

**Brazilian Journal of Forensic Sciences,
Medical Law and Bioethics**

Journal homepage: www.ipebj.com.br/forensicjournal



**Descrição dos Desastres em Mariana e Brumadinho Sob o
Olhar da Perícia Criminal: Uma Revisão Sistemática**

**Description of the Disasters in Mariana and Brumadinho from the
Perspective of Criminal Expertise: a Systematic Review**

Cristiane Aparecida dos Santos^{1,*}, Ingrid de Souza Pellegrini^{2,◇},
Reinaldo Moreira da Silva³, Sordaini Maria Caligorne³

¹ Departamento de Pós-graduação, Faculdade Batista de Minas Gerais, Belo Horizonte,
MG, Brasil

² Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, Brasil

³ Seção Técnica de Biologia e Bacteriologia Legal, Polícia Civil de Minas Gerais, MG, Brasil

* Corresponding author. E-mail: cristianasantosfono@gmail.com. Phone: +55 31 98521-6742

◇ These authors have contributed equally to the work

Received 5 February 2021; Accepted 7 April 2021

Resumo. As atividades exploratórias de recursos minerais originam resíduos que carecem de um local apropriado para serem armazenados. No Brasil, as barragens de rejeitos são vistas como alternativa de armazenamento desses resíduos. Uma associação entre erros, tanto na implementação quanto na fiscalização desse modelo, acarreta falhas que podem desencadear desastres ambientais. Os rompimentos das barragens situadas nas cidades mineiras de Mariana e Brumadinho ocasionaram danos ao meio ambiente e à sociedade. Uma vez que eles se enquadram como crimes ambientais e como crimes não transeuntes (que deixam vestígios), de acordo com o ordenamento jurídico brasileiro vigente, o trabalho da perícia criminal torna-se indispensável. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo, a partir de uma revisão bibliográfica sistemática, apresentar e discutir os achados referentes às tragédias de Mariana e Brumadinho associados ao trabalho pericial. Percebeu-se a ausência de publicações científicas que abordassem essa associação. Apenas um laudo elaborado pela Polícia Federal foi encontrado.

Palavras-chave: Mariana; Brumadinho; Perícia Criminal; Ciências Forenses.

Abstract. Exploration activities for mineral resources generate tailings that lacks an appropriate place to be stored. In Brazil, tailings dams are seen as an alternative for storing this tailings. An association between errors in the implementation and in the inspection of this model causes failures that can trigger environmental disasters. The ruptures of tailings located in the cities of Mariana and Brumadinho caused damage to the environment and society. These happenings are classified as environmental crimes and as non-passer-by crimes (those that leave traces) according to the current Brazilian legal system. Because of this, the work of the criminal investigation becomes indispensable. Thus, the present study aimed, based on a systemic bibliographic review, to present and discuss the findings regarding the tragedies of Mariana and Brumadinho associated with expert work. It was noticed the absence of scientific publications that addressed this association. Only a report prepared by the Federal Police was found.

Keywords: Mariana; Brumadinho; Criminal Expertise; Forensics Sciences.

1. Introdução

Em nome do avanço e do crescimento econômico, a sociedade moderna se depara com o aumento da necessidade de exploração dos recursos minerais e, como consequência, com os efeitos negativos dessa atividade, especialmente ao meio ambiente. O progresso, na maioria das vezes, dá-se pela destruição do ambiente, supostamente controlada por meio de leis e portarias impostas pelo ordenamento jurídico brasileiro. A Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, traz em seu artigo nº 225 que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”¹. Assim, cabe ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo de maneira que as presentes e as futuras gerações sejam contempladas por ele. Porém, a mineração é uma prática recorrente no Brasil, principalmente no estado de Minas Gerais, por gerar empregos e arrecadar tributos significativos tanto estaduais quanto municipais. A devastação produzida por empresas tem causado danos ao meio ambiente e à população pelo fato de haver exploração de minerais não renováveis, alteração da paisagem, desmatamento e acometimento da fauna e flora local²⁻⁶.

Se por um lado a indústria mineradora no Brasil é responsável por grande parte da economia do país, por outro enfrenta desafios, especialmente

relacionados às formas de dispor os rejeitos por elas produzidos^{7,8}. Os rejeitos são constituídos por uma mistura de rocha e de fluidos do processo de beneficiamento (vários processos químicos necessários para a limpeza do minério)⁸. Esses rejeitos não apresentam valor comercial e possuem grande potencial de poluição caso haja algum extravasamento do local em que são armazenados⁷, sendo que a forma mais comumente empregada pelas mineradoras para o seu armazenamento é a disposição dos resíduos em barragens. As barragens, por sua vez, podem ser construídas pelos métodos de alteamento a jusante, alteamento a montante e de linha de centro. A barragem a montante, mesmo sendo o método menos seguro dentre os citados, é o mais utilizado pelas mineradoras por apresentar menor custo financeiro. Os degraus da barragem são formados pelo próprio rejeito despejado sobre um dique inicial (ou de partida)^{8,9-19}.

A lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010²⁰, estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Essa lei define Barragens como estruturas de contenção de água ou resíduos com 15 metros ou mais de altura, ou estruturas cujos reservatórios possuam mais de 3 milhões de metros cúbicos, ou ainda estruturas cujo reservatório contenha resíduos perigosos. Devido a maior dificuldade de controle de segurança de barragens de alteamento a montante, a Resolução nº. 04 da Agência Nacional de Mineração de 15/02/2019 proibiu utilização deste tipo de barragem de mineração em todo território nacional²¹.

No Brasil, no entanto, existem centenas de mineradoras que utilizam as barragens de rejeitos para reter a água e resíduos sólidos resultantes da extração e beneficiamento do minério. Algumas delas foram os personagens principais dos maiores desastres ambientais ocorridos em Minas Gerais, que provocaram enormes prejuízos ambientais, sociais e econômicos para a população²².

Em 2015, no dia 05 de novembro, ocorreu um desastre na cidade histórica de Mariana em Minas Gerais: o rompimento da barragem denominada de Fundão. Ele ocasionou o óbito de 19 pessoas, bem como 329 pessoas desabrigadas e a poluição hídrica de aproximadamente 663,2 km da Bacia do Rio Doce^{3,23}. Além disso, o desprendimento da lama soterrou a vila denominada de Bento Rodrigues praticamente em sua totalidade e gerou

prejuízos à vila de Paracatu e à parte baixa da vila de Barra Longa²⁴. De acordo com os achados descritos no Laudo Técnico Preliminar do IBAMA publicado em novembro de 2015)²⁵, o rompimento da barragem do Fundão culminou no maior desastre ambiental já ocorrido no Brasil e na maior catástrofe acarretada por uma empresa mineradora. A lama causou a impermeabilização do solo e a destruição de seus componentes orgânicos, além de diminuir as concentrações de nutrientes e tornar o pH extremamente ácido, o que comprometeu a fertilidade do solo²⁶. Não somente as localidades de Minas Gerais, mas também no estado do Espírito Santo foram acometidas pela lama de rejeitos que estava armazenada em uma barragem de responsabilidade da mineradora Samarco, uma associação entre a empresa brasileira Vale S.A. e a anglo-australiana BHP Billiton^{3,23}. Os atingidos das comunidades próximas à barragem, que foram destruídas pela lama, ainda aguardam pela reconstrução de suas casas.

Pouco mais de três anos após o desastre de Mariana ocorreu nova catástrofe, desta vez em Brumadinho, uma cidade pertencente à região metropolitana da capital mineira, Belo Horizonte, no dia 25 de janeiro de 2019. Houve o rompimento da Barragem B1, também de responsabilidade da Vale S.A., com capacidade de armazenamento de 12 milhões de metros cúbicos e apresentou como desfecho 259 mortos e 11 desaparecidos²⁷ de acordo com dados publicados no site da Polícia Civil de Minas Gerais (PCMG). A última postagem nesse site referente ao número de vítimas foi feita no dia 28/12/2019. Além disso, cerca de 310 hectares do Vale do Córrego do Ferro-Carvão foram acometidos pela lama^{7,22}. Esse foi considerado o maior acidente de trabalho da história do Brasil por ter havido 130 óbitos de trabalhadores da mineradora Vale S.A. entre as 270 pessoas mortas²⁸.

