



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

## GESTÃO DE RISCO NAS EMPRESAS MINERADORAS FRENTE ÀS CATÁSTROFES AMBIENTAIS

**Lauana Lobo Silveira** – Graduada em Engenharia de Produção pela PUC-Campinas. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq. E-mail: [lauanalobo@gmail.com](mailto:lauanalobo@gmail.com)

**Samuel Carvalho De Benedicto** - Docente da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Centro de Economia e Administração, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sustentabilidade. E-mail: [samuel.benedicto@puc-campinas.edu.br](mailto:samuel.benedicto@puc-campinas.edu.br)

**Luiz Henrique Vieira da Silva** – Mestrando do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sustentabilidade da PUC-Campinas. Bolsista CAPES. E-mail: [vieiraluiz77@gmail.com](mailto:vieiraluiz77@gmail.com)

### Resumo

A gestão de risco busca prevenir catástrofes que possam ocorrer em qualquer momento, garantindo a proteção da vida e da natureza, envolvendo, assim, aspectos ambientais, sociais e econômicos. Os desastres decorrentes da atividade mineradora nos últimos anos no Brasil, como os ocorridos em Mariana e Brumadinho, municípios do estado de Minas Gerais, contribuíram para o surgimento de novos processos de gerenciamento de risco e sustentabilidade nesse setor, com a participação de técnicos, entes governamentais, autoridades e comunidades. O objetivo da pesquisa é discutir a importância da gestão de risco nas empresas mineradoras a fim de evitar as catástrofes ambientais. Sendo assim, por meio de uma pesquisa de abordagem qualitativa, descritiva e de natureza exploratória, discutiu-se a necessidade e a importância da implantação da gestão de risco nas empresas mineradoras brasileiras. Os dados coletados de artigos científicos, publicações jornalísticas e relatórios oficiais foram submetidos a uma análise de conteúdo. Concluiu-se que, além da implementação de modelos de gestão de risco no setor de mineração, demanda-se uma reorientação na economia, de maneira a evitar que os lucros de acionistas sobrepujam vidas humanas e o meio ambiente.

**Palavras-Chave:** Gestão de Risco, Catástrofes ambientais, Mineração, Sustentabilidade.

### 1. 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 com foco no crescimento, não zelou pela qualidade do ambiente natural e o bem-estar das pessoas.

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

Sabe-se que as catástrofes, ou desastres ambientais, ocorrem há centenas de anos em todo o planeta. Seja por um acidente, ou mesmo por falha humana, esses traumáticos acontecimentos deixam marcas significativas para os habitantes das regiões afetadas, bem como ao meio ambiente, cuja recuperação pode levar décadas ou até mesmo séculos para suceder-se (GONÇALVES, 2017a). A ideia utilizada por organizações internacionais, de “conviver com risco” torna ainda mais latente a sensação de que uma catástrofe de grandes proporções pode efetuar-se a qualquer momento (PINHEIRO, 2017).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

Os desastres ocorridos nos últimos anos, causados por grandes e impactantes empreitadas industriais, influenciaram mudanças nos princípios de negócios das organizações, em legislações e em políticas públicas formuladas e implementadas por governos mundo afora, abarcando uma nova ideia de responsabilidade. Frente a esses acidentes, as comunidades passaram a exigir regras mais rígidas para o processo de licenciamento ambiental, restringindo e minimizando os riscos para as populações que vivem nos arredores dos empreendimentos (MORAES, 2016).

Parte desse agravamento dos problemas ambientais está ligada à forma como o conhecimento técnico-científico vem sendo aplicado no processo produtivo. Portanto, as catástrofes e danos ambientais não são acontecimentos inesperados, mas sim, uma característica inerente ao modelo de produção dominante, que mostra, acima de tudo, a dificuldade de se controlar os efeitos gerados pela descomodida expansão industrial (DEMAJOROVIC, 2003).

No caso específico da mineração brasileira, presente na história do país desde os idos da colonização portuguesa, sobremaneira em Minas Gerais (REZENDE, 2016), ressalta-se que foi somente nas duas últimas décadas que se observaram avanços a fim de vincular as atividades de mineração ao desenvolvimento sustentável, em suas mais variadas dimensões (GONÇALVES, 2017a). Ainda assim, catástrofes como as ocorridas nos municípios de Mariana-MG, em 2015, e Brumadinho-MG, em 2019, acenderam a luz de alerta para esse problema iminente no país, algo especialmente delicado tendo em vista a copiosa quantidade de barragens semelhantes espalhadas pelo território brasileiro (BBC BRASIL, 2019).

Desponta, então, a gestão de risco, um processo social complexo cuja finalidade é a redução ou previsão e controle permanente de riscos na sociedade (CEPREDENAC/PNUD, 2003). Observando, então, o cenário exposto, emerge a seguinte questão: quais as características e a efetividade dos modelos de gestão de risco nas empresas mineradoras frente às catástrofes ambientais? O objetivo da pesquisa é discutir a importância da gestão de risco nas empresas mineradoras a fim de evitar as catástrofes ambientais.

Para responder a essa indagação e ao objetivo proposto, a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e descritiva. A investigação qualitativa apresenta características particulares, pois seu universo de ação está longe de 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 a análise documental, configurando, assim, um estudo exploratório documental (GIL, 2017). Foram utilizados dados secundários, encontrados em artigos científicos, artigos jornalísticos, 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 Grzybovski (2011).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

## 2. Catástrofes ambientais

Segundo Nistrovski e Seligmann-Silva (2000), a palavra “catástrofe” provém do grego e significa, literalmente, “virada para baixo” (*kata + strophé*). Outra tradução possível 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, esses eventos apresentavam características bem 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 virtude de um conjunto de aspectos, naturais e sociais, as sociedades estão vivenciando com mais frequência os riscos de desastre, causados pelos efeitos da ação antrópica no meio ambiente. Por isso, faz-se necessário propor métodos sustentáveis para todas as atividades (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. É possível diferenciar os acidentes de catástrofes, nos quais acidentes são emergências que podem ser controladas pelos seres humanos, enquanto as catástrofes estão fora do controle do homem.

