iniciação Científica PIBIC-CNPq. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8333584162638598>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3200-7680>. E-mail: lauanalobo@gmail.com

Doutorando em Ambiente e Sociedade pela Universidade Estadual de 4
Campinas (UNICAMP). Mestre em Sustentabilidade pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas). Foi bolsista CAPES. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0022704260486179>. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7793-4923>. E-mail: vieiraluiz77@gmail.com

Introdução

A partir da segunda metade do Século XX, a humanidade passou a enfrentar diretamente as consequências de um sistema de organização social e econômica remanescente da Revolução Industrial, que, por visar prioritariamente a produtividade no crescimento, não zelou pela qualidade do bem-estar das pessoas e do ambiente natural.

Assim, bem-estar de pessoas e bens ambientais não são meros fatos empíricos passíveis de serem legislados! São, muito mais, um sistema complexo e relacionado que exige regulações próprias e ordens classificatórias.

Quando declarações, tratados, pactos internacionais, e leis nacionais sobre solos, mares, água potável, geleiras, flora e fauna, ar puro, aquecimento global, espécies em extinção e outras similares são analisadas, interpretadas e aplicadas, conclui-se que ainda paira uma grande insuficiência de analogia e ideal de justiça ambiental (LORENZZETI, 2010).

Não há exagero quando se afirmam que vivemos imersos em um estranho paradoxo cultural: até há pouco tempo confiava-se nos grandes relatos sobre o desenvolvimento progressivo, que utilizavam palavras ressoantes para descrever uma utopia a que chegariam as gerações futuras. Hoje, ao contrário, os prognósticos sociais são bastante diferentes. Pouco dizem sobre o que teremos pela frente. E o que deixamos para as gerações que nos sucederão assemelha-se bastante ao sentido etimológico da utopia: um não lugar.

Segundo Lorenzzeti (2010), vivemos uma era de verdades implacáveis, em que a natureza está mostrando os seus limites, em que nos aproximamos das fronteiras dos modelos que serviram de base para o nosso desenvolvimento.

Em resposta à contaminação de rios, poluição do ar, vazamento de produtos químicos nocivos e a perda de milhares de vidas, a comunidade científica, os governantes e a sociedade civil começaram a discutir e a buscar formas de prevenção e remediação de catástrofes socioambientais (POT; ESTRELA, 2017).

Sabe-se que as catástrofes ambientais ocorrem há séculos, em todo o planeta. Seja por acidente, ou por falha humana, os desastres provocam traumáticas modificações na vida dos habitantes das regiões afetadas, no meio ambiente, cuja recuperação pode levar décadas, séculos, para acontecer (GONÇALVES, 2017a). A ideia da necessidade de se “conviver com o risco”, de importantes organizações internacionais, torna ainda mais latente a sensação de que uma catástrofe com possibilidade de grandes proporções pode efetuar-se a qualquer momento (PINHEIRO, 2017).

Os impactantes desastres ambientais das últimas décadas, causados por grandes empreitadas industriais, provocaram mudanças conceituais em muitos tipos de negócios, em legislações aplicáveis e em políticas públicas, abarcando novas ideias de responsabilidade administrativa e responsabilidade civil. Em face das catástrofes ambientais, as comunidades passaram a exigir regras mais rígidas para o processo de licenciamento ambiental, minimizando riscos para as populações que vivem nos arredores dos empreendimentos (MORAES, 2016).

Parte do agravamento dos problemas ambientais está ligada à forma como o conhecimento técnico-científico tem sido aplicado no processo produtivo. Portanto, as catástrofes ambientais não são, necessariamente, acontecimentos inesperados. Tão somente consequências inerentes a um modelo de produção dominante, que mostra, acima de tudo, a dificuldade que se tem de controlar os efeitos gerados pela descomedida expansão industrial (DEMAJOROVIC, 2003).

A história da mineração no Brasil, presente no país desde a colonização portuguesa, sobretudo em Minas Gerais (REZENDE, 2016), demonstra que foi somente nas duas últimas décadas que houveram avanços de vinculação entre atividades de mineração e desenvolvimento sustentável, em variadas dimensões (GONÇALVES, 2017a). Ainda assim, catástrofes como as que ocorreram em Mariana, 2015, e Brumadinho, 2019, demonstram importante alerta para problemas iminentes no Brasil, tendo em vista a copiosa quantidade de barragens semelhantes espalhadas pelo país (BBC BRASIL, 2019).

Nesse contexto desponta a gestão de risco, um processo social complexo cuja finalidade é a previsão, a redução e o controle permanente de riscos ambientais (CEPREDENAC/PNUD, 2003). Observando o cenário exposto, emerge a seguinte questão: Quais são as características e

a efetividade dos modelos de gestão de risco nas empresas mineradoras frente às catástrofes ambientais? É por isso que o objetivo deste trabalho perpassa pelo debate da importância da gestão de risco nas empresas mineradoras, a fim de evitar catástrofes ambientais.

Para responder a indagação e o objetivo propostos, a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e descritiva. A investigação qualitativa apresenta características particulares, pois seu universo de ação é complexo para ser captado por hipóteses perceptíveis, verificáveis e quantificáveis. Seu campo de investigação se situa na esfera da subjetividade e do simbolismo, fortemente inserido no contexto social e situacional, e sua utilização está francamente vinculada a estudos de cunho interpretativo (LIMA; MOREIRA, 2015). Os dados descritivos foram analisados indutivamente, tendo seu processo e significado como focos principais de abordagem (CRESWELL, 2014).

A metodologia é tecnicamente de natureza exploratória, por ter desenredado o problema e construído hipóteses (RICHARDSON, 2017). Segundo Gil (2017), um estudo exploratório é adotado em situações em que o objeto de pesquisa ainda é pouco conhecido ou foi pouco estudado, proporcionando maior familiaridade com o problema para que se possa explicitá-lo com mais qualidade.

A coleta de dados foi realizada seguindo análise documental, configurando, assim, um estudo exploratório bibliográfico e documental (GIL, 2017). Gil (2019) estabelece uma diferença entre as duas técnicas de coleta de dados afirmando que a pesquisa bibliográfica utiliza fontes constituídas por material já elaborado, enquanto a pesquisa documental utiliza fontes primárias, ou seja, dados e informações que ainda não foram tratados científica ou analiticamente. Neste pesquisa foram utilizados dados provenientes de artigos jornalísticos, artigos científicos, livros, dissertações e teses que tratam deste tema. Finalmente, os dados coletados foram submetidos à técnica de análise de conteúdo, conforme instruído por Mozzato e Grzybowski (2011). O estudo seguiu as fases da análise de conteúdo, conforme preconizado por Bardin (2016, p. 121): (i) pré-análise; (ii) exploração do material, e; (iii) tratamento dos resultados, que envolve a inferência e a interpretação.