Ambos os desastres acarretaram perdas de vidas humanas e de biodiversidade presente nas áreas atingidas, com conseqüente aumento no número de desempregados, devastação de comunidades localizadas nos arredores, redução de arrecadação financeira e contaminação de rios e seus afluentes. O acúmulo de sedimentos e a toxicidade deles impactaram a qualidade da água, a vegetação e a fertilidade e microbiota do solo atingido. Esses desastres poderiam ter sido evitados caso houvesse maior efetividade na fiscalização da segurança das barragens²⁹.

O meio ambiente e a responsabilidade socioambiental são temas frequentes em discursos e debates, o que reforça a ideia da necessidade de fiscalização em torno das ações que podem causar danos. O trabalho da fiscalização municipal ou estadual é de grande importância para a prevenção de acidentes. Já a ação da perícia ambiental fortalece e auxilia na manutenção da legislação vigente no controle ambiental, uma vez que é indispensável após a ocorrência de desastres como os ocorridos em Mariana e Brumadinho.

A perícia criminal analisa os vestígios deixados nas infrações penais em que o Estado assume a defesa do cidadão em nome da sociedade²⁰. O trabalho é realizado por servidor público concursado, Perito Criminal, amparado pelo Código de Processo Penal (artigos nº 158, 159 e 167)³¹ e pela Lei nº 12.030/2009³². Esse profissional objetiva materializar provas para posterior utilização da justiça²¹. Portanto, ela auxilia o judiciário por meio da produção da prova material. A perícia ambiental, considerada de alta complexidade, é um ramo da criminalística que objetiva encontrar provas de crimes, constatar possíveis danos, destruição ou modificação do ambiente²³. Esse tipo de perícia abrange o amplo estudo do meio ambiente, como os seus aspectos bióticos, abióticos e socioeconômicos, acrescida da atividade humana³⁴.

A lei de crimes ambientais (Lei nº 9.605/98,)³⁵ foi uma grande conquista para a proteção ao meio ambiente, pois ela vem para orientar o sistema de justiça brasileiro quanto aos crimes. A lei de crimes ambientais também introduziu dispositivos importantes relacionados à prevenção de crimes e reparação de danos ambientais. Essa lei elenca os seguintes crimes: crimes contra fauna, flora, poluição e outros crimes ambientais, contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural, e contra a administração ambiental²⁰. A cooperação internacional para a preservação do meio ambiente, visto sua grande importância também é contemplado. Tal lei dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Outra norma relevante é a de nº 12.305/2010³⁶, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Juntamente ao seu regulamento (Decreto 7404/2010)³⁷, ela aborda ações preventivas, o diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos, o

princípio do poluidor-pagador, o direito da sociedade à informação e ao controle social e a capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos. Ainda, os regimentos de nº 9.433/1997³⁸ e nº 6.938/1981³⁹ possuem grande relevância no ordenamento jurídico brasileiro. Isso porque este estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e aquele estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Os desastres ambientais, além de provocarem danos, modificação e destruição do território por eles ocupado, podem também ceifar muitas vidas. Esses crimes são analisados pela perícia, porém na especialidade de crimes contra a vida. Este artigo pretende descrever o cenário da produção científica nacional, por meio de revisão sistemática da literatura⁴⁰, em relação aos crimes ambientais especificamente ocorridos em Brumadinho e Mariana, bem como das atividades periciais realizadas nos dois desastres. Portanto, o objetivo deste estudo foi apresentar e discutir os achados referentes às tragédias de Mariana e Brumadinho associados ao trabalho pericial.

2. Métodos

O presente trabalho foi elaborado a partir de uma revisão de literatura e seguindo o modelo proposto por Sampaio e Mancini 2007⁴⁰. Iniciou-se com a delimitação do problema de pesquisa, seguido pela definição das bases de dados a serem utilizadas, pela escolha dos termos de busca, busca e organização dos resultados, aplicação dos critérios e inclusão já definidos, avaliação dos artigos, organização e, por último, pela interpretação dos dados.

As bases de dados eletrônicas selecionadas foram a Scientific Electronic Library Online (Scielo) e a Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs). Os artigos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: ter sido publicado a partir de 2015; apresentar os desastres de Mariana e/ou Brumadinho relacionados a atividade pericial em seu eixo de pesquisa; ter como idioma de escrita a língua portuguesa (apenas artigos nacionais) e que fosse uma publicação na íntegra.

Na primeira etapa da pesquisa, a busca por artigos foi realizada por meio de três termos: Brumadinho, Mariana e perícia. A busca foi realizada utilizando as plataformas de busca supracitados por meio de associação entre

a palavra-chave “barragem” e as outras três (Brumadinho, Mariana e perícia) e, também, isoladamente.

Na segunda etapa da pesquisa, foi realizada a seleção dos artigos por meio de análise dos títulos, pela leitura dos resumos e, finalmente, pela leitura dos artigos na íntegra. Após a organização e interpretação dos artigos, foi possível categorizar os artigos em três grandes eixos (de acordo com a temática abordada), ano de publicação, tipo de estudo, metodologia utilizada e palavras-chaves.

3. Resultados

Na primeira etapa, utilizando-se os descritores Brumadinho, Mariana e perícia, fez-se uma pesquisa e 251 artigos foram encontrados. Desse total, 81 artigos foram selecionados para serem analisados. As justificativas para a não utilização dos 170 artigos estão elencadas no fluxograma a seguir.

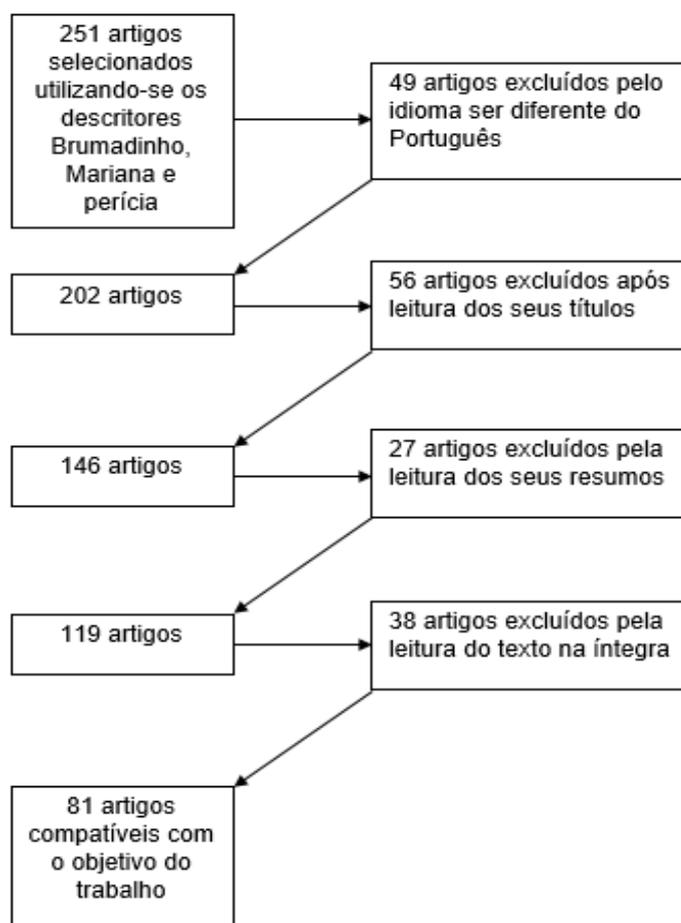


Figura 1. Fluxograma do descarte dos artigos de acordo com os parâmetros estabelecidos.