Igualmente, os desastres ambientais possuem uma classificação de intensidade, evolução e origem. A classificação por intensidade abarca quatro níveis, do 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 estadual ou federal. Os de muito grande porte (nível IV) não são superáveis pela comunidade, e para a situação voltar ao normal é preciso da ajuda do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, contando também com a ajuda internacional. No critério de evolução, estão os desastres súbitos ou de evolução aguda (terremoto e inundações), desastres graduais ou de evolução crônica (estiagem) e os desastres por somação de efeitos parciais (acidentes de trânsito). Por último, a origem dos desastres pode ser natural – origem sideral; relacionados com a geodinâmica terrestre externa ou relativos a fenômenos meteorológicos; os relacionados com a geodinâmica terrestre interna ou relativos a fenômenos tectônicos; e os relacionados com o desequilíbrio na biossíntese –, antropogênica – de natureza tecnológica; social, econômico e político; e biológica – e mista (CASTRO, 2003).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

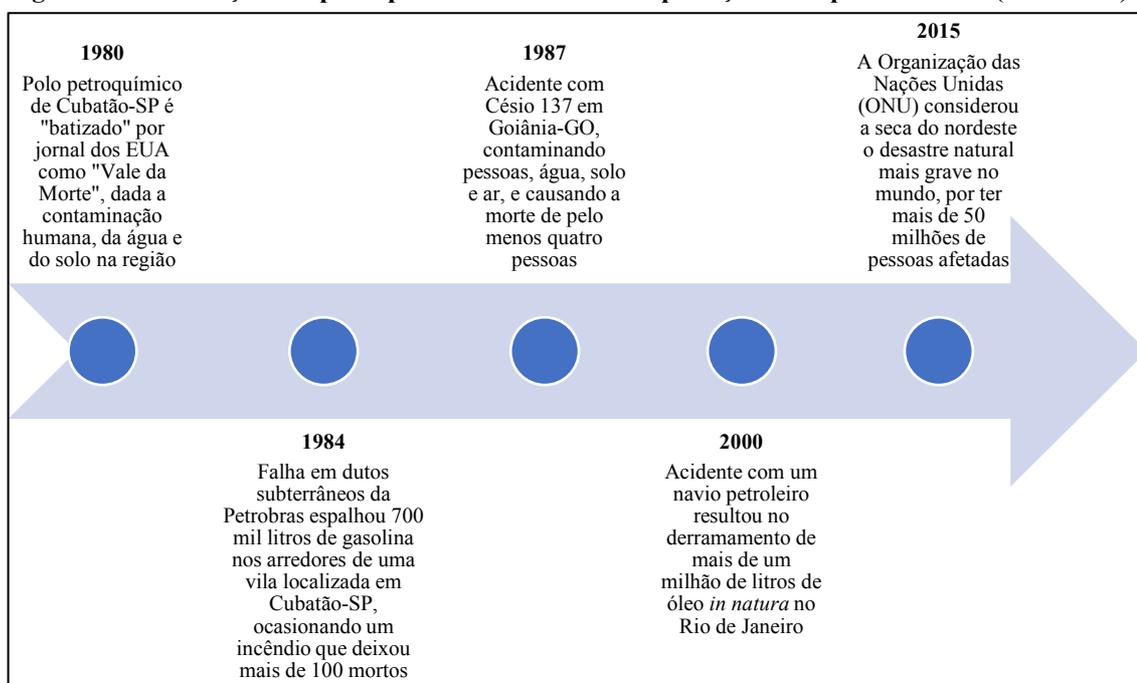
Segundo Moraes (2016) esses eventos indesejáveis são classificados como: naturais, ou seja, resultantes das forças da natureza como terremotos, furacões, inundações, tsunamis, deslizamentos, nevascas, erupções vulcânicas; biológicos, que consistem em epidemias, pandemias, infestações por insetos, ataques animais, secas, entre outros; e tecnológicos, para aqueles decorrentes de eventos indesejáveis nas atividades industriais envolvendo incêndios, explosões, e vazamentos que resultem em lesões graves, mortes, impactos ao ambiente e perdas materiais significativas.

### 3. Catástrofes no Brasil e suas consequências socioambientais

Geralmente os desastres ambientais afetam, desproporcionalmente, as pessoas mais pobres no mundo, isto pelo fato deles não possuírem infraestrutura ou serviços sociais para os protegerem, ou mitigar os efeitos dos desastres ambientais. 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 aquele local para a vida ou mesmo para a sua sustentabilidade; e, por vezes, inviabilizando o seu desenvolvimento econômico (CNM, 2016).

Gonçalves (2017a) aponta alguns dos principais desastres causados por ação antrópica (de cunho nuclear, químico, derramamento de poluentes etc.), em ordem cronológica, que causaram danos irreparáveis às populações de diversos países, dos quais se destacam alguns ocorridos em solo brasileiro, compilados na Figura 1.

**Figura 1: Enumeração dos principais desastres causados por ação antrópica no Brasil (1980-2015).**



**Fonte:** Elaborado com base em Gonçalves (2017a).

Na Figura 1, não foram contemplados os desastres em Mariana-MG e em Brumadinho-MG. Sabe-se, porém, que os acidentes com barragem continuam a acontecer em uma frequência de pelo menos um acidente grave por ano. A magnitude dos prejuízos causados por desastres em barragens depende de alguns fatores como a densidade de ocupação do território ao redor



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

das barragens, das características da população, da atividade econômica ou da existência de outras indústrias na localidade (PEREIRA, 2009).

Freitas *et al.* (2016), ao analisarem 147 incidentes em barragens de mineração no Brasil, apontam um conjunto de causas, das quais destaca-se: a manutenção deficiente das estruturas de drenagem; ausência de monitoramento contínuo e controle durante construção e operação; crescimento das barragens sem adequados procedimentos de segurança; a sobrecarga a partir de rejeitos de mineração. Do mesmo modo, chamam a atenção para a falta de regulamentação sobre os critérios de projetos específicos. Combinada com políticas frágeis e instituições públicas de controle e prevenção desestruturadas, constitui cenário fértil para a ocorrência de desastres no Brasil, em que anormalidades são cotidianamente transformadas em normalidades.