Catástrofes ambientais

Segundo Netrovski e Seligmann-Silva (2000), a palavra “catástrofe” provém do grego e significa, literalmente, “virada para baixo” (*kata + strophé*). Outra possível tradução é “desabamento”, ou “desastre”. A catástrofe é, por definição, um evento que provoca um trauma. Nesse caso, está associada a outra palavra grega, que quer dizer “ferimento”.

Em consonância, os desastres se caracterizam como “uma séria interrupção no funcionamento de uma comunidade ou sociedade que ocasiona uma grande quantidade de mortes e igual perda e impactos materiais, econômicos e ambientais”, uma vez que “excedem a capacidade de uma comunidade ou a sociedade afetada para fazer frente à situação mediante o uso de seus próprios recursos” (UFSC, 2012, p. 13-14).

No passado, os desastres ambientais eram vistos com concepções e características diferentes das de agora: eram irremediáveis, pois o homem vivia sob seus desígnios e tinha o contato direto e presencial com o acontecimento. Deixavam sequelas duradouras, a experiência permanecia na memória coletiva por várias gerações, a vida da comunidade era delimitada pelo “antes e depois” da catástrofe, e as tragédias eram explicadas por meio de mitos e ritos, numa tentativa de dominar o inesperado (AMARAL, 2013). Mas, em razão de conjunturas diversas, naturais e sociais, a sociedade tem vivenciado riscos de desastre com mais frequência, causados por efeitos de ação antrópica no meio ambiente. Por isso a necessidade de métodos sustentáveis para as atividades conjunturais (CASSALI, 2017).

Pinheiro (2017) avalia que “urgência” é hoje o termo primeiro quando se refere às catástrofes. A urgência indica que o acontecimento catastrófico não possui qualquer referência a um agente ou a uma causalidade externa. A cada catástrofe, o atributo de “urgência” qualifica os acontecimentos como repentinos e imprevisíveis, causando sofrimentos e situações perigosas que demandam uma resposta imediata.

Segundo Pereira (2009), existem diversos tipos e graus de emergência que podem afetar

o meio ambiente e a sociedade. Os acidentes são diferentes de catástrofes; os acidentes são emergências que podem ser controladas pelos seres humanos, enquanto as catástrofes estão fora do controle do homem. No âmbito da responsabilidade civil, com a devida identificação denexo causal entre agente causador do dano e vítima, tanto os acidentes quanto as catástrofes ensejam processos de indenização, apesar de que, no caso das catástrofes, as concepções de “caso fortuito” e “força maior” alcançam maior debate jusfilosófico, positivo.

Especialistas acreditam que os desastres ambientais possuem classificações de intensidade, evolução e origem.

A classificação por “intensidade” abarca quatro níveis, I ao IV. Os desastres de pequeno porte (nível I) produzem poucos danos e são facilmente superados pela comunidade. Os de médio porte (nível II) apresentam prejuízos um pouco mais significativos. Os de grande porte (nível III) produzem danos bem significativos, causando prejuízos que podem ser reestabelecidos com algum suporte governamental, federal, estadual ou municipal. Os desastres “super grandes” (nível IV) podem ser classificados como aqueles “insuperáveis” pela comunidade; para retornar ao *status quo ante*, há necessidade de ajuda especializada, como Defesa Civil e apoio internacional.

No critério “evolução” estão os desastres súbitos, ou seja, a evolução aguda (terremoto e inundações), os desastres graduais ou de evolução crônica (estiagem), e os desastres por somação de efeitos parciais (acidentes de trânsito).

Por último, a categoria “origem” está nos desastres de ordem natural – origem sideral. Estão relacionados com a geodinâmica terrestre externa, relativos a fenômenos meteorológicos; estão relacionados com a geodinâmica terrestre interna, relativos a fenômenos tectônicos; estão relacionados com desequilíbrio na biossíntese (antropogênica) de natureza tecnológica, social, econômica, política e biológica (CASTRO, 2003).

Segundo Moraes (2016), esses eventos indesejáveis também podem ser classificados como fatos resultados “naturais”, “biológicos” e “tecnológicos”. Como fatos resultados “naturais” são as forças da natureza – os terremotos, furacões, inundações, tsunamis, deslizamentos, nevascas, e erupções vulcânicas; como fatos resultados “biológicos” pode-se identificar as epidemias, pandemias, infestações de insetos, ataques animais, secas, entre outros; e como fatos resultados “tecnológicos” aqueles decorrentes de eventos indesejáveis de atividades industriais que envolvem incêndios, explosões e vazamentos que resultam lesões graves, mortes, impactos ao meio ambiente e significativas perdas materiais.

Catástrofes ambientais e consequências socioambientais no Brasil

Os desastres ambientais afetam, geral e desproporcionalmente, as pessoas mais pobres. Por não possuírem infraestrutura e serviços sociais básicos de proteção, os efeitos dos desastres ambientais são maximizados. Além disso, dependendo da dimensão e do grau de vulnerabilidade da área atingida, um desastre pode causar danos irreversíveis ao meio ambiente e ao ecossistema, incapacitando o local para a vida, para a sustentabilidade; e, por vezes, inviabilizando qualquer desenvolvimento econômico (CNM, 2016).

Gonçalves (2017a) relembra alguns dos principais desastres ambientais causados por ação antrópica (de natureza nuclear, química, derramamento de poluentes etc.) nas últimas décadas no Brasil. São desastres que causaram danos irreparáveis às populações, às vidas humanas, animal, e fauna.

- Em 1980, o Polo Petroquímico de Cubatão-SP, foi “batizado” por jornal dos EUA como “Vale da Morte”, devido as contaminações no ser humano, na água e no solo;
- Em 1984, dutos subterrâneos da Petrobras vazaram 700 mil litros de gasolina nos arredores de Cubatão-SP. O acidente provocou incêndios que causaram mais de 100 mortos e desabrigados;
- Em 1987, o grave acidente com o Césio 137, em Goiânia-GO, contaminou pessoas, água, solo e ar. Provocou a morte de ao menos quatro indivíduos, dentre outras dezenas de enfermos com doenças “permanentes”;
- Em 2000, um acidente com um navio cheio de petróleo provocou o derramamento de

mais de um milhão de litros de óleo in natura na orla marítima do Rio de Janeiro-RJ. Fauna e vida marinha foram destruídas;

- Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) considerou que a seca do nordeste brasileiro foi o desastre natural mais grave no mundo, por ter afetado 50 milhões de pessoas.