Após a triagem dos artigos nas duas etapas, dos 81 remanescentes (considerados compatíveis com o objetivo do presente trabalho), 35 foram agrupados no eixo temático Brumadinho, 29 no de Mariana e 17 na associação entre Brumadinho e Mariana.

Dessa forma, observou-se que a maioria dos artigos apresentou conteúdo exclusivo de Brumadinho, seguido pela abordagem unicamente sobre a tragédia de Mariana, e pelo eixo temático Brumadinho e Mariana. De maneira geral, todos eles citaram os acontecimentos e suas consequências ambientais, sociais e econômicas. A figura 2 a seguir ilustra as porcentagens de publicação de acordo com o eixo temático.

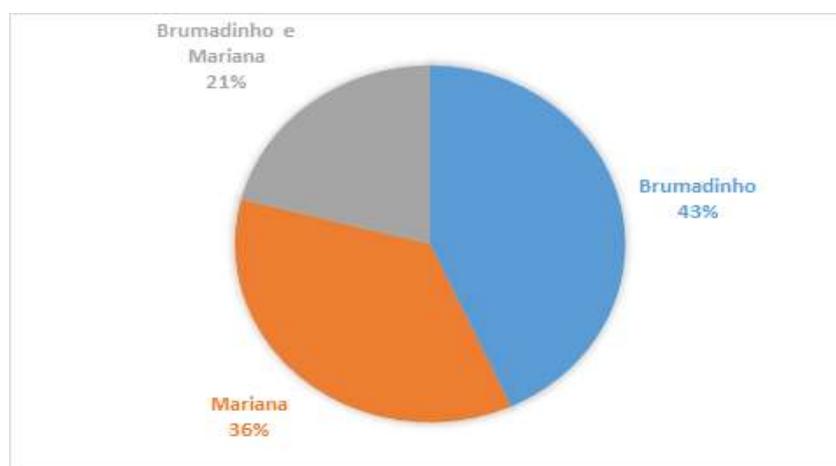


Figura 2. Porcentagens relativas à quantidade de artigos e seus eixos temáticos.

Quanto ao tipo de estudo, 93% dos artigos foram do tipo transversal (apenas uma avaliação em um período de tempo) e 4% longitudinal (mais de uma avaliação em um intervalo de tempo determinado). Dentre os dois tipos de estudo, 32% corresponderam a revisão de literatura, 3% foram retrospectivos, 12% relato de caso e 61% com metodologias variadas (pelo fato de a diversidade de metodologias ter sido grande, não foi possível separá-las em grupos menores). Os artigos encontrados apresentaram duas principais fontes de publicação, sendo elas revistas científicas (86%) e congressos (14%). Mesmo sendo observado uma predominância do tipo de estudo, não foi possível determinar um tipo de metodologia predominante.

Já no que se refere às palavras-chaves, foi observada maior incidência de 15 palavras que aparecem nos artigos: mineração (22%), barragem de

rejeitos (14%), Brumadinho (17%), Mariana (9%), Mariana associada a Brumadinho (6%), desastre ambiental (14%), desastre (11%), rompimento de barragem (6%), sustentabilidade (5%), responsabilidade (7%), quadrilátero ferrífero (2%), meio ambiente (4%), Rio Doce (4%), Rio Paraopeba (4%), barragem (6%).

Os artigos encontrados apresentaram publicações a partir do ano de 2015 (ano de ocorrência do desastre em Mariana) até o presente ano. Nos anos de 2015 e 2016, foram encontradas apenas duas publicações em cada ano, o que correspondeu a 4% dos artigos encontrados. Em 2017 observou-se crescimento do número de publicações representando 9% dos estudos. Já em 2018, observou-se discreto aumento em comparação ao ano de 2017, com 10%. O maior número de publicações se deu em 2019 (51%), ano da ocorrência do desastre em Brumadinho. No ano de 2020, concentrou-se 26% dos estudos. A figura 3 a seguir representa graficamente a porcentagem de publicação dos artigos nos anos de 2015 a 2020.

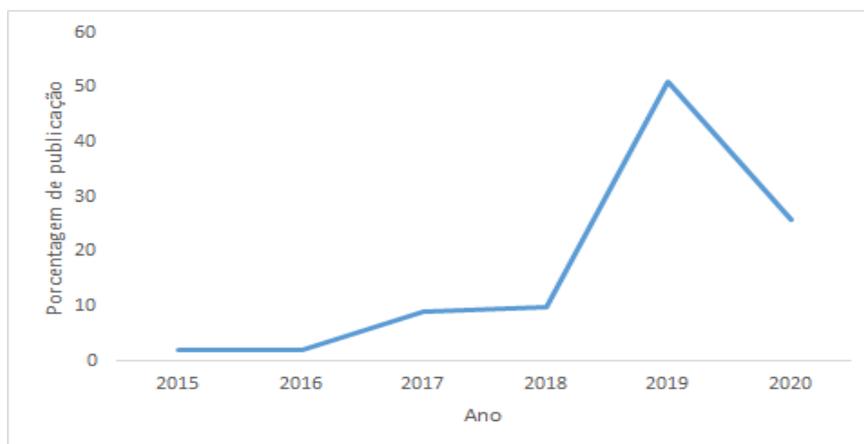


Figura 3. Porcentagens das publicações dos artigos entre os anos 2015 e 2020.

Os artigos em sua maioria (91%) apresentaram análises referentes ao rompimento das barragens, 48% sugeriram medidas para a redução do risco de novos rompimentos das barragens de rejeitos tanto de responsabilidade no âmbito estatal quanto no empresarial^{6,37,38}.

4. Discussão

O maior número de publicações referente a tragédia em Brumadinho é justificável devido a imensa visibilidade na mídia e ao grande número de mortes, e, até mesmo, pela indignação causada na sociedade por já ter visto um desastre anterior (em Mariana) provocado também pela empresa Vale. Esses eventos confirmaram a ineficiência da aplicação das leis, a falta de fiscalização efetiva das barragens de rejeitos e a omissão do Estado diante do cenário. Estudos apontam que o Brasil pode ser responsabilizado perante a Corte Interamericana de Direitos Humanos. Essa seria uma forma de aumentar a efetividade da proteção e tutela do direito ao meio ambiente, uma vez que ele é um direito humano fundamental⁴¹.

Apesar da ocorrência de outros sete acidentes envolvendo barragens no Brasil em anos anteriores, como, por exemplo, os rompimentos dos reservatórios nas cidades de Nova Lima (Minas Gerais) em 2001 e de Itabirito (Minas Gerais) no ano de 2014, a comunidade científica demonstrou interesse na produção de conteúdo para essa temática somente após as ocorrências em Mariana e Brumadinho. Isso pode estar associado à grande repercussão nacional e internacional desses dois acidentes. A redução do número de publicações no ano de 2020 pode ser justificada pelo início da pandemia internacional causada pelo vírus SARS-CoV-2 (Coronavírus), que direcionou o foco das pesquisas para essa nova doença, seja para compreender o comportamento do vírus no organismo humano, seja para produzir uma vacina eficaz.

De acordo com a leitura e com a análise dos artigos, as principais informações estão relacionadas aos efeitos causados pelos desastres na saúde das pessoas e aos danos causados ao meio ambiente. Isso porque a lama tem como principais componentes os metais pesados arsênio, cobre, chumbo e mercúrio, além do metal ferro^{41,42}.

Estudos apontam que as partículas dispersas no ar (formadas a partir da lama seca) da região do rompimento da barragem de Brumadinho são de tamanho inferior a 10 nm, classificadas como respiráveis e associadas a problemas de saúde como câncer pulmonar, enfisema e pneumoconioses. Além disso, a composição química das partículas é, em sua maioria, de quartzo, um material insolúvel no organismo humano e que potencializa o

aparecimento dessas doenças em pessoas que tiverem contato com o ar contaminado⁴³.