Além dos rompimentos de barragens nas cidades mineiras supracitadas, outro caso ocorreu em 2018, no município de Barcarena-PA, onde a mineradora Hydro Alunorte foi responsável pelo vazamento de rejeitos de bauxita que vieram da barragem da empresa. Esses rejeitos contaminaram os rios da região impossibilitando que a comunidade consuma da água, ao todo foram 13 comunidades afetadas. O relatório técnico do Instituto Evandro Chagas diz que nesses mananciais foram encontrados elementos tóxicos como alumínio, ferro, arsênio, cobre, mercúrio e chumbo. No rio Murucupí, que banha Barcarena, o nível de alumínio é de 25 vezes acima do permitido pelo Conama (BARBOSA, 2018).

Também, Gonçalves (2017a) menciona o vazamento de barragem em Cataguases-MG, em 2003, e o rompimento de barragem em Mirai-MG, em 2007, causando sérios danos ao ecossistema e à população ribeirinha de ambos os municípios (WESTRA, 2009).

Em adição aos impactos ambientais, esses acidentes podem impulsionar: surtos de infecções; o agravamento de doenças crônicas entre os atingidos; a piora de sua saúde mental; e problemas como acidentes domésticos e doenças respiratórias decorrentes da toxicidade da lama (FREITAS *et al.*, 2019).

#### **4. Gestão de riscos ambientais dos governos e das empresas mineradoras frente às catástrofes ambientais**

De acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2016), os municípios que possuem atividades mineradoras apresentam Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)<sup>1</sup> maior do que a média registrada no Estado em que está localizado. Sendo assim, à primeira vista, as atividades mineradoras parecem refletir na qualidade de vida da população ao seu redor.

Entretanto, a atividade mineradora sabidamente possui impactos negativos e riscos às pessoas e ao meio ambiente. Segundo Nobrega (2011), as barragens provocaram danos irreversíveis e significativos, destacando a destruição da fauna e flora, tal como a qualidade da água e solo após o desastre. O autor também revela que as implicações sociais das barragens são bem mais graves do que os “impactos positivos” sugeridos pelos empreendedores.

E, tomando como referência a base de dados sobre desastres em barragens de mineração da organização *World Information Service on Energy* (WISE, 2019), que cobre os impactos humanos e ambientais da mineração em nível global, pode-se verificar que, ao longo dos últimos 50 anos, ocorreram pelo menos 37 desastres em barragens de mineração considerados muito graves.

---

<sup>1</sup> Esse índice considera três dimensões: a expectativa de vida ao nascer; os anos médios de estudo e os anos esperados de escolaridade; e, finalmente, o PIB per capita.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

Levando em conta os acontecimentos supracitados, muitas organizações têm investido em planos estratégicos de gestão com finalidades de amenizar os riscos ambientais aos quais estão expostas tanto as pessoas como as empresas, principalmente pela grande evolução da globalização (CASTRO *et al.*, 2011) e pelas crescentes expectativas dos *stakeholders* (DURÃO; GUIMARÃES, 2020).

Em um processo de gestão de riscos, a iniciação se dá pela percepção de possíveis anomalias à segurança ou às suas funcionalidades; posteriormente é feita uma análise de riscos para se determinar quais as decisões ou recomendações a serem tomadas, para assim implementar a gestão de riscos (PEREIRA, 2009).

A gestão de riscos é uma nova abordagem de sistematização visando a antecipação dos problemas que possam afetar os objetivos estratégicos das organizações. Sua implementação visa aproveitar a experiência adquirida na implementação dos Sistemas de Gestão de SMSQRS (Saúde, Meio Ambiente, Segurança, Qualidade, Responsabilidade Social). As Normas ABNT ISO 31000 (Gestão de Riscos) e ABNT ISO 31010 (Técnicas de Análise de Riscos) são dois documentos que podem ser utilizados como referência, cujos princípios e diretrizes estendem-se para quaisquer atividades econômicas (MORAES, 2016).

Relacionando a gestão de riscos com a sustentabilidade, afirma-se que esse processo busca o desenvolvimento sustentável, que pode ser ideal, desde que a atividade econômica seja mantida em meios poucos invasivos ao meio ambiente, tendo aplicação efetiva dos métodos da gestão (CASSALI, 2017).

Em âmbito global, o Relatório da Comissão Mundial de Barragens (CMB), sintetizou os principais problemas envolvidos na construção de barragens, destacando o déficit das barragens já construídas e o seu desempenho, para a corrupção e os interesses corporativos envolvidos, e para a incompetência institucional na garantia dos direitos dos atingidos (NOBREGA, 2011).

No Brasil, como forma de prevenir os riscos ambientais, foi estabelecido pela Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho, do extinto Ministério do Trabalho, o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), um conjunto de ações orientados para a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, não desprezando os cuidados com o meio ambiente e recursos naturais (MORAES, 2016). Também, o Projeto de Lei nº 436 de 2007 afirma que há uma obrigatoriedade da contratação de seguro contra o rompimento de barragens para que, em caso de acidente, ele cubra os danos físicos e/ou materiais causados às comunidades atingidas, sendo que as seguradoras devem atuar como auditores e fiscais, controlando e garantindo que haja execução e manutenção adequadas nas obras (PEREIRA, 2009).

De maneira complementar, Moraes (2016) destaca que, após alguns acidentes ambientais, os órgãos ligados ao meio ambiente, que antes atuavam apenas de maneira corretiva e punitiva, passaram a trazer mais informações 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 necessários ao processo de tomada de decisão sobre a viabilidade socioambiental.

Finalmente, o Plano de Ações Emergenciais (PAE) e o monitoramento de riscos são importantes complementos da gestão de riscos, podendo trazer à tona diferentes respostas em caso da ocorrência de determinados eventos não previstos. Ainda assim, geralmente não é possível a eliminação completa dos riscos. Portanto, devem-se identificar quais riscos gerir, mitigar ou controlar. Nesse sentido, existem meios de ação alternativos que se enquadram na prevenção



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

de acidentes: evitar, reduzir, retirar, transferir e aceitar. Por outro lado, as medidas de mitigação apoiam-se em estudos específicos, podendo ser de natureza técnica, não técnica, educacional, organizacional ou legal, em geral, como parte integrante da estratégia de gestão de risco (PEREIRA, 2009).