Outros exemplos de desastres ambientais perpassam pelo rompimento das barragens de Mariana-MG (2015), com 18 mortos e 1 desaparecido; e Brumadinho-MG (2019), com ao menos 259 mortos identificados e 11 desaparecidos.

A magnitude dos prejuízos causados por desastres em barragens depende de alguns fatores, como densidade de ocupação do território ao redor das barragens, características da população, e os tipos de atividades econômicas de outras indústrias na localidade (PEREIRA, 2009).

Freitas *et al.* (2016), ao analisarem 147 incidentes nas últimas décadas em barragens de mineração no Brasil, apontam um conjunto de causas, das quais destacam-se: (i) a manutenção deficiente das estruturas de drenagem; (ii) a ausência de monitoramento contínuo e controle durante construção e operação; (iii) o crescimento das barragens sem adequados procedimentos de segurança; e (iv) a sobrecarga a partir de rejeitos de mineração.

Os autores também entendem que há falta de critérios e regulamentação para projetos específicos. Combinada com políticas frágeis e instituições públicas de controle e prevenção desestruturadas, institui-se automaticamente um cenário fértil para a ocorrência de desastres, transformando-se cotidianamente anormalidades em normalidades.

Em 2018, a mineradora Hydro Alunorte foi responsável pelo vazamento de rejeitos de bauxita no município de Barcarena-PA. Os rejeitos contaminaram os rios da região, dificultando o consumo de água pela comunidade; ao todo, 13 comunidades foram afetadas. Segundo Barbosa (2018), um relatório do Instituto Evandro Chagas demonstra que foram encontrados nos mananciais elementos tóxicos como alumínio, ferro, arsênio, cobre, mercúrio e chumbo. No rio Murucupi, às margens de Barcarena-PA, o nível de alumínio passou a ser de 25 vezes acima ao que é permitido pela legislação, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Segundo Freitas *et al.* (2019), em adição aos impactos ambientais, os desastres podem impulsionar: (i) surtos de infecções; (ii) o agravamento de doenças crônicas entre os atingidos; (iii) a piora de sua saúde mental; e (iv) problemas como acidentes domésticos e doenças respiratórias decorrentes da toxicidade da lama.

Gestão de riscos ambientais dos governos e das empresas de mineração

Segundo relatório da *World Information Service on Energy* (WISE), no decorrer dos últimos 50 anos ocorreram em barragens de mineração mundo afora cerca de 37 desastres ambientais considerados “muito graves”.

Entretanto, dados do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2016), asseguram que os municípios que possuem atividades mineradoras apresentam Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) maior do que a média registrada no Estado em que está localizado. Assim, em tese, as atividades de mineração parecem refletir na qualidade de vida da população que está ao seu redor.

Entretanto, sabe-se que as atividades de mineração provocam riscos às pessoas e impactos negativos ao meio ambiente. Nobrega (2011) afirma que, após um desastre ambiental, as barragens provocaram danos irreversíveis e significativos, destacando a destruição da fauna e flora, tal como a qualidade da água e do solo. As implicações sociais seriam bem mais graves que os “impactos positivos”, normalmente sugeridos pelos empreendedores.

Nesse contexto, muitas organizações têm investido em planos estratégicos de gestão de riscos ambientais. Tudo começa a partir da percepção de possíveis anomalias à segurança, às funcionalidades institucionais. Posteriormente, faz-se uma análise para determinar quais recomendações e decisões precisam ser implementadas como política de gestão de riscos (PEREIRA, 2009).

Gestão de riscos é uma abordagem administrativa que antecipa soluções de problemas que afetam objetivos estratégicos das organizações. Sua implementação perpassa pelo aproveitamento de experiências adquiridas na implementação dos Sistemas de Gestão de Saúde, Meio Ambiente, Segurança, Qualidade, Responsabilidade Social (SMSQRS). No processo de relação entre gestão de riscos e sustentabilidade busca-se um desenvolvimento sustentável. É um processo ideal, desde que a atividade econômica seja mantida em meios pouco invasivos ao meio ambiente (CASSALI, 2017).

As Normas ABNT ISO-31000 (Gestão de Riscos) e ABNT ISO-31010 (Técnicas de Análise de Riscos) são documentos de referência, cujos princípios e diretrizes estendem-se para quaisquer atividades econômicas (MORAES, 2016).

Em âmbito global, relatórios da Comissão Mundial de Barragens (CMB) têm demonstrado quais são os principais problemas envolvidos na construção de barragens. São apontados, por exemplo, déficit de desempenho das barragens já construídas, corrupção e interesses corporativos envolvidos, além de incompetências na efetividade de direitos dos atingidos (NOBREGA, 2011).

No Brasil, a Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho institucionalizou o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) para amenizar acidentes ambientais. Tarta-se de um conjunto de ações orientadoras que tem por objetivo preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores, sem desprezar os necessários cuidados com o meio ambiente e os recursos naturais (MORAES, 2016).

O Projeto de Lei nº 436/2007 prevê a obrigatoriedade de contratação de seguro contra o rompimento de barragens. Em caso de acidente, todos os danos provocados às comunidades atingidas têm coberturas asseguradas. As seguradoras devem atuar como auditores, fiscais, controlando e garantindo que haja execução e manutenção adequadas nas obras (PEREIRA, 2009).

Segundo Moraes (2016), órgãos públicos ligados ao meio ambiente, que antes atuavam apenas de maneira corretiva e punitiva, passaram a produzir orientações de caráter educativo e preventivo, estabelecendo a obrigatoriedade da elaboração de instrumentos como o Estudo de Análise de Riscos (EAR), o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e o Plano de Ação Emergencial/Individual (PAE/PEI), documentos fundamentais e necessários para o processo de tomada de decisão sobre a viabilidade socioambiental.

O Plano de Ação Emergencial (PAE) e o monitoramento de riscos são importantes complementos para uma eficaz gestão de riscos, são meios de questões-respostas diferentes para os imprevistos, são formas de identificação de quais riscos gerir, mitigar ou controlar. Existem ações preventivas de acidentes: evitar, reduzir, retirar, transferir e aceitar. As medidas de mitigação apoiam-se em estudos específicos, podendo ser de natureza técnica, não técnica, educacional, e organizacional (PEREIRA, 2009).