De acordo com o Laudo Técnico Preliminar elaborado pelo IBAMA²⁵, mais de 600 Km de cursos d'água foram afetados, incluindo os rios Doce, Gualaxo do Norte e Carmo, e parte do Oceano Atlântico, que compunha o litoral do estado do Espírito Santo. A lama, por conter altas concentrações de metais pesados, causou a morte de inúmeros peixes e de outros animais. Os sedimentos presentes na lama causaram o aumento da turbidez da água e o colapamento das brânquias dos peixes. Essa turbidez impediu a entrada de luz solar na água, prejudicou a fotossíntese e, conseqüentemente, causou a morte de plantas aquáticas, impactando a cadeia alimentar da região hidrográfica²⁶.

A vegetação atingida pela lama terá dificuldades para ser recuperada devido às alterações químicas que o solo sofreu. As espécies que viviam na região podem sofrer danos a médio e a longo prazos devido a biodisponibilidade de vários componentes tóxicos, como extinção de espécies, acúmulo de metais pesados em sua estrutura e redução da biodiversidade, alterando, assim, o ecossistema original²⁶.

Anfíbios, mamíferos e animais de pequeno porte, além dos domésticos e dos de produção, foram aniquilados pela lama. Muitos peixes morreram e os que resistiram ficaram prejudicados pelo aumento da turbidez da água do rio, o que pode levar à extinção de determinadas espécies. Além disso, as aves que se alimentam dos peixes contaminados sobreviventes também seriam afetadas, inclusive com a má formação dos ovos²⁶.

Nos últimos 30 anos, houve nove acidentes envolvendo barragens, sendo que dois deles, o de Mariana e o de Brumadinho, aconteceram em um curto espaço de tempo, o que indica um aumento na recorrência. Esses dois acontecimentos citados foram os que mais causaram óbitos, danos ao meio ambiente e morte de animais silvestres e domésticos no país⁴⁴.

Após a leitura dos artigos, observou-se que a maioria dos estudos concluíram que houve ineficiência na aplicação das leis e na fiscalização. Ademais, a não responsabilização das empresas e as graves conseqüências após os rompimentos são unânimes entre os estudos no que tange ao meio ambiente e a vidas humanas ceifadas^{3-25, 41-49,50-59}.

O ordenamento jurídico brasileiro possui diversas leis que tratam sobre o meio ambiente. A Lei dos Crimes Ambientais, por exemplo, entrou em vigor no ano de 1998 (Lei nº 9.605/1998)³⁵ e, mesmo diante da rigorosidade nela prevista, os desastres ambientais continuam ocorrendo no Brasil. Outro documento que dispõe sobre a necessidade da preservação do meio ambiente é a Constituição Federal de 1988, em seu artigo nº 225. As leis supracitadas datam dos anos 1998 e 1988, nessa ordem, indicando que, mesmo após muitos anos em vigor, não foram capazes de prevenir a ocorrência dos desastres ambientais em solo brasileiro^{1,36}. Vários direitos foram violados nos dois acidentes como o ambiental, preservação, precaução e sustentabilidade^{46,47, 60-65}.

Ademais, vale ressaltar que a Lei nº 12.305/2010 estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos³⁶. Em seu artigo 3º, inciso VII, é dito que a destinação final ambientalmente adequada do resíduo envolve, dentre outros fatores, a observação de normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Diante do desastre ambiental ocorrido, percebe-se que a empresa mineradora não obteve êxito na missão de destinar o resíduo de maneira adequada para o meio ambiente.

A etapa de licenciamento ambiental é importante para conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação do meio ambiente. A Lei nº 6.938/1981 dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, que, de acordo com seu artigo 4º, inciso I, visa a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico²⁹. Entretanto, até o ano de 2015, a legislação ambiental brasileira apresentou aumento em sua flexibilização. Mesmo diante do acontecimento em Mariana, essa flexibilização não foi paralisada e, muito menos, houve intensificação das regras no sentido de não permitir que algo semelhante acontecesse novamente⁴⁸.

Os eventos em questão não podem ser considerados como fatos isolados no tempo e no espaço, mas sim como um resultado de diversas ações prévias que desencadearam as tragédias. Além disso, as consequências dos acontecimentos perdurarão durante um tempo considerável⁴².

Como exemplo de prejuízo econômico, pode-se citar a paralisação de parte das atividades desenvolvidas pela mineradora Vale em Brumadinho, planejada para ocorrer durante três anos. Com isso, a empresa deixará de produzir cerca de 40 milhões de toneladas de minério de ferro em Minas Gerais. Então, além do impacto ambiental e social causado pela tragédia, ainda houve mais uma perda para o estado: a financeira. Isso porque o lucro associado à atividade de produção de minério seria destinado aos cofres do estado⁴⁹⁻⁵⁰.

A grande maioria dos artigos retrata as consequências ambientais e sociais geradas pelos dois acontecimentos, e nenhum dos artigos encontrados abordaram o assunto perícia criminal. De acordo com o artigo 158 da Lei nº 3.689/1941 (Código de Processo Penal)³¹, será indispensável o exame de corpo de delito quando a infração deixar vestígios. Esse exame técnico é realizado por um perito criminal oficial portador de diploma de curso superior; na falta deste, o exame poderá ser realizado por duas pessoas, também portadoras de diploma de curso superior preferencialmente na área específica, desde que tenham habilitação técnica relacionada com a natureza do exame. Os acontecimentos de Mariana e Brumadinho se enquadram na definição estabelecida pela lei supracitada. Diante disso, a perícia criminal esteve presente em ambos os acidentes, apesar de não haver estudos disponíveis relacionando a perícia e os acidentes.

Em Mariana, o destaque foi dado à Perícia Criminal Ambiental, uma vez que o desastre se caracterizou pela grande devastação ambiental, com incidência em vários crimes contra fauna e flora, como alterar a fauna silvestre ou nativa, destruir e danificar a flora nativa, dentre outros. Em Brumadinho, devido à grande quantidade de vidas humanas perdidas, de acordo com a Polícia Civil de Minas Gerais, as perícias relacionadas à identificação humana foram realizadas principalmente por meio de impressões papilares (antropologia), arcada dentária e material genético (DNA)⁶⁶.

A análise e a determinação das espécies de animais atingidas em um crime ambiental, assim como se elas pertencem ou não à fauna silvestre, são importantes para a materialização do crime e são solicitadas pela autoridade policial, geralmente. Essas atividades, além da detecção de espécies raras ou ameaçadas de extinção e da identificação da área atingida como sendo

unidade de conservação, auxiliam no julgamento do crime em relação às agravantes^{33, 67-75}.

Em casos de rompimento de barragens de contenção, pode ser necessário realizar um levantamento topográfico para comprovar se havia a possibilidade de escoamento do efluente nelas armazenado. Com isso, seria possível prever alguns possíveis danos gerados em caso de rompimento, como a mortandade da fauna aquática caso fosse atingida³³.

O crime previsto no artigo 33 da Lei nº 9.605/1998³⁵, que trata sobre “provocar a morte de espécimes da fauna aquática por lançamento de efluentes ou carregamento de materiais”, pode ser desvendado a partir de análises de amostras de água do corpo hídrico afetado. Os resultados dessas análises poderão indicar a composição da amostra e a toxicidade do material poluente para as espécies da fauna aquática. Além disso, a comparação entre a concentração dos poluentes encontrada e a permitida em regulamentos, como a Portaria do Ministério da Saúde de número 518/2004, esclarece acerca dos danos à saúde dos humanos que consumirem essa água³³.