## 5. Gestão de risco no setor de mineração

Nos processos para obtenção dos minérios são gerados grandes volumes de rejeito, e, 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).

Como visto, dada a crescente demanda por segurança, foram introduzidas fundamentações de inúmeros instrumentos jurídicos que buscam evitar acontecimentos abruptos que sejam nocivos ao meio ambiente e aos assentamentos humanos, baseando-se nos princípios da prevenção e da precaução (GONÇALVES, 2017b).

Beck (2008), proponente da teoria da sociedade do risco, na qual o risco é intermédio entre a segurança e a destruição, relata que as instituições responsáveis pela gestão dos riscos são confrontadas por uma sensação geral de insegurança e pela crescente consciência de que o sistema é ineficiente, provocando uma banalização do risco (MENDES, 2015). De fato, pode-se tomar como exemplo a Vale, que, segundo seus próprios reportes de sustentabilidade, apesar de considerar que o gerenciamento de risco é fundamental para apoiar a estratégia de crescimento e flexibilidade financeira, haja visto que o Conselho de Administração estabeleceu, em 2005, uma Política de Gestão de Riscos Corporativo e um Comitê Executivo de Gestão de Risco (VALE, 2009), não evitou o desastre em Brumadinho-MG.

Ainda assim, em qualquer empresa cuja atividade seja geradora de riscos, a gestão deles faz-se imprescindível. Para tanto, utilizam-se suas fases (identificação das ameaças; análise e avaliação das ameaças; definição dos tratamentos; e definição do monitoramento), junto a ferramentas que guiam as empresas em um caminho que evite a ocorrência de acidentes e desastres (LOPES et al., 2016).

**Figura 2: Programas de Gerenciamento de Riscos (PGR) existentes nos processos e fases das atividades de mineração.**



Fonte: Verde Ghaia (2019).



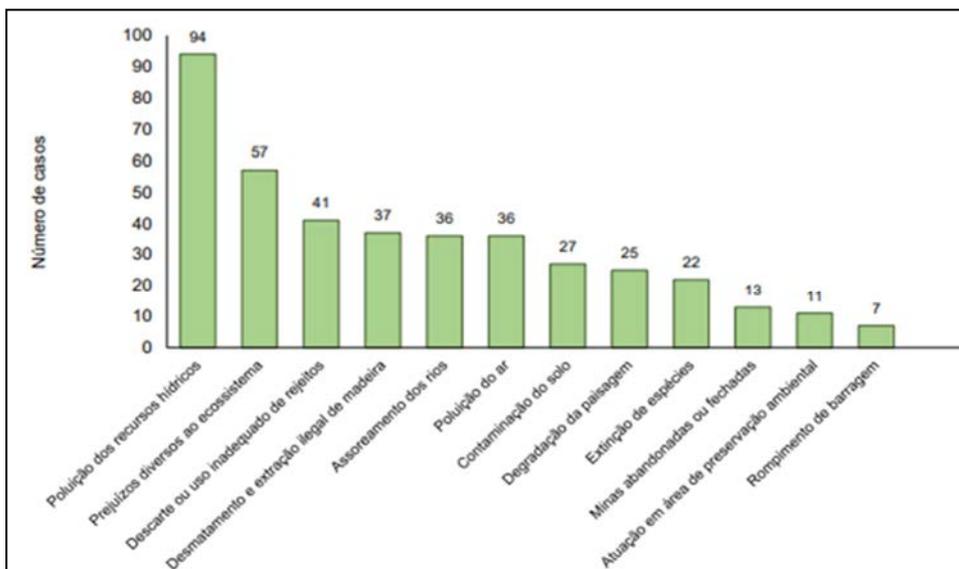
II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

Uma gestão de riscos adequada nas atividades de mineração, se põe em dúvida por conta da enorme barreira no interesse econômico, pois, em muitas regiões, é a mineração que movimenta a economia, sendo que, em alguns casos, ela dita o ritmo de crescimento da região. Isso dificulta a imposição de limites e obrigações aos operadores, permitindo a elaboração de políticas minerárias que privilegiem o interesse econômico de poucos em detrimento do ambiente natural e das comunidades instaladas nos locais em que a atividade mineradora acontece (GONÇALVES, 2017b).

A exploração desses recursos traz alguns conflitos quando confrontados com critérios de sustentabilidade forte, fraca ou prudente/sensata. Silva e Dummond (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. Entende-se, assim, que quanto maior for a dependência econômica em relação a uma determinada atividade, menor será o grau de sustentabilidade. Portanto, somente uma economia de grau forte e capaz de uma política independente pode optar pela erradicação da sustentabilidade fraca, podendo até mesmo existir uma política que dê prioridade às questões ambientais, por meio da opção de risco zero (SILVA; DUMMOND, 2005).

A atividade extrativa enfrenta sérios problemas quando o assunto é o local da exploração, em razão do dano irreversível ao solo que o torna impossibilitado para usos futuros. Esse é um dos problemas centrais e de maior complexidade do fechamento de minas, levando em conta que essa ação, além de implicar em danos ecológicos puros, afeta o potencial de utilização do solo na comunidade local, refletindo em impactos socioeconômicos, sendo que os riscos ambientais que permeiam por um longo período após o fim da atividade fazem com que se agravem os problemas de (in)sustentabilidade no pós-operação (GONÇALVES, 2017b).

**Gráfico 1: Tipologia número de casos dos impactos socioambientais da mineração.**



**Fonte:** Gonçalves (2017b).

Se o axioma sustentável fosse estruturante a esse ramo, a renda decorrente da exploração mineral poderia ser considerada um importante instrumento para combater problemas gerados por essa atividade, por meio da destinação das verbas decorrentes da compensação financeira,



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

dos *royalties* e da conseqüente canalização dos recursos para a conservação ambiental e para o bem-estar das pessoas, como forma de responsabilidade social corporativa. E, em caso de acidentes, essa destinação seria às comunidades afetadas, além da recomposição do ambiente a longo prazo (GONÇALVES, 2017b).