Gestão de risco no setor de mineração

Grandes volumes de rejeito são gerados nos processos de extração de minérios. Para armazená-los, normalmente são construídas barragens de contenção. Com isso, as condições naturais do local se modificam, acarretando riscos ao ambiente natural e à segurança da população local (GONÇALVES, 2017b).

Beck (2008), proponente da teoria da sociedade do risco, na qual o risco é intermédio entre segurança e destruição, diz que as instituições responsáveis por gestão de riscos têm sido confrontadas por sensação de insegurança, por uma conscientização crescente de ineficiência do sistema, o que provoca banalização do risco (MENDES, 2015). A Vale, por exemplo, preocupada com o problema, estabeleceu em 2005 um Conselho de Administração para implantar Políticas de Gestão de Riscos Corporativo e um Comitê Executivo de Gestão de Risco (VALE, 2009).

Toda empresa com atividade geradora de riscos precisa de eficácia e efetividade de políticas de gestão administrativo-ambiental. Lopes *et al.* (2016) sugerem, por exemplo, que sejam observadas fases como (i) identificação de ameaças, (ii) análise e avaliação de ameaças, (iii) definição de tratamentos, e (iv) definição de monitoramento. Os resultados, juntamente com ferramentas administrativas apropriadas, poderiam guiar as empresas à um caminho de incor-

rência de acidentes e desastres, como sugere a Figura 1:

Figura 1: Programas de Gerenciamento de Riscos (PGR) nas atividades de mineração



Fonte: Verde Ghaia (2019).

Gestão de risco adequada em atividades de mineração perpassa por debates de barreiras de interesse econômico. Isso porque, em muitas regiões, é a mineração que movimenta a economia, determinando, inclusive, o ritmo do desenvolvimento econômico. Isso dificulta a imposição de limites e obrigações aos operadores, permitindo que políticas minerárias sejam elaboradas para proteger interesse econômico de poucos em detrimento do interesse das comunidades e do meio ambiente (GONÇALVES, 2017b).

A exploração desses recursos traz alguns conflitos quando confrontados com critérios de sustentabilidade forte, fraca ou prudente/sensata. Silva e Drummond (2005) apontam que as soluções para essas questões podem ser buscadas de acordo com as particularidades de cada sociedade e suas diferentes realidades econômicas, sociais e ambientais. Assim, quanto maior for a dependência econômica em relação a atividade, menor será o grau de sustentabilidade. Somente uma economia de grau forte, e capaz de uma política independente, poderia optar pela erradicação da sustentabilidade fraca, o que possibilitaria, inclusive, a implantação de eficaz política de prioridade às questões ambientais, por meio da opção de risco zero.

A mineração tem vários problemas no seu processo de exploração, face ao dano quase irreversível que provoca ao solo, tornando-o quase impossibilitado para usos futuros. É um dos problemas de maior complexidade no fechamento de minas, considerando que além dos danos ecológicos puros, também afeta o potencial de utilização do solo na comunidade local. E provoca impactos socioeconômicos, além de riscos ambientais que duram longos períodos após o fim da atividade, agravando os problemas de (in)sustentabilidade pós-operação (GONÇALVES, 2017b).

Sousa e Freitas (2019) acreditam que quando há desequilíbrio no Tripé da Sustentabilidade (*Triple Bottom Line*), que pende para o capital, há danos em todas as suas hastes, como a do próprio desenvolvimento cultural e econômico-social.

Tragédias ambientais criam marcas permanentes nas populações atingidas, afinal, são várias formas de vidas comprometidas, perdidas. Os que sobrevivem geralmente perdem sua identidade cultural, desapropriados pela lama tóxica do seu espaço socio-econômico. Comunidades e famílias são destruídas, há redução de arrecadação de tributos, impacto no turismo, transporte, saúde (CEDEC, 2019), inclusive com consequentes problemas psicológicos (FREITAS et al., 2019). São histórias das vidas que se foram; redes de amigos que se desfizeram; impactos ambientais atingidos que permanecem imensuráveis, possivelmente irreversíveis.

Face às tragédias ambientais de Mariana-MG (2015), a sociedade brasileira obrigou-se a repensar as formas de exploração de mineração utilizadas no Brasil. Passou a exigir do Estado cons-

tante reavaliação dos métodos de fiscalização utilizados, exigindo melhorias de segurança, e a criação de uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) para apurar responsabilidades sobre o desastre, além da tentativa de mudança da legislação brasileira que trata das barragens-mineradoras no país. Entretanto, segundo opinião de Sousa e Freitas (2019), o rompimento da barragem de Brumadinho-MG (2019), quatro anos após a tragédia de Mariana-MG (2015), demonstra que houveram poucas mudanças significativas na segurança ambiental.

As recentes tragédias ambientais do Brasil demonstram urgente necessidade de mudanças de rota de políticas de gestão de risco. Uma real integração entre meio ambiente político-econômico-social é um dos caminhos mais importantes a trilhar; uma das melhores jornadas a se buscar para efetivar princípios de direitos ambientais constitucionalizados, como o de direito a um meio ambiente equilibrado, essencial à saúde e a qualidade de vida.

Segundo Oliveira e Oliveira (2019, p. 37), após analisarem peças comunicacionais da Vale sobre meio ambiente, seus procedimentos têm como base a “semântica do eufemismo, uma modalidade discursiva que privilegia a imagem idealizada pela empresa sobre si mesma”.

Eles acreditam que o desastre de Brumadinho-MG (2019) foi mais que uma tragédia ambiental, ou seja, não foi um mero percurso da atividade de mineração. Isso porque, segundo anais da própria Vale, “sinais de perigo de rompimento da barragem do Córrego do Feijão já estavam dados e consubstanciados tanto nos relatórios de fiscalização e de consultoria contratados pela empresa quanto em seus próprios relatórios”. E, apesar disso, nem tudo parece ter sido considerado nos processos de prevenção e preservação ambiental.

Davies e Martins (2019) analisaram 143 tragédias em atividade-mineração que ocorreram entre 1968 e 2009. O estudo demonstrou que há uma correlação entre os ciclos de alta e baixa dos preços dos minérios no mercado internacional e os rompimentos de barragem de rejeitos. Segundo os autores, quando os preços de mercado dos minérios são maiores, com intensa demanda, os procedimentos de licenciamento e construção de barragens são “acelerados”, agilizados, tendo em vista a “aproveitar” o período de fartura. Entretanto, nos períodos de queda de preço, as empresas mineradoras adotam estilos de gestão-pressão administrativa de redução de custos operacionais, como os dos custos de manutenção e segurança. Em consequência, o número de acidentes de trabalho também aumenta, demonstrando que há uma correlação institucional entre gestão de segurança e acidentes.