O trabalho pericial deve caracterizar o crime atestando a existência ou não de perigo ou danos à saúde humana e de destruição da fauna e da flora. Assim, questões relacionadas à poluição hídrica, ocupação humana da área afetada e aos abastecimentos devem ser respondidas a partir das análises previamente realizadas.

A perícia criminal elucida se haverá impedimento à regeneração natural de floresta ou outras formas de vegetação após o evento danoso ao meio ambiente. Para isso, é necessário caracterizar o tipo de vegetação original e a forma com que será dificultada ou impedida a sua regeneração natural³³.

Além disso, outra informação indispensável em um laudo pericial é sobre as medidas de precaução diante do potencial poluidor do empreendimento, que devem ser tomadas pela empresa responsável. Esse potencial também deve ser atestado no laudo, assim como a caracterização do processo produtivo e seus possíveis impactos ao meio ambiente³³.

Mesmo diante do indispensável trabalho que os peritos criminais de Minas Gerais realizaram nesses dois eventos, não foi encontrado nenhum artigo científico que apresentasse como foi a dinâmica adotada na identificação das vítimas, especialmente em Brumadinho por ter sido um desastre de massa,

nem relatando sobre as metodologias aplicadas nas análises de amostra de solo, fauna e flora dos locais atingidos. O que se encontrou foi um laudo elaborado pela perícia da Polícia Federal que abrangeu a perícia de engenharia e a perícia ambiental⁵⁰.

Nesse laudo, o objetivo da perícia realizada foi verificar a conformidade entre a legislação aplicada no Brasil e a documentação técnica produzida no gerenciamento da estrutura da Barragem I da Mina do Córrego do Feijão. O exame pericial contou com seis peritos oficiais, visto a complexidade da perícia realizada. Como considerações relevantes, eles observaram que os especialistas da empresa sabiam sobre a instabilidade das barragens e que o modelo de barragem dificultava o controle construtivo e a implantação de um sistema interno de drenagem eficiente. A empresa responsável por elaborar os fatores de segurança mínimos não os fundamentou adequadamente. Além disso, a Vale dispunha de estudos acerca de um possível rompimento da barragem, e estava ciente da perda de vidas humanas em grande número caso esse evento ocorresse. O risco de rompimento da barragem era de, no mínimo, 20 vezes maior do que o aceitável. As conclusões desse laudo vão ao encontro das conclusões de alguns estudos^{3-25,41-49,76-99} que também evidenciaram a ineficiência da aplicação das leis, da fiscalização efetiva por meio dos órgãos responsáveis e a negligência da empresa.

O laudo pericial é o relatório final elaborado pelo perito criminal por meio de análises técnico-científicas dos vestígios encontrados no local do crime. Para a sua elaboração, o perito utiliza-se de processos e métodos científicos a fim de confirmar ou descartar a hipótese de culpabilidade do envolvido (suspeito). A partir da confecção desse documento, poderia surgir no perito o interesse em estudar o caso de maneira aprofundada e, posteriormente, publicar um artigo científico acerca do acontecimento. Em contrapartida, essa publicação não ocorre e não há dados suficientes para inferir o motivo dessa ausência na área da perícia criminal ambiental, inclusive em relação aos desastres ocorridos em Mariana e Brumadinho.

Algumas hipóteses podem ser levantadas a respeito desse assunto. O trabalho pericial é de complexo desempenho pois envolve atividades técnico-científicas, policial e jurídica, além de ser executado 24 horas por dia, durante 7 dias na semana. Soma-se a isso a necessária multifuncionalidade exercida

pelo perito, uma vez que, em algumas situações, não há equipes de apoio. Tais fatos podem dificultar a elaboração da produção científica sobre determinada atividade desenvolvida, o que reflete na ausência de trabalhos publicados na área. Outro ponto que merece ser discutido refere-se ao fato de que o trabalho pericial é emocionalmente exaustivo. Dessa forma, dedicar-se a escrever um artigo (também um processo complexo) após o levantamento pericial realizado pode ser entendido como mais uma das razões que explicam a ausência de publicações. O número reduzido de peritos por seção associado ao grande número de ocorrências e, conseqüentemente, o dever de produzir uma grande quantidade de laudos também são situações problemas vivenciadas pelos peritos. Toda essa demanda fornece material que serviria de substrato para a redação de muitos artigos, mas a capacidade de dividir o tempo entre a realização da atividade pericial e a escrita do artigo pode ser uma hipótese que mereça atenção.

O Superintendente de Polícia Técnico-científica da Polícia Civil de Minas Gerais, Thales Bittencourt de Barcelos, em editorial publicado na Revista de Criminalística e Medicina Legal no ano de 2019, enfatizou o compromisso, integração, responsabilidade, do trabalho pericial realizado em Brumadinho além do envolvimento de todos para a execução do notável trabalho realizado¹⁰⁰. Com isso, a sociedade como um todo se beneficia do serviço prestado pelo trabalho pericial, que é de alta qualidade.

Se por um lado há uma inquestionável qualidade do trabalho pericial ambiental realizado pelos peritos que atuaram no desastre de Brumadinho, por outro lado há uma deficiência em compartilhar os conhecimentos na forma de artigo científico. Essa forma de divulgação do trabalho pericial poderia despertar na comunidade acadêmica de diversas áreas a vontade de ingressar na carreira pericial, bem como incentivar os professores universitários a formalizarem parcerias com a Polícia Civil visando o desenvolvimento de pesquisas na área. Além disso, as publicações auxiliariam no desempenho de trabalhos desenvolvidos por peritos em outros Estados.

5. Conclusão

A execução do trabalho possibilitou explorar os conteúdos científicos publicados sobre os temas até então, além de ampliar o conhecimento acerca

dos acontecimentos e das suas implicações. Percebeu-se que nenhum artigo encontrado tratou do trabalho desempenhado pelos peritos criminais, tampouco da importância que tal atividade teve no contexto dos desastres que ocorreram.

Um aspecto importante que se revelou por meio da execução do presente trabalho foi a constatação da reduzida aplicação das leis atuais vigentes. Portanto, a ineficiência da fiscalização, e, como consequência, a desobediência às normas das leis, infelizmente pode desencadear desastres como os ocorridos em Mariana e Brumadinho.

Percebeu-se também que nenhum artigo encontrado tratou do trabalho desempenhado pelos peritos criminais, tampouco da importância que tal atividade teve no contexto dos desastres que ocorreram.

A publicação de artigos que tratem da associação entre a perícia e os desastres de massas é de extrema relevância no cenário nacional, levando em consideração o trabalho intenso dos peritos criminais oficiais, tanto a nível estadual quanto a nível federal nesses locais, e a importância desse trabalho. Nesse contexto, se aos olhos da legislação o trabalho pericial é indispensável quando a infração deixar vestígios, então a perícia criminal ambiental é imprescindível em desastres ambientais, como os ocorridos em Mariana e Brumadinho. Isso porque ela possui como finalidade constatar possíveis danos, destruição ou modificação do ambiente. Por isso, todo esse trabalho de alta complexidade poderia disseminar o conhecimento técnico-científico empregado se fosse devidamente publicado e amplamente divulgado. Ademais, esses estudos poderiam nortear posteriores análises periciais em desastres de massa e servir de arcabouço teórico para tais ações.