No entanto, Sousa e Freitas (2019) explicam o desequilíbrio no Tripé da Sustentabilidade (*Triple Bottom Line*), pendendo para o capital, pode gerar danos a todas as suas hastes, incluindo a do próprio desenvolvimento econômico. As tragédias descritas são marcas permanentes nas populações atingidas, afinal, vidas humanas foram perdidas, muitos sobreviventes perderam sua subjetividade cultural ao serem desapropriados de seu espaço pela lama tóxica; histórias de vida se foram; redes de amizades se desfizeram; e os impactos aos ambientes atingidos ainda permanecem imensuráveis e possivelmente irreversíveis.

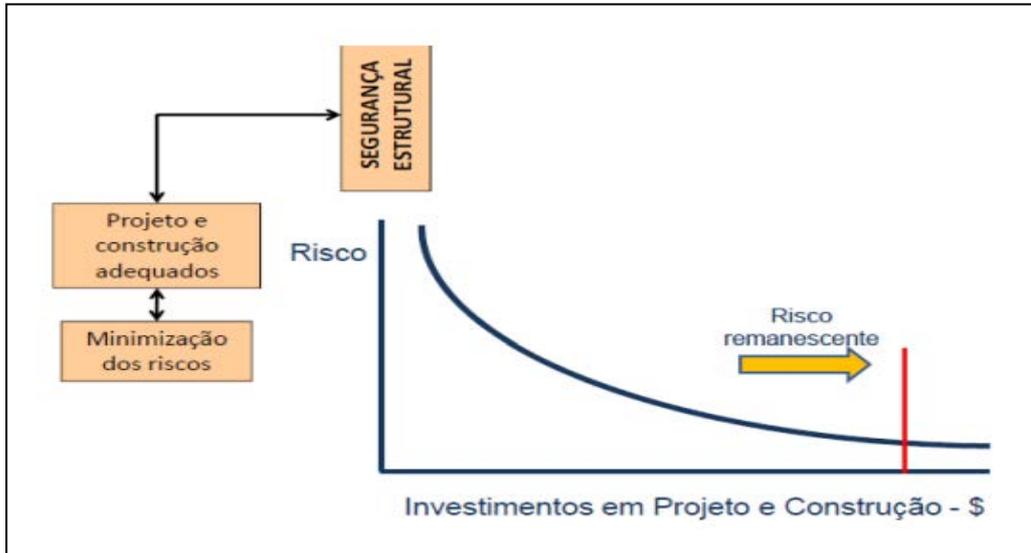
Em seguida ao rastro de destruição deixado pelo desastre de Mariana-MG, a opinião pública brasileira foi forçada a se voltar para a questão da mineração no país, procurando reavaliar os métodos de fiscalização governamental e delineando melhorias. Entretanto, quando a barragem de Brumadinho-MG se rompeu quatro anos depois, foi percebido que não houve nenhuma mudança significativa para solucionar essas questões (SOUSA; FREITAS, 2019).

O país já possui bagagem o suficiente para compreender a necessidade de mudanças, a real integração entre o social, ambiental, econômico e político é o caminho a se buscar para garantir o direito constitucional ao meio ambiente equilibrado essencial a saúde e a qualidade de vida da população (SOUSA; FREITAS, 2019). Contudo, ao analisarem as peças comunicacionais produzidas pela Vale e circuladas na região do Vale do Paraopeba, que engloba os municípios de Congonhas-MG, Belo Vale-MG e Brumadinho-MG, um ano antes da tragédia, Oliveira e Oliveira (2019, p. 37) constatarem que o material baseou-se “na semântica do eufemismo, uma modalidade discursiva que privilegia a imagem idealizada pela empresa sobre si mesma”. E complementam que o que aconteceu em Brumadinho foi muito mais um crime do que um simples desastre ou um acidente de percurso do setor de mineração, pois como declararam os próprios representantes da Vale, os sinais de perigo de rompimento da barragem do Córrego do Feijão estavam dados e consubstanciados tanto nos relatórios de fiscalização e de consultoria contratados pela empresa quanto em seus próprios relatórios e que foram ignorados.

Estudos de Davies e Martins (2019) que analisaram 143 desastres em mineração entre 1968 e 2009, revelaram uma correlação entre os ciclos de alta e baixa dos preços dos minérios no mercado internacional com rompimentos de barragem de rejeitos. A explicação para isso é que, em tempos de elevação dos preços dos minérios, os procedimentos de licenciamento e de execução da construção de barragens seriam acelerados, devido à intensa demanda, por parte das mineradoras, para que o período de fatura fosse aproveitado; porém, em momentos de queda, a pressão das empresas volta-se à redução de custos operacionais, como os de manutenção e segurança das obras. Os pesquisadores também identificaram nesse estudo que o número de acidentes de trabalho aumentou, evidenciando que nesses períodos há problemas de gestão de segurança nas empresas.

Em consonância, a Figura 3 destaca a relação entre o risco de acidentes e os investimentos realizados nas fases de projeto e construção, na qual é possível visualizar que os riscos diminuem à medida que os gastos e investimentos aumentam, até um ponto em que ficam estáveis (VIANNA, 2015).

**Figura 3: Relação do risco e investimento em projeto e construção.**



Fonte: Vianna (2015).

Portanto, quanto maior foi o investimento em prevenção, preparação e resposta, menor será a chance de que ocorra um rompimento de barragem e as consequências de um, caso aconteça (VIANNA, 2015).

Os dois últimos desastres desse tipo mostraram o quanto eles podem ser destrutivos. Onde ao todo somaram-se centenas de mortos, destruição ambiental gigantesca que não atingiu apenas o local, mas regiões vizinhas, a economia em setores estratégicos sofreu um grande impacto (CEDEC, 2019).