Vianna (2015) acredita que são nas fases de projeto e construção que a relação entre riscos de acidentes e investimentos podem ser identificados, ou seja, são em tais fases que são possíveis assegurar que os riscos diminuam à medida que gastos e investimentos em segurança aumentam, até um determinado ponto em que ficam estáveis. Portanto, quanto maior for o investimento em prevenção, preparação e resposta, menor será a possibilidade de rompimento de barragens e respectivas consequências.

Problemas com barragens acontecem, geralmente, por causa da aplicação de métodos inadequados de construção, sem supervisão técnica, com negligência e imperícia. Ocorrem, geralmente, durante os estágios da construção (MATOS, 2017).

Segundo o Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça da Defesa do Meio Ambiente, do Patrimônio Histórico e Cultural e da Habitação e Urbanismo (CAOMA, 2016), uma das razões do desastre ambiental de Brumadinho-MG (2019) está na irregularidade dos licenciamentos, que perpassam desde fraude de documentos e omissão de dados técnicos até descumprimento de condicionamentos expressos em processos administrativos.

Freitas e Silva (2019) acreditam que algumas irregularidades da Vale nas atividades de Brumadinho-MG são evidenciadas na imprudência de se construir prédio administrativo e refeitório próximos à barragem, na mesma direção dos rejeitos. No caso de rompimento, o prédio e o refeitório seriam as primeiras estruturas atingidas, comprometendo quaisquer possibilidades de evacuação. Construiu-se ao contrário do que determina a legislação brasileira aplicável, que delega ao empreendedor, inclusive, a obrigação de garantir segurança às estruturas físicas construídas, contínua fiscalização das atividades, e periódicos relatórios a Agência Nacional de Mineração (ANM), dentre outros órgãos licenciadores.

Segundo Ronan (2019), o Ministério Público de Minas Gerais (MP-MG) entende que a Vale não adotava todas as medidas necessárias para manter a segurança das estruturas das

suas barragens. Consequentemente, colocava em risco a vida humana e o meio ambiente. O MP-MG acredita que todas as barragens que apresentam risco iminente têm uma zona urbana à jusante, algo que pode significar alto risco às vidas humanas em caso de acidente.

Conforme dados e relatórios da Polícia Federal, e da própria Vale, as principais hipóteses do rompimento da barragem de Brumadinho-MG são erosão interna e liquefação. Ocorrem quando há um aumento no volume, na pressão “interna” da água, que por algum motivo aumenta “sem controle”. A Vale também disponibilizou um laudo no qual constatou-se que os piezômetros – que medem o nível da água no interior da barragem – estavam sem funcionamento adequado dos sensores em janeiro de 2019 (RONAN, 2019).

Logo após a tragédia da barragem Vale em Brumadinho-MG (2019), a empresa perdeu aproximadamente R\$ 70 bilhões em valor de mercado. Em adição, também houve intenso reflexo no exterior, no qual a empresa observou queda de 16% no pré-mercado (BRASIL ECONOMICO, 2019). Todavia, poucos meses após o acidente a Vale recuperou o valor que possuía antes do desastre. Com a valorização, a mineradora superou a marca dos R\$ 300 bilhões no mercado, cerca de R\$ 5 bilhões a mais que o valor registrado antes da tragédia (MOURA, 2020).

A recuperação de mercado da Vale aconteceu devido aos rápidos procedimentos de segurança que adotou em outras barragens, diminuindo riscos de novos rompimentos. Por exemplo, segundo Moura (2020), somente no ano de 2019 a Vale desembolsou cerca de R\$ 7,25 bilhões para reparação, indenização e despesas por causa do desastre de Brumadinho-MG (2019). Até 2031, a empresa tem compromisso público de investir cerca de R\$ 32,75 bilhões em ações relacionadas a prevenção e à descaracterização de nove barragens.

Horizontes de ação para a gestão de risco

Tragédias ambientais implicam graves consequências e adversidades ao meio ambiente, à sociedade e à economia. Para evitar, amenizar e reduzir o efeito das tragédias, as empresas mineradoras devem cumprir leis, normas e protocolos aplicáveis, além de adotar modelos de análise de eficácia comprovada na prevenção de riscos, como o *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) – Análise do Tipo e Efeito de Falha.

A FMEA é considerada uma das metodologias de análise de prevenção de riscos mais importantes do planeta. Sua necessária utilização é assim conhecida na metodologia das grandes discussões ambientais (VALERIO, 2016). A aplicação da técnica FMEA mostra-se adequada para identificar os aspectos mais críticos de uma barragem (VIANNA, 2015).

A ferramenta traz resultados úteis para mapear impactos de atividades que podem ser prejudiciais durante a construção e operação de barragens, identificando e priorizando ações de detecção e mitigação.

Para aplicar a metodologia FMEA, é seguida uma estrutura básica que consiste em seis etapas: (i) Estruturar o sistema; (ii) Definir a função de cada componente desse sistema; (iii) Identificar os potenciais modos de ruptura associado a cada função de cada componente; (iv) Identificar potenciais causas; (v) Descrever os efeitos diretos nos demais componentes e no sistema; (vi) Levantar as medidas disponíveis para detectar os modos de ruptura ou das suas possíveis causas e controle ou mitigação de seus efeitos (FONSECA, 2018). Na Tabela 1 há um exemplo de FMEA aplicado numa barragem.