Referências

1. Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. Distrito Federal, DF: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
2. Gomes FBR, Fagundes PBSS, Castro SRC, Ribeiro CBM. Avaliação de impactos ambientais do desastre de Brumadinho-MG pela proposição de valores de referência. Rev Mineira de Recursos Hídricos. 2020;1(1):1-20.
3. Borges, S. O desastre da barragem de rejeitos em Mariana, Minas Gerais:

- aspectos socioambientais e de gestão na exploração de recursos minerais. *Rev Colombiana de Geografia*. 2018;27(2):301-12. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v27n2.63008>
4. Shaene K, Thueler V, Órfão RB, Amarante M.S. Geologia aplicada a barragens. *Rev Pesquisa e Ação*. 2019;5(2):161-70.
 5. Gomes NC, Santos RK, Cordeiro J, Duarte MBA, Quintão PL, Cordeiro JL. Caracterização das barragens de contenção de rejeitos situadas no estado de Minas Gerais. *Rev Society and Development*. 2019;8(2):3-25. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i2.683>
 6. Ramos GMPD, Guerra MBBF, Santos RAS, Corrêa LMC, Coelho HF. Estudo dos requisitos necessários para a segurança em uma barragem de rejeitos. *Rev Tecer*. 2020;13(24):22-34.
 7. Laurino BI, Preto CTJO, Ferreira Junior CP. Análise acidente em Brumadinho - Minas Gerais - utilização de rejeitos de barragens na construção civil. *Brazilian Journal of Natural Sciences*. 2020;3(1):231-8. <https://doi.org/10.31415/bjns.v3i1.86>
 8. Cardozo FAC, Pimenta MM, Zingano AC. Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração - uma revisão. *HOLOS*. 2016;32(8):77-85. <https://doi.org/10.15628/holos.2016.5367>
 9. Schorn YAG, Fengler R. Barragens de rejeitos de minério e as condicionantes geotécnicas envolvidas. *Rev Gestão e Desenvolvimento em Contexto*. 2019;34-40.
 10. César PSM, Carneiro R. A gestão ambiental em Minas Gerais: uma análise do sistema de gestão ambiental e do rompimento da barragem de rejeitos em Mariana. *Rev. Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*. 2017;2(2):192-217.
 11. Souza FM, Tarifa MR, Panhoca L. O rompimento da barragem de Mariana (MG): mudanças no disclosure ambiental do setor de mineração. *Rev. Gest. Ambient. Sustentabilidade*. 2019;8(1):172-87. <https://doi.org/10.5585/geas.v8i1.13769>
 12. Drummond MS, Rezende EN. O meio ambiente do trabalho nas mineradoras - uma análise axialógica a partir da tragédia do rompimento das barragens em Brumadinho/ MG e Mariana/MG sob viés da reforma trabalhista. *Rev Direitos Sociais e Políticas Públicas*. 2019;7(2). <https://doi.org/10.25245/rdsp.v7i2.571>
 13. Nascimento CEL, Scoralick MCL, Campos APA. Os limites entre o dolo eventual e a culpa consciente na responsabilidade dos envolvidos na tragédia de Brumadinho. *Jornal Eletrônico Faculdades Integradas Vianna Júnior*.

- 2019;11(2):1-10.
14. Ferreira WM, Ucker FE. Segurança em barragens de rejeitos: estudo avaliativo com enfoque na barragem de Brumadinho (MG). *Rev Global Science and Technology*. 2020;13(2):100-12.
 15. Lacaz FAC, Porto MFS, Pinheiro TMM. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos Fundão/ Samarco. *Rev Brasileira Saúde Ocupacional*. 2017;42(9):1-12. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000016016>
 16. Coelho TP. Minério-dependência em Brumadinho e Mariana. *Rev Lutas Sociais*. 2018;22(41):252-67.
 17. Cota GEM, Rosa NMG, Romeiro CE, Júnior APM. Aspectos legais da segurança de barragens de rejeitos de minério: implicações para a qualidade ambiental e usos múltiplos da água no alto do Rio Das Velhas (MG). *Rev Geographia*. 2019;21(45):32-46. <https://doi.org/10.22409/GEoграфия2019.v21i45.a14478>
 18. Souza JCF, Cruz LO, Neto AMM, Tritti RV, Duarte VCA, Souza JGM. Impacto do rompimento da barragem de Brumadinho nas ações das mineradoras Vale, CSN e Gerdau. *Rev Ibérica de Sistemas e Tecnologia de Informação*. 2020;27(3):261-72.
 19. Brasil. Lei n. 12.334, de 20 de setembro de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de setembro de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm
 20. Brasil. Resolução n. 4, de 15 de fevereiro de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de fevereiro de 2019. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/63799094/do1-2019-02-18-resolucao-n-4-de-15-de-fevereiro-de-2019-63799056
 21. Andrade SB, Vale VL, Saliba, APM, Nascimento NO. Avaliação da concentração de sólidos totais na bacia do Rio Paraopeba após ruptura da barragem I - Brumadinho. *Rev Augustus*. 2020;24(49):100-12. <https://doi.org/10.15202/1981896.2019v24n49p100>
 22. Dias CA, Costa ASV, Guedes GR, Umbelino GJM, Sousa LG, Alves JH, Silva TGM. Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce. *Rev Espinhaço*. 2018;7(1):21-35. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3952940>
 23. Saadi A, Campos JCF. *Rev Arquivo do Museu de História Natural e Jardim Botânico*. Geomorfologia do caminho da lama: contexto e consequências da ruptura da barragem do Fundão (novembro 2015, Mariana-MG). 2015;24(1/2):63-103.

24. IBAMA. Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Brasília, 26 de novembro de 2015. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnic_o_preliminar_ibama.pdf
25. Bandini B, Vitória FC, Silva ER, Almeida JR. Desastre ambiental da Barragem de Fundão, MG - Análise de impactos socioambientais. Rev Internacional de Ciências.2019;9(3):2-15. <https://doi.org/10.12957/ric.2019.40296>
26. Polícia Civil de Minas Gerais. Identificação das vítimas de Brumadinho. Disponível em: <https://www.policiacivil.mg.gov.br/noticia/exibir?id=2349633&=PCMG-identifica-mais-duas-v%C3%ADtimas-da-barragem-em-Brumadinho>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.
27. Feliciano GG, Pasqualetto OQF. Meio ambiente laboral equilibrado: análise do caso Brumadinho. Rev Veredas do Direito. 2019;16(36):191-216. <https://doi.org/10.18623/rvd.v16i36.1556>
28. Silva DL, Ferreira MC, Scotti MR. O maior desastre ambiental brasileiro: de Mariana (MG) a Regência (ES). Rev Arquivo do Museu de História Natural e Jardim Botânico. 2015;24(1/2):137-58.
29. Velho JA, Geiser GC, Espindula A. Ciências Forenses - Uma introdução às principais áreas da criminalística moderna. 3.ed. Campinas: Millenium, 2017.
30. Brasil. Lei n. 3.689, de 03 de outubro de 1941. Diário Oficial da União, Brasília, 13 de outubro de 1941. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm
31. Brasil. Lei n. 12.030, de 17 de setembro de 2009. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de setembro de 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12030.htm
32. Tocchetto D, Espindula A. Criminalística procedimentos e metodologias. 4. ed. Campinas: Millenium, 2019.
33. Stumvoll VP. Criminalística. 7.ed. Campinas: Millenium, 2019.
34. Brasil. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 19498. Diário Oficial da União, Brasília, 13 de fevereiro de 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm
35. Brasil. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, 03 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