Após o rompimento da barragem na mina Córrego do Feijão, em Brumadinho-MG, os valores das ações da Vale caíram aproximadamente 24%, gerando a perda de R\$ 70 bilhões em valor de mercado. Em adição, houve um intenso reflexo no exterior, no qual a empresa observou uma queda de 16% no pré-mercado (BRASIL ECONOMICO, 2019). Porém, menos de um ano após o ocorrido, a Vale recuperou o valor que tinha antes do desastre, e, com essa valorização, a mineradora superou a marca de R\$ 300 bilhões em valor de mercado, cerca de R\$ 5 bilhões a mais do registrado anteriormente ao acidente no município mineiro (MOURA, 2020).

Esse cenário positivo se deu por conta das ações que a Vale afirmou ter tomado acerca de outras barragens, adotando medidas que buscam evitar novos rompimentos. Estimou-se que a Vale desembolsou R\$ 6,55 bilhões em 2019 para reparação, indenização e despesas pelo desastre de Brumadinho-MG. Contudo, esse valor é menor do que geralmente é distribuído aos acionistas, cerca de R\$ 7,25 bilhões. Até 2031, é esperado que seja fornecido cerca de R\$ 32,75 bilhões em ações relacionadas a Brumadinho-MG e à descaracterização de nove barragens da companhia (MOURA, 2020).

Em relação aos aspectos sociais, políticos e econômicos, os dois eventos citados geraram no quesito social vítimas fatais e não fatais, comunidades e famílias destruídas, redução da arrecadação de tributos relacionados a mineração e impacto nos ramos de turismo, transporte, saúde (CEDEC, 2019), diversos problemas psicológicos (FREITAS et al., 2019) e muitos outros impactos já discutidos. No âmbito político, ressalta-se, após os eventos, a criação de uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) sobre o desastre, além da tentativa de mudança da legislação sobre barragens no país.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

Tendo em vista o potencial dos danos ambientais causados pelos acidentes com barragens, bem como os problemas sociais e econômicos decorrentes deles, a essencialidade do monitoramento e do uso da boa engenharia demonstrou-se inadiável, uma vez que todas as imperfeições no processo poderiam ser identificadas com um monitoramento correto e a utilização assertiva das normas (VALERIO, 2016), ainda que, no final de 2018, a empresa alemã Tüv Sud, contratada pela Vale, tenha atestado a estabilidade da barragem de Brumadinho-MG, evidenciando o conflito existente entre mineradoras e empresas consultoras e fiscalizadoras (PASSARINHO, 2019).

Além disso, a barragem da Vale não recebia rejeitos desde 2014 e possuía declarações de estabilidade física e hidráulica, emitidas pela referida empresa alemã, que alegou que todas as inspeções não detectaram nenhum problema na estrutura. Mas, nas primeiras investigações, detectou-se rachaduras na barragem, um problema que já havia sido mencionado pelos funcionários da mineradora brasileira (FREITAS; SILVA, 2019).

Essas instabilidades geram um grande desconforto para as famílias à jusante, que sofrem com o risco de rompimento a todo momento. Inclusive, após o ocorrido em Brumadinho-MG, algumas mineradoras relataram seu risco à ANM, que, por sua vez, solicitou retirada imediata de famílias das comunidades de risco, após verificação *in loco*. Pelo fato de que, em alguns municípios as sirenes de alerta foram acionadas, as famílias foram realojadas em hotéis, pensões e casas de parentes até que a segurança das barragens fosse reafirmada pelas autoridades (JUCÁ, 2019).

A maioria das falhas em barragens se dá por conta da aplicação de métodos inadequados, construção sem a supervisão necessária ou negligência, relacionadas, geralmente, a algumas questões e estágios da construção (MATOS, 2017).

No caso de Mariana-MG, após análise do processo de licenciamento ambiental da Barragem do Fundão, não foi constatado nenhum tipo de auditoria, visto que é essencial que mineradoras passem por Auditorias Técnicas de Segurança, algo que pode ter intensificado a ocorrência dos riscos que geraram o evento catastrófico (MATOS, 2017). E, de acordo com 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), outro fato que contribuiu para o desastre foi a irregularidade nos licenciamentos, que perpassou desde a fraude de documentos, passando pela omissão de dados em relatórios, até o descumprimento de condicionamentos expressos nos processos de licenciamento.

O mesmo aconteceu em Brumadinho-MG, onde alguns pontos cruciais foram comprovadamente negligenciados (MATOS, 2017). Isso pode ser evidenciado pela imprudência em construir um refeitório e um prédio administrativo localizados a cerca de um quilômetro da barragem, que, em caso de rompimento, seriam as primeiras estruturas atingidas, comprometendo quaisquer possibilidades de evacuação, contrariando a legislação brasileira, que atribui ao empreendedor a responsabilidade de garantir a segurança das suas estruturas, além de manter a fiscalização das suas atividades de mineração, em comunicação com a ANM e outros órgãos licenciadores (FREITAS; SILVA, 2019).

O Ministério Público (MP) ressaltou que a Vale não adotava as medidas necessárias para manter a segurança de suas estruturas, colocando em risco a vida humana e o meio ambiente. O órgão também relatou 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 (RONAN, 2019).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

Os dados obtidos através da Polícia Federal e da própria Vale, mostram a principal hipótese de causas do rompimento da barragem de Brumadinho-MG (e, similarmente, da barragem em Mariana-MG): erosão interna e liquefação, que ocorrem quando há um aumento no volume ou pressão da água que por algum motivo aumentam. Sobre o desastre em Brumadinho-MG, por meio de um laudo disponibilizado pela mineradora constatou-se que os piezômetros – que medem o nível da água no interior da barragem – estavam sem o funcionamento dos sensores em janeiro de 2019. E, verificando os e-mails trocados pela Vale e a consultoria alemã, identificou-se que a mineradora estava ciente sobre esses problemas (RONAN, 2019).

Após o rompimento da Barragem I da Vale em Brumadinho-MG, os fiscais da ANM – Agência Nacional de Mineração interditaram imediatamente o empreendimento, além de notificar que deveriam ser apresentados documentos técnicos referentes à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), também havendo uma ampliação das atividades de fiscalização e, paralelamente, a discussão de um regulamento que vise a eliminação e a redução do risco de acidentes com barragens de mineração no Brasil (ANM, 2019).