Tabela 1: Aplicação da FMEA para o corpo da barragem

Função	Falha	Efeito Final	SI	Causa	OI	Controle	Tipo de Controle	DI	RPNI
1 Corpo da barragem									
Conter os rejeitos	Insuficiente capacidade de conter os rejeitos	Instabilidade Global da Barragem	10	Inadequação do Projeto / construção	2	Adequação de Projeto Inspeção Visual e Instrumentação	Prevenção Detecção	3	60
1.1 Crista									
Conter os rejeitos	Liquefação	Rompimento da crista da barragem	10	Inadequação do Projeto / construção	2	Adequação de Projeto Inspeção Visual e Instrumentação	Prevenção Detecção	7	140
Permitir acesso a barragem	Não permitir acesso a barragem	Impossibilidade de realizar inspeções	4	Inadequação do Projeto / construção	2	Adequação de Projeto Inspeção Visual e Instrumentação	Prevenção Detecção	1	8
1.2 Núcleo									
Redução da condutividade de hidráulica	Redução de percolação	Liquefação	10	Dissolução de materiais	3	Adequação de Projeto Inspeção Visual e Instrumentação	Prevenção Detecção	7	210
1.3 Talude de montante									
Reter rejeitos	Instabilização devido aos movimentos de massa de solo (durante a fase de enchimento do lago)	Redução do volume do maciço - Perda de estanqueidade do sistema - ruptura da barragem	6	Alteração físico-química dos solos, deficiente ligação ente as camadas de compactação etc	3	Adequação de Projeto Inspeção Visual e Instrumentação	Prevenção Detecção	3	54
Prover estabilidade mecânica à barragem	Deformação excessiva (fase de enchimento do lago)	Redução do Fator de Segurança - Erosão superficial	6	Deficiente ligação ente as camadas de compactação, deficiência de projeto	3	Adequação de Projeto Inspeção Visual e Instrumentação	Prevenção Detecção	3	54

Fonte: Fonseca (2018).

A análise de barragem através da metodologia FMEA abre perspectivas para possíveis propostas e execuções de intervenções corretivas e preventivas contra acidentes. Assim, sua utilização mostra-se bastante eficiente, de fácil e rápida aplicação, por conta da sua maleabilidade e grande liberdade de atribuição de valores às classes de probabilidades e consequências (FONSECA, 2018).

As nuances deste trabalho demonstram que há fragilidade no processo de licenciamento ambiental no Brasil; demonstra que há diversas falhas no controle e monitoramento de barragens. Em adendo, as práticas de gerenciamento de riscos nas barragens de Mariana-MG (2015) e Brumadinho-MG (2019) demonstraram-se demasiadamente artificiais. Por isso, participação direta e acompanhamento do poder público, dos órgãos ambientais e da própria sociedade civil, através de ONGs, das academias e sindicatos (MATOS, 2017) – além da representatividade de membros das comunidades impactadas – se fazem necessárias.

Após a tragédia da barragem do Fundão (Samarco), em 2015, diversas alterações processuais foram feitas para obter-se licenciamento de mineração. Empreendimentos com barragens tornaram-se balizados por instrumentos mais rigorosos (MATOS, 2017). Todavia demanda-se, ainda, necessária readequação de metodologias de prevenção de desastres de barragens de mineração, como (i) riscos de construção de barragens com tecnologias obsoletas e perigosas, (ii) redução de riscos mediante fiscalização eficiente; (iii) estruturação de sistemas de alerta; (iv) desenvolvimento de planos de emergência; e (v) garantia de recuperação após desastres.

Todo esse processo pode ser efetivado com participação de representantes de setores do trabalho, da saúde, dos serviços, do meio ambiente, e da mineração, bem como dos representantes das comunidades atingidas por barragens (FREITAS; SILVA, 2019).

A atual conjuntura exige das empresas responsabilidades que ultrapassem a mera participação na produção de bens e serviços, atingindo fatores de natureza social e ambiental. Informações sobre responsabilidade e riscos ambientais são muito importantes, têm adotadas pelas empresas como um elemento relevante na tomada de decisão dos seus *stakeholders*. Do ponto de vista contábil, por exemplo, riscos ambientais devem fazer parte da agenda da controladoria ambiental da organização contemporânea, como parte dos esforços para criar valor aos seus clientes e usuários (GOMES; GARCIA, 2013).

Face a necessidade de reorientação de negócios, para que empresas sejam mais generosas e regenerativas (RAWORTH, 2019), o setor altamente impactante da mineração deve

incrementar sua responsabilidade social para além do cumprimento das leis e recomendações técnicas, de maneira a reduzir explorações irreversíveis dos recursos naturais. Assim, a própria gestão de risco sentirá os efeitos positivos da nova dinâmica de controle; a probabilidade de acidentes diminui consideravelmente, assim como os danos ao meio ambiente e às pessoas.

Para Saldanha e Bohrz (2018), apenas os mecanismos privados de proteção aos direitos humanos, sociais e ambientais. Os atuais códigos de conduta das empresas mineradoras mostram-se frágeis. Uma vez que os mecanismos nacionais de controle e prevenção de riscos se mostram insuficientes, torna-se necessário que as autoridades brasileiras lancem mão de mecanismos do direito internacional público e aplique-os às empresas mineradoras a fim de evitar novos desastres ambientais.

Sousa e Zucco (2020) defendem que as empresas do setor de mineração devem refletir melhor o compromisso e a prática do Tripé da Sustentabilidade, conforme preconizado no Índice de Desenvolvimento de Ecoeficiência Empresarial (IDECO).

Considerações Finais

Este artigo buscou debater a importância da gestão de risco nas empresas mineradoras como resposta às catástrofes ambientais ocorridas em Minas Gerais, nas cidades de Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

Para que haja diminuição de desastres ambientais, tentou-se debater algumas concepções de gestão de risco – que ainda podem ser trabalhadas. Foram abordadas nuances de cumprimento de normas, legislações e de métodos apropriados de prevenção de risco, monitoramento e segurança. São cuidados que devem ser adotados para garantir sustentabilidade do meio ambiente, da sociedade, e da comunidade à jusante econômica.

A partir de pilares de sustentabilidade, como o ambiental, o social e o econômico, este trabalho procurou demonstrar nuances de recuperação de preço de mercado da Vale, que recuperou valor de ações pouco tempo após as tragédias. Enquanto isso, comunidades afetadas e ecossistemas destruídos pelo rompimento da barragem apresentam danos irreparáveis, como vidas humanas e comprometimento de recursos hídricos, do solo.

No mesmo horizonte temporal afetados asseguram que não conseguem escapar das consequências psicológicas, materiais e ambientais do desastre. Além disso, muitos produtores e pequenos empreendedores não conseguem se recuperar por conta da desvalorização à qual seus empreendimentos e propriedades foram submetidos.

Apostando em uma gestão de risco eficiente, e, de maneira concomitante, reorientando genuinamente os negócios para o desenvolvimento sustentável, desastres como os supracitados poderiam ter sido evitados, ou amenizados. Assim, o aperfeiçoamento de métodos de gestão de risco, aliados a agendas globais de desenvolvimento sustentável e de manutenção de barragens, devem estampar no horizonte de ação de empresas de mineração a priorização da vida, a prosperidade e a manutenção dos recursos naturais disponíveis para a humanidade.