36. Brasil. Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato20072010/2010/decreto/d7404.htm
37. Brasil. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Diário Oficial da União, Brasília, 09 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm
38. Brasil. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de agosto de 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm
40. Sampaio RF, Mancini MC. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. Rev Bras de Fisioterapia.2007;11(1):83-9. <https://doi.org/10.1590/S1413-3552007000100013>
40. Andréa GFM, Gundim WWD. Da necessária responsabilização do Brasil perante a Corte Interamericana de Direitos Humanos: caso Brumadinho. Brumadinho: da ciência à realidade. 2020;1:99-122.
41. Dias AO, Luz GS, Assunção VK, Gonçalves TM. Mariana, o maior desastre ambiental do Brasil: uma análise do conflito socioambiental. Rev Planejamento e Gestão Territorial. 2016;456-76. <http://dx.doi.org/10.18616/pgt20>
42. Rodrigues AL, Feitosa PWG, Araújo RRC, Resende GS, Oliveira VLDM, Tavares WGS. Tragédia da Vale em Brumadinho-MG: aumento dos casos de dengue e chikungunya um ano após desastre. Rev Interfaces. 2020;8(2):536-45. <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v8.e2.a2020.pp536-545>
43. Félix EBG, Feitosa PWG, Vieira JG, Rodrigues AL, Oliveira VLDM, Tavares WGS. O dano interior: repercussão psicossocial da tragédia da Vale na população de Brumadinho-MG. Rev Interfaces.2020;.(2):546-53. <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v8.e2.a2020.pp546-553>
44. Domingos LMB, Castilho ZC. Avaliação de riscos à saúde humana e ecológica por rompimento da Barragem I da Vale em Brumadinho-MG. In: VII Jornada do Programa de Capacitação Institucional, 2019, Rio de Janeiro. p. 62-68.
45. Lima FW, Silva MM. Responsabilidade por danos ambientais: Os desastres de Brumadinho e Mariana - Minas Gerais. Rev Repositório.2019:1-23.
46. Rech AU, Santos SA. Desastres ambientais de Mariana e Brumadinho: a mitigação dos riscos pelo plano diretor do município. Rev Direito Ambiental e Sociedade. 2019;9(3):7-32.<https://doi.org/10.18226/22370021.v9.n3.01>
47. Laschefski K. Rompimento de barragens em Mariana e Brumadinho - MG: Desastres como meio de apropriação de territórios por mineradoras. In: XII

ENASPEGE- A geografia brasileira na ciência-mundo: produção, circulação e apropriação do conhecimento. São Paulo. 2019.
<https://doi.org/10.48075/amb.v2i1.23299>

48. Domingues E, Magalhães A, Freire D, Simonato TC, Nahas M. Impactos econômicos da paralisação de parte da produção mineral em Minas Gerais decorrentes do desastre de barragem em Brumadinho. *Rev Eletrônica Gestão e Sociedade*. 2020;14(38):3463-79. <https://doi.org/10.21171/ges.v14i2.3175>
49. Minas Gerais. Laudo n. 1.070. Polícia Federal Superintendência Regional em Minas Gerais Setor Técnico-Científico. Minas Gerais, 2019. Disponível em: https://politica.estadao.com.br/blogs/faustomacedo/wpcontent/uploads/sites/41/2019/11/laudo_1070_2019_setec_sr_pf_mg_assinado-2.pdf
50. Cesár PSM, Carneiro R. O rompimento Da barragem em Mariana para as populações historicamente vulneráveis. *Rev Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*. 2017;2(1):223-40.
51. Lopes MG, Zdanowicz JE. Cenários prospectivos: o caso do rompimento Barragem em Mariana. *Rev do Desenvolvimento Regional*. 2017;14(1):193-213. <https://doi.org/10.26767/coloquio.v14i1.574>
52. Miranda MG, Friede R, Rodrigies AC, Almeida DS. Cadê a minha cidade, oi o impacto da tragédia da Samarco na vida dos moradores de Bento Rodrigues. *Rev Interações*. 2017;18(2):3-12. <https://doi.org/10.20435/inter.v18i2.1410>
53. Espindola HS, Nodari ES, Santos MA. Rio Doce: riscos e incertezas a partir do desastre de Mariana (MG). *Rev Brasileira de História*. 2019;39(81):141-62. <https://doi.org/10.1590/1806-93472019v39n81-07>
54. Levy ES, Ceccarelli PR. Considerações sobre desamparo, angústia e trauma: a tragédia em Brumadinho. *Brumadinho: da ciência à realidade*. 2020;1:139-58.
55. Oliveira VV, Mendes CM. Entre o inteligível e o sofrimento: análise da comunicação oficial da Samarco e da Vale imediatamente após o rompimento das barragens em Mariana (2015) e Brumadinho (2019). In: XIII Congresso Brasileiro Científico de Comunicação e de Relações Públicas. São Paulo. 2019. Disponível em: <https://abrapcorp.org.br/edicoes-anteriores/>
56. Lamberty AO, Oliveira AA. Desastres ambientais e direito de acesso à informação pública na sociedade de risco: um olhar sobre o caso Brumadinho. In: Anais do quinto Congresso Internacional de Direito e Contemporaneidade: mídias e direitos da sociedade em rede. Santa Maria 2019. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/563/2019/09/3.3.pdf>
57. Silva BV. Massacre de pessoas, violações de direito e desprezo pela sociedade

civil local marcam a experiência em Brumadinho após o desastre criminoso da Vale. Rev Científica Foz. 2019;1(3):8-20.

58. Souza TJE. Os impactos ambientais decorrentes do rompimento da barragem em Mariana. Rev do Conselho Nacional do Ministério Público. 2018;7;139-45. Disponível em: <https://doi.org/10.36662/revistadocnmp.i7.106>
59. Sousa VS, Freitas VM. Revisão teórica sobre os desastres da mineração brasileira indícios em Mariana-MG (2015) e Brumadinho-MG (2019). In: VI Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar/II Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. Minas Gerais. Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/633>
60. Freitas CM, Barcellos C, Asmus CIRF, Silva MA, Xavier DR. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e saúde coletiva. Rev Cadernos de Saúde Pública. 2019;35(5):1-7. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00052519>
61. Rocha EM, Moraes LGM, Almeida LV, Dalvi LR, Adriato LC, Bergamaschi LK, Bernardina LSD, Pereira WB, Gimenez VG, Neto OC, Almeida HS. Impacto do rompimento da barragem em Mariana-MG na saúde da população ribeirinha da cidade de Colatina-ES. Rev Tempus. 2016;10(3):31-45. <https://doi.org/10.18569/tempus.v10i3.1902>
62. Pereira LF, Cruz GB, Guimarães RMF. Impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho, Brasil: uma análise baseada nas mudanças de cobertura da terra. Journal Of Environmental Analysis and Progress. 2019;4(2):122-9. <https://doi.org/10.24221/jeap.4.2.2019.2373.122-129>
63. Lima FW, Rodrigues LL, Santos CA. Rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho e seus impactos socioambientais. Rev Raízes no Direito. 2019;8(1):105-22. <https://doi.org/10.29287/2318-2288.2019v8i1.p105-122>
64. Marques BR. O esvaziamento da atividade típica de estado das agências reguladoras pela delegação do núcleo intangível do poder de polícia e a corresponsabilidade estatal no dano superveniente: um estudo de caso da barragem de Brumadinho. Brazilian Journal of Development. 2019;5(10):20396-420. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-229>
65. Polícia Civil de Minas Gerais. Identificação das vítimas de Brumadinho. Disponível em: <https://www.policiacivil.mg.gov.br/noticia/exibir?id=2292248&=Identificada-pela-PCMG-250a-v%C3%ADtima-de-Brumadinho-> Acesso em: 23 de novembro de 2020.