Porém, logo constatou-se que a atuação da ANM tem diminuído gradativamente desde 2010, bem como seus recursos humanos e econômicos: mesmo com atribuições e contribuições de responsabilidade sendo feitas ao órgão, ele ainda se mantém sem os recursos necessários (ANM, 2019).

## 5. Horizontes de ação para a gestão de risco

As consequências desses acidentes implicam em severas adversidades ao meio ambiente, à sociedade e à economia. Dessa forma, para tentar sanar ou reduzir as causas delas, as empresas mineradoras precisam cumprir fielmente as leis e normas estabelecidas, além de adotar modelos de análise de eficácia comprovada na prevenção de riscos, como o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) – Análise do Tipo e Efeito de Falha.

Essa é considerada uma das metodologias de análise mais importantes do planeta, algo evidenciado pela grande utilização dela nas discussões sobre esse tema (VALERIO, 2016). A aplicação da técnica FMEA mostra-se adequada para identificar os aspectos mais críticos de uma barragem (VIANNA, 2015).

A ferramenta pode trazer resultados úteis para mapear os impactos de todos os eventos que podem ser prejudiciais durante a construção ou operação de uma barragem, buscando identificar e priorizar as ações de detecção e mitigação. Para aplicar esse método, é seguida uma estrutura básica que consistem em seis etapas: 1 – Estruturar o sistema; 2 – Definir a função de cada componente desse sistema; 3 – Identificar os potenciais modos de ruptura associado a cada função de cada componente; 4 – Identificar potenciais causas; 5 – Descrever os efeitos diretos nos demais componentes e no sistema; 6 – 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 em alguns pontos de uma barragem.

**Tabela 1: Aplicação da FMEA para o corpo da barragem.**



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

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 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									
Retener 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 por meio dessa ferramenta pode abrir a perspectiva para possíveis propostas e execuções de intervenções corretivas e preventivas contra acidentes similares. Dessa forma, a utilização da mesma mostrou-se ser 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).

Os fatos enumerados na pesquisa lançam luz à fragilidade no processo de licenciamento ambiental no país, que demonstra inúmeras falhas no controle e monitoramento das barragens. Em adendo, as práticas de gerenciamento de riscos nas duas ocasiões demonstraram-se demasiadamente artificiais. A partir disso, torna-se necessária a intervenção do poder público, dos órgãos ambientais e da própria sociedade civil, por meio de ONGs, da Academia e de sindicatos (MATOS, 2017), além da representatividade de membros das comunidades impactadas.

Por conseguinte, após o evento da Barragem do Fundão foram feitas diversas alterações no processo de licenciamento, e em outros processos que buscavam tornar o empreendimento com barragens balizado por instrumentos mais rigorosos (MATOS, 2017). Ainda assim, demanda-se uma visão que aproxime a alteração e modificação desses pontos ao que se refere o risco de desastres de barragens de mineração, em complemento a alguns processos como, por exemplo: prevenção riscos pela criação de novas barragens com tecnologias obsoletas e perigosas; redução de riscos mediante uma fiscalização justa e eficaz; estruturação de sistemas de alerta; desenvolvimento de planos de emergência; e garantia de recuperação após desastres. Tudo isso deve ser selado com a participação de representantes de setores como: trabalho, saúde, serviço, social, meio-ambiente, águas e mineração, com clareza e participação ativa de seus representantes e de movimentos de atingidos por barragens (FREITAS; SILVA, 2019).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

Em acréscimo, a conjuntura atual exige das empresas uma responsabilidade que ultrapasse a mera participação na produção de bens e serviços, atingindo fatores de natureza social e ambiental. Há um forte interesse em informações sobre responsabilidade e riscos ambientais, adotados 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).

Observando a necessidade de uma reorientação dos negócios a fim de que as empresas sejam cada vez mais generosas e regenerativas (RAWORTH, 2019), um setor altamente impactante como o da mineração deve incrementar sua responsabilidade social para além do cumprimento das leis e recomendações técnicas, de maneira a reduzir a exploração irreversível dos recursos naturais. Com isso, a própria gestão de risco sentirá os efeitos positivos desse novo modelo, pois a probabilidade de acidentes diminuiria consideravelmente, bem como os danos ao meio ambiente e às pessoas.

Desse modo, as empresas do setor de mineração devem melhor refletir o compromisso e a prática do Tripé da Sustentabilidade conforme preconizado no Índice de Desenvolvimento de Ecoeficiência Empresarial (IDECOE). (DE SOUSA; ZUCCO, 2020).

## 7. Considerações finais

Este artigo lançou luz à importância da gestão de risco nas empresas mineradoras em resposta às recentes catástrofes ambientais ocasionadas recentemente pela atividade extrativista em dois municípios de Minas Gerais: Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2019.

Os pontos que poderiam ter sido trabalhados para que houvesse a diminuição dos desastres, e que o cumprimento das devidas normas, legislações e de apropriados métodos de prevenção de risco, monitoramento e segurança fossem seguidos à risca a chance de eventos. Esses cuidados devem ser tomados para garantir a sustentabilidade do meio ambiente, da sociedade, da comunidade à jusante e de sua economia.

Partindo dos pilares ambiental, social e econômico da sustentabilidade, esta pesquisa evidenciou a discrepância entre a recuperação econômica da Vale, empresa responsável pelo desastre em Brumadinho-MG, que recuperou completamente o valor de suas ações apenas um ano depois do ocorrido, enquanto as comunidades afetadas e os ecossistemas destruídos pelo rompimento da barragem apresentam danos irreparáveis, como a perda de vidas humanas e o comprometimento de recursos hídricos e do solo. Isso foi relatado por afetados que, nesse mesmo horizonte temporal, afirmam que ainda não conseguiram escapar das consequências psicológicas, materiais e ambientais do desastre. Além disso, muitos produtores e pequenos empreendedores locais ainda não se recuperaram 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. Sendo assim, para os próximos anos, métodos de gestão de risco, aliados a agendas globais pelo desenvolvimento sustentável e ao fortalecimento das instituições e da participação de mais atores sociais no processo decisório para a instalação e manutenção de barragens, devem figurar no horizonte de ação de empresas do setor minerador, algo que pode ser expandido para outros nichos de mercado, a fim de priorizar a vida, a prosperidade e a manutenção dos recursos naturais disponíveis no planeta.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