A gestão de riscos não deve ser de responsabilidade exclusiva de uma única pessoa, pois esta, provavelmente, não tem os conhecimentos necessários em todas as questões e áreas envolvidas. Trata-se, portanto, de um trabalho em equipe. Porém, é necessário que a equipe de análise tenha uma compreensão clara do risco e dos fatores que contribuem para a sua gravidade. Dessa forma, a equipe poderá identificar, descrever e analisar o nível de impacto potencial o mais próximo possível da realidade com que este se manifesta para a empresa, ambiente e comunidade envolvida.

Além da Matriz de Riscos apresentada neste estudo, recomenda-se que as empresas mineradoras adotem o Modelo das Três Linhas de Defesa que abarca toda a alta gestão, tendo o Conselho de Administração como supervisor de riscos. Este modelo é uma forma simples e eficaz de melhorar a comunicação do gerenciamento de riscos e controle por meio do esclarecimento dos papéis e responsabilidades essenciais. O Modelo das Três Linhas de Defesa apresenta um novo ponto de vista sobre as operações, ajudando a garantir o sucesso contínuo das iniciativas de gerenciamento de riscos. O mesmo pode ser aplicado em qualquer organização, não importando seu tamanho ou complexidade.

De maneira conclusiva, este estudo mostra que a responsabilidade com o meio ambiente é de todos, e a manutenção de seu equilíbrio resultará no benefício global, tanto para as gerações presentes quanto para as gerações futuras. Portanto, as empresas devem buscar cada vez mais uma justiça ecológica, considerando sempre os princípios da prevenção, da precaução e do direito humano ao meio ambiente sadio e equilibrado.

Pode-se dizer que as tragédias de Mariana (2015) e Brumadinho (2019) podem ser consideradas “violência estrutural” que dão visibilidade a uma forma de sofrimento causado por estruturas sociais pelo descaso, corrupção e ausência do Estado na fiscalização. Assim, observa-se que a irresponsabilidade das empresas envolvidas alia-se a inoperância dos órgãos de Estado de caráter patrimonialista, os quais deveriam fiscalizar e acompanhar a situação dos lagos/barragens de rejeitos, considerados “verdadeiras bombas-relógio”.

Como sugestão para trabalhos futuros, avaliamos como interesse o estudo da gestão de riscos envolvendo: risco de mercado ou risco de imagem das empresas envolvidas em desastres ambientais.

Referências

AMARAL, M. F. Os testemunhos de catástrofes nas revistas brasileiras: do medo individual à patemização midiática. **Revista Contracampo**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 71-78, abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.22409/contracampo.v0i26.260>.

ANM – Agência nacional de Mineração. **Perguntas e Respostas sobre Barragens de Mineração e o caso de Brumadinho**. 2019. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/perguntas-e-respostas-sobre-barragens-de-mineracao-e-o-caso-de-brumadinho>. Acesso em: 11 mai. 2020.

BARBOSA, C. **Hydro Alunorte**. 2018. Disponível em: <https://www.xapuri.info/meio-ambiente/crimes-ambientais/mineradora-desastre-ambiental-barcarena/>. Acesso em: 27 fev. 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições70, 2016.

BBC BRASIL. **Brumadinho**: Brasil tem mais de 300 barragens de mineração que ainda não foram fiscalizadas e 200 com alto potencial de estrago. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47056259>. Acesso em: 17 jun. 2020.

BECK, U. **World at Risk**. Cambridge: Polity Press, 2008.

BRASIL ECONÔMICO. **Após brumadinho, Vale perde quase R\$ 70 bilhões de valor de mercado**. 2019. Disponível em: <https://economia.ig.com.br/mercados/2019-01-28/acoes-da-vale-apos-brumadinho.html>. Acesso em: 18 mai. 2020.

CAOMA. **Relatório de Atividades da Força-Tarefa do MPMG**. 2016. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A91CFA958198A1501581C2DD3DC437B>. Acesso em: 23 jun. 2020.

CASSALI, N. K. Desastres ambientais: regulação e métodos de compensação. **Revista do Direito da Empresa e dos Negócios**, São Leopoldo, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2017. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/rden/article/view/15750/6424>. Acesso em: 03 dez. 2020.

CASTRO, A. L. C. **Manual Planejamento Defesa Civil. vol. 1**. 2003. Disponível em: <https://www.franca.unesp.br/Home/Posgraduacao/planejamentoeanalisedepoliticaspUBLICAS/isippedes/analacia-bueno-dos-reis-giometti.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2019.

CEDEC. **Plano de Segurança Comunidades Próximas Barragens de Mineração**. 2019. Disponí-

vel em: http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/workshop_barragem2019/plano_seguranca_barragens_03.05.19.pdf. Acesso em: 07 mai. 2020.

CEPREDENAC/PNUD. **La Gestión Local del Riesgo**. 2003. Disponível em: http://www.desenrendando.org/public/libros/2006/ges_loc_riesg/gestion_riesgo_espanol.pdf. Acesso em: 26 fev. 2019.

CNM – Confederação Nacional de Municípios. **Defesa civil e prevenção de desastres**. Coletânea gestão pública municipal: gestão 2017-2020. Brasília: CNM, 2016. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/biblioteca/exibe/2679>. Acesso em: 25 abr. 2020.

CRESWELL, J. W. **Research Design: Qualitative and Quantitative approaches**. 4th ed. Tousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

DAVIES, M.; MARTIN, T. **Mining market cycles and tailings dam incidents**. 2019. Disponível em: <https://docplayer.net/14797608-Mining-market-cycles-and-tailings-dam-inci-dents.html>. Acesso em: 22 jun. 2020.

DEMAJOROVIC, J. **Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental**. São Paulo: Senac, 2003.

FONSECA, M. N. E. **Análise dos modos de falha e efeitos (FMEA) para avaliação de um acidente em barragem de rejeitos: um evento de mineração no Brasil**. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)-Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/25698>. Acesso em: 25 abr. 2020.

FREITAS, C.M.; SILVA, M.A. Acidentes de trabalho que se tornam desastres: os casos dos rompimentos em barragens de mineração no Brasil. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 21-29, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z1679443520190405>.

FREITAS, C. M. *et al.* O desastre na barragem de mineração da Samarco. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 68, n. 3, p. 25-30, 2016. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v68n3/v68n3a10.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

FREITAS, C. M. *et al.* Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho-MG. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 5, p. 1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00052519>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, S. M. S.; GARCIA, C. O. **Controladoria ambiental**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

GONÇALVES, D. P. **Principais desastres ambientais Brasil e no mundo**. 2017a. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2017/12/01/principais-desastres-ambientais-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 26 fev. 2019.