66. Ramos AM, Silva LS, Lima TG, Marques GL, Gontijo HM. Monitoramento da qualidade da água do Rio Paraopeba e entornos após o rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho, Minas Gerais, Brasil. *Research Society and Development*. 2020;9(9):1-26. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7594>
67. Rezende E, Silva VVC. De Mariana a Brumadinho: a efetividade da responsabilidade civil ambiental para a adoção das medidas e evacuação. *Rev do Direito*. 2019;1(57):160-81. <https://doi.org/10.17058/rdunisc.v1i57.13569>
68. Freitas CM, Barcellos C, Heller L, Luz AMP. Desastres em barragens de mineração: lições do passado para reduzir riscos atuais e futuros. *Rev Epidemiol. Serv. Saúde*. 2019;28(1):1-3. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100020>
69. Resende LCR, Júnior RRS, Espíndola GM. Sig para análise de áreas afetadas por rompimentos de barragens de rejeitos: caso Brumadinho - MG. In: Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia. Palmas. 2019.
70. Soares AFS, Diniz PS, Silva LFM. Valoração dos danos aos recursos hídricos decorrentes dos resíduos da barragem de mineração em Brumadinho. *Dom Helder Revista de Direito*. 2020;3(6):191-217. <https://doi.org/10.36598/dhrd.v3i6.1897>
71. Pires MA, Mourão L, Oliveira FB, Oliveira JAP. (Ir)responsabilidade social empresarial: uma avaliação do desastre de Mariana-MG. *Rev de Administração Pública*. 2020;54(5):1188-206. <https://doi.org/10.1590/0034-761220190153x>
72. Palavicini F, Juor JCVV. A responsabilidade penal em caso de desastres ambientais no Brasil. *Acad. Dir.* 2020;2:165-186. <https://doi.org/10.24302/acaddir.v2.2499>
73. Pretel AF, Vasconcelos PEA, Oliveira RCR. Responsabilidade penal ambiental e aplicabilidade de princípios constitucionais. *Rev Bras. Gest. Amb. Sustent.* 2020;7(15):69-82. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071506](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)071506)
74. Carvalho MS, Moreira RM, Ribeiro KD, Almeida AM. Concentração de metais no rio Doce em Mariana, Minas Gerais, Brasil. *Rev Acta Brasiliensis*. 2017;1(3):37-41. <https://doi.org/10.22571/Actabra13201758>
75. Siqueira TBC. Apontamentos sobre os deveres e responsabilidade dos administradores e seu impacto sobre os acionistas. *Brumadinho: da ciência à realidade*. 2020;1:77-98.
76. Bechler RG, Bechler RR. (Des)Caminhos da Mineração em Brumadinho: presente passados e futuro. *Rev Tempo e Argumento*. 2019;11(26):548-59. <https://doi.org/10.5965/2175180311262019548>
77. Cota GEM, Junior APM, Barros LFP. Panorama das publicações científicas sobre

- o rompimento da Barragem de Fundão (Mariana-MG): subsídios às investigações sobre o maior desastre ambiental do país. *Caderno de Geografia*. 2019;29(57):306-33. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n57p306-333>
78. Bandeira LS, Sousa DDG, Santos JAS. Desastres ambientais e impactos econômico-financeiros: o caso do rompimento das barragens em Mariana (2015) e Brumadinho (2019). In: X Congresso UFSC de Controladoria e Finanças. Santa Catarina. 2019 Disponível em: <https://dvl.ccn.ufsc.br/10congresso/>
79. Oliveira VC, Oliveira DC. A semântica do eufemismo: mineração e tragédia em Brumadinho. *Rev Elétron Comun Info Inov Saúde*. 2019;13(1):13-38. <https://doi.org/10.29397/reciis.v13i1.1783>
80. Faria M, Botelho M. O rompimento da Barragem de Fundão em Mariana, Minas Gerais, Brasil: a incubação de uma Acidente Organizacional. *Rev Portuguesa de Saúde Ocupacional*. 2018:1-9. <https://doi.org/10.31252/RPSO.01.06.2018>
81. Vormittag EMPAR, Oliveira MA, Gleriano JS. Avaliação de saúde da população de Barra Longa afetada pelo desastre de Mariana, Brasil. *Rev Ambiente e Sociedade*. 2018;21:1-22. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0122r2vu18l1ao>
82. Noal DS, Rabelo IVM, Chachamovick. O impacto da saúde mental dos afetados após o rompimento da barragem da Vale. *Caderno de Saúde Pública*. 2019;35(5):1-7. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00048419>
83. Almeida IM, Filho JMJ, Vilela RAG. Razões para investigar a dimensão organizacional nas origens da catástrofe industrial da Vale em Brumadinho, Minas Gerais, Brasil. 2019;35(4):1-5. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00027319>
84. Rei F. Ensaio para Brumadinho: Considerações pela resiliência. *Brumadinho: da ciência à realidade*. 2020;1:9-25.
85. Mendes CM, Oliveira VV. Rompimento das barragens em Mariana (2015) e Brumadinho (2019): regimes de interação no contexto das organizações. In: XXVIII Encontro Anual da Compós. Porto Alegre. 2019. Disponível em: http://www.compos.org.br/biblioteca/trabalhos_arquivo_EMTNGJ6XFPVFO0D2ZZ6T_28_7662_22_02_2019_10_50_55.pdf
86. Vieira DR, Silva MZ. Discursos e assimetrias na reparação do danos decorrentes do desastre da barragem da Samarco. *Rev Psicologia Política*. 2019;19:62-83.
87. Silva JGP, Boas MDV, Kenup RE, Goulart DR, Medeiros AD, Sacramento E, Henriques MP, Abreu AM, Rodrigues DA, Araújo LMN, Souza LS. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu. 2019. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Analise-da-qualidade-da-agua-na-bacia-do-Paraopeba-apos-o-rompimento-da-barragem-foi-destaque-no-Simpósio->

[Brasileiro-de-Recursos-Hidricos-6062.html](#)

88. Barreto LC, Rosa DD, Mayorga C. Comunidades sujas de lama: da destruição a ressignificação e a resistência em Mariana/MG. *Rev Psicologia e Sociedade*. 2020;32:1-17. <https://doi.org/10.1590/1807-0310/2020v32214674>
89. Sampaio CR, Fontes GS, Ferracioli P. Molduras de uma tragédia anunciada: enquadramentos de Mariana. *Rev Intercom-RBCC*. 2017;40(3):55-72. <https://doi.org/10.1590/1809-5844201734>
90. Silva AF, Faulheaber P. Bento Rodrigues e a memória que a lama não apagou: o despertar para o patrimônio na (re)construção da identidade no contexto pós-desastre. *Rev Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Huma*. 2020;15(1):1-13. <https://doi.org/10.1590/2178-2547-bgoeldi-2019-0126>
91. Passos FL, Coelho P, Dias A. (Des)territórios da mineração planejamento a partir do rompimento em Mariana, MG. *Caderno Metropolitano*. 2017;9(38):269-97. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2017-3811>
92. Resende RC, Amaral I. Comportamento legislativo e financiamento eleitoral: o caso do desastre da Samarco. *Rev Psicologia Política*. 2019;19:44-61.
93. Oliveira WK, Rohlfis DB, Garcia LP. O desastre de Brumadinho e a atuação da Vigilância em Saúde. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2019;28(1):1-3. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100025>
94. Iannelli CM, Rigoletto IP. Brumadinho-riscos, impactos e perspectivas futuras. *Brumadinho: da ciência à realidade*. 2020;1:27-52
95. Trentinella T. A grama do vizinho é mais verde? Jurisdição estrangeira nos casos de danos ambientais de Mariana e Brumadinho. *Brumadinho: da ciência à realidade*. 2020;1:121-38.
96. Cardozo FAC, Ruver CA, Gehling WYY. Considerações a riscos geotécnicos em barragens de rejeitos. *Rev Técnico-lógica*. 2020;1:1-14. <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v24i1.14284>
97. Silva MZ, Cayres DC, Souza LAM. Desastre socioambiental e termo de transação e ajustes de conduta (TTAC) como instrumento de política pública. *Rev Civitas*. 2019;19(2):464-88. <https://doi.org/10.15448/1984-7289.2019.2.30227>
98. Zhouri A, Valencio N, Oliveira R, Zucarelli M, Laschefski K, Santos AF. O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. *Rev Ciência e Cultura*. 2016;68(3):36-40. <https://doi.org/10.21800/2317-66602016000300012>
99. Barcelos T B. Transformados por Brumadinho. *Rev Criminalística e Medicina Legal*. 2019;4(1). Disponível em: <http://revistacml.com.br/v-4-n-1-2019/>