## 8. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq e CAPES - Código de Financiamento 001.

## 9. Referências

- AMARAL, M. F. Os testemunhos de catástrofes nas revistas brasileiras: do medo individual à patemização midiática. **Revista Contracampo**, v. 26, n. 1, p. 71-78, abr. 2013.
- ANM. **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.
- 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/>. Acesso em: 23 jun. 2020.
- CASSALI, N. K. **Desastres ambientais: regulação e métodos de compensação**. **Revista do Direito da Empresa e dos Negócios**, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2017.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em defesa civil – vol. 1**. 2003. Disponível em: <https://www.franca.unesp.br/Home/Pos-graduacao/-planejamentoeanalisedepoliticaspUBLICAS/isippedes/analacia-bueno-dos-reis-giometti.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2019.
- CASTRO, A. et al. **Gestão de riscos ambientais**. 2011. Disponível em: <http://www.uneb.br/es-pcont/files/2011/12/art-001200-4.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2019.
- CEDEC. **Plano de Segurança para as comunidades próximas a barragens de mineração**. 2019. Disponível em: [http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/workshop\\_barragem2019/plano\\_seguranca\\_barragens\\_03.05.19.pdf](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.desenredando.org/public/libros/2006/ges\\_loc\\_riesg/gestion\\_riesgo\\_espanol.pdf](http://www.desenredando.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.
- CRESWELL, J. W. **Research Design: Qualitative and Quantitative approaches**. 4th ed. Thousand 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-incidents.html>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- DEMAJOROVIC, J. **Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental**. São Paulo: Senac, 2003.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

- DE 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**, v. 2, n. 2, p. 1115-1139, 2020.
- DURÃO, M.; GUIMARÃES, F. **Brumadinho aumenta pressão de investidor estrangeiro por mais transparência e segurança na mineração**. 2020. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/>. Acesso em: 07 maio 2020.
- 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**. Salvador: UFBA: 2018.
- FREITAS, C.M.; SILVA, M.A. Acidentes de trabalho que se tornam desastres. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 17, n. 1, p. 21-29, 2019.
- FREITAS, C. M. et al. O desastre na barragem de mineração da Samarco. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 3, p. 25-30, 2016.
- FREITAS, C. M. et al. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho-MG. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 5, p. 1-7, 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GOMES, S. M. S.; GARCIA, C. O. **Controladoria ambiental**. São Paulo: Atlas, 2013.
- GONÇALVES, D. P. **Principais desastres ambientais no 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. **Pesquisa sobre desenvolvimento de cidades mineradoras é apresentada no WMC 2016**. Disponível em: [http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD\\_CHAVE=263171](http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=263171). Acesso em: 11 mar. 2019.
- JUCÁ, B. **Com laudos sob desconfiança, MP faz pente fino para checar risco real de barragens**. 2019. Disponível em: [https://brasil.elpais.com/brasil/2019/02/08/politica/1549657902\\_617190.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2019/02/08/politica/1549657902_617190.html). Acesso em: 02 mai. 2020.
- LIMA, M. S. B.; MOREIRA, É. V. A pesquisa qualitativa em Geografia. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 37, v. 2, p. 27-55, ago./dez. 2015.
- LOPES, A.C.S. et al. **Caso Samarco**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305487956>. Acesso em: 01 mar. 2020.
- 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: 08 mai. 2020.
- MENDES, J. M. Ulrich Beck: a imanência do social e a sociedade do risco. **Análise Social**, n. 214, p. 211-215, 2015.
- MORAES, G. **Sistema de Gestão de Riscos - Princípios e Diretrizes- ISSO 31.000 Comentada e Ilustrada**. 2ºed, Rio de Janeiro: GVC, 2016.
- MOURA, J. **Um ano após Brumadinho, Vale recupera valor que tinha 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**, v. 15, n. 4, p. 731-747, jul./ago. 2011.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

- NESTROVSKI, A.; SELIGMANN-SILVA, M. **Catástrofe e representação**. 2000. Disponível em: <https://joaocamillopenna.files.wordpress.com/2015/03/seligmann-silva-org-catastrofe-e-representacao.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2019.
- NOBREGA, R. S. Os atingidos por barragem: refugiados de uma guerra desconhecida. **Revista Interdisciplinar da Mobilidade Humana**, v.19, n. 36, p. 125-143, 2011.
- OLIVEIRA, V. C.; OLIVEIRA, D. C. A semântica do eufemismo: mineração e tragédia em Brumadinho. **Reciis**, v. 13, n. 1, p. 13-38, mar. 2019.
- PASSARINHO, N. **Por que no Brasil não tem como saber se suas barragens são seguras?**. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47240090>. Acesso em: 01 mai. 2020.
- PEREIRA, F. M. S. **Gestão de riscos e plano de ações emergenciais aplicado à barragem de contenção de rejeitos Casa de Pedra/CSN**. Ouro Preto: OFOP, 2009.
- PINHEIRO, M. A. O sentido das catástrofes naturais na mídia. **Anuario Electrónico de Estudios en Comunicación Social “Disertaciones”**, v. 10, n. 2, 2017.
- POT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 271-283, 2017.
- RAWORTH, K. **Economia Donut: Uma alternativa ao crescimento a qualquer custo**. São Paulo: Zahar, 2019.
- REZENDE, V. L. A mineração em Minas Gerais. **Sociedade e Natureza**, v. 28, n. 3, p. 375-384, 2016.
- 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](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: 16 mai. 2020.
- SILVA, M. A. R.; DRUMMOND, J. A. Certificações socioambientais. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 3, n. 3, p. 1-21, jan. 2005.
- 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.
- UFSC. **Gestão de riscos de desastres**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012.
- 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: 02 Mar. 2020.
- 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](http://www.eng-minas.araxa.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/170/2018/05/Isabella_Fernandes_Valerio.pdf). Acesso em: 07 mai. 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**. Belo Horizonte: UFMG, 2015.
- WESTRA, L. **Environmental Justice and the Rights of Ecological Refugees**. London: Earthscan, 2009.