GONÇALVES, M. M. Fechamento de minas: gestão de riscos e sustentabilidade no pós operação. In: GOMES, C. A. (Org.). **Estudos sobre riscos tecnológicos**. Lisboa: CJP/ CIDP, 2017b. p. 291-412.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Pesquisa sobre desenvolvimento de cidades mineadoras é apresentada no WMC 2016**. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/150/15001002>.

asp?ttCD_CHAVE=263171. Acesso em: 11 mar. 2019.

LIMA, M. S. B.; MOREIRA, É. V. A pesquisa qualitativa em Geografia. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 37, v. 2, p. 27-55, ago./dez. 2015. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/4708/3618>. Acesso em: 03 dez. 2020.

LORENZETTI, R. L. **Teoria Geral do Direito Ambiental**. 1. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.

LOPES, A. C. S.; MORAIS, D. O. C.; BARBIERI, J. C. Caso Samarco: usando a gestão de riscos e os princípios da precaução e prevenção em desastres ambientais. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 19, 2016 São Paulo. **Anais...**, São Paulo: FGV-EAESP, 2016. p. 1-13. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305487956_Caso_Samarcousando_a_gestao_de_riscos_e_os_principios_da_precaucao_e_prevencao_em_desastres_ambientais. Acesso em: 05 fev. 2021.

MATOS, M. E. N. **Gerenciamento de risco no licenciamento ambiental**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20884/3/GerenciamentoRiscoLicenciamento.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2021.

MENDES, J. M. Ulrich Beck: A imanência do social e a sociedade do risco. **Análise Social**, Lisboa, n. 214, p. 211-215, 2015. Disponível em: http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/AS_214_o01.pdf. Acesso em: 26 jan. 2021.

MORAES, G. **Sistema de Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes – ISO-31000 Comentada e Ilustrada**. 2º ed., Rio de Janeiro: GVC, 2016.

MOURA, J. **Um ano após Brumadinho, Vale recupera valor de antes da tragédia**. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/01/um-ano-apos-brumadinho-vale-recupera-valor-que-tinha-antes-da-tragedia.shtml>. Acesso em: 18 mai. 2020.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 731-747, jul./ago. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-65552011000400010>.

NESTROVSKI, A.; SELIGMANN-SILVA, M. **Catástrofe e representação**. São Paulo: Escuta, 2000.

NOBREGA, R. S. Os atingidos por barragem: refugiados de uma guerra desconhecida. **Revista Interdisciplinar da Mobilidade Humana**, Brasília, v.19, n. 36, p. 125-143, 2011. Disponível em: <https://remhu.csem.org.br/index.php/remhu/article/view/251/233>. Acesso em: 08 fev. 2021.

OLIVEIRA, V. C.; OLIVEIRA, D. C. A semântica do eufemismo: mineração e tragédia em Brumadinho. **Reciis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 13-38, mar. 2019. DOI: 29397/reciis.v13i1.1783.

PEREIRA, F. M. S. **Gestão de riscos e plano de ações emergenciais aplicado à barragem de contenção de rejeitos Casa de Pedra/CSN**. 2009. 180 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2338>. Acesso em: 09 fev. 2021.

PINHEIRO, M. A. O sentido das catástrofes naturais na mídia: da prevenção à adaptação. **Anuário Eletrônico de Estudos em Comunicação Social “Disertaciones”**, Rosario, v. 10, n. 2, 2017. DOI: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/disertaciones/a.4703>.

POT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 271-283, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>.

RAWORTH, K. **Economia Donut**: Uma alternativa ao crescimento a qualquer custo. 1. ed. São Paulo: Zahar, 2019.

REZENDE, V. L. A Mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 375- 384, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-451320160304>.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

RONAN, G. **Conheça as oito barragens mineiras com risco severo de rompimento**. 2019. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/02/12/interna_gerais,1030084/conheca-as-oito-barragens-mineiras-com-risco-severo-de-rompimento.shtml. Acesso em: 02 fev. 2021.

SALDANHA, J. M. L.; BOHRZ, C. R. Dupla influência e dupla projeção entre global e local: o “Caso Mariana” e a (ir)responsabilidade social das empresas de mineração. **Homa Publica - Revista Internacional de Derechos Humanos y Empresas**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, e:034, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/HOMA/article/view/30567>. Acesso em: 03 fev. 2021.

SILVA, M. A. R.; DRUMMOND, J. A. Certificações socioambientais: desenvolvimento sustentável e competitividade da indústria mineira na Amazônia. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 1-21, jan. 2005. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cadernos-sebape/article/view/4928>. Acesso em: 25 fev. 2021.

SOUSA, V. S.; FREITAS, V. M. **Revisão teórica sobre os desastres da mineração brasileira incididos em Mariana-MG (2015) e Brumadinho-MG (2019)**. Disponível em: <http://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/633>. Acesso em: 24 jun. 2020.

SOUSA, F. S.; ZUCCO, A. Indicador de desenvolvimento de ecoeficiência das empresas listadas no índice de carbono eficiente da bolsa de valores, mercadorias e futuros de São Paulo. **Brazilian Journal of Business**, São José dos Pinhais, v. 2, n. 2, p. 1115-1139, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34140/bjbv2n2-020>.

UFSC. **Gestão de riscos de desastres**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012. Disponível em: https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/10/gestao_de_riscos_de_desastres_0.pdf. Acesso em: 03 dez. 2020.

VALE. **Gestão de riscos**. 2009. Disponível em: <http://www.vale.com/PT/old-investors/old-Annual-reports/Sustainability-reports/RelatoriosSustentabilidade/2009/operador-governanca-gestao-riscos.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

VALERIO, I. F. **Estudo e análise de metodologias preventivas para segurança de barragens**. 2016. Disponível em: http://www.eng-minas.araxa.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/170/2018/05/Isabella_Fernandes_Valerio.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

VERDE GHAIA. **Programa de Gerenciamento de Riscos na Mineração**. 2019. Disponível em: <https://www.verdeghaia.com.br/blog/pgr-programa-de-gerenciamento-de-riscos/>. Acesso em: 02 mar. 2020.

VIANNA, L. F. V. **Metodologia de análise de risco aplicadas em planos de ação de emergência de barragens**. 2015. 159 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-A52MKQ>. Acesso em: 03 dez. 2020.

Recebido em 09 de março de 2021.

Aceito em 26 de maio de 2021.