

**ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO:
CONTEXTUALIZAÇÃO E LEVANTAMENTO DA EVOLUÇÃO DAS
NORMATIVAS RELACIONADAS ÀS BARRAGENS DE REJEITOS
DA INDÚSTRIA DE MINÉRIOS NO BRASIL**
*THE FUNDÃO DAM BREAKING: CONTEXTUALIZATION AND SURVEY OF
THE EVOLUTION OF REGULATIONS RELATED TO TAILINGS DAMS FROM
THE MINERALS INDUSTRY IN BRAZIL*

Bianca Louise Bertotti¹

Luciana Graciano²

Resumo: A indústria de mineração é uma das principais fontes de renda do Brasil, tendo disposição de rejeitos em barragem como método mais utilizado para armazenamento de resíduos. Nos últimos anos, foram observados diversos eventos de ruptura dessas estruturas. A tragédia ambiental ocorrida no município de Mariana/MG, em 2015, ocasionada pelo rompimento da barragem de rejeitos do Fundão, é um dos mais graves exemplos. O presente trabalho teve como objetivo apresentar a contextualização sobre o rompimento da barragem do Fundão, bem como analisar as normas legislativas ambientais aplicáveis às barragens a partir de revisão bibliográfica. Como resultado, verificou-se que o Ibama classifica o rompimento como um desastre ambiental devido a sua magnitude e impactos gerados, afetando o ecossistema local e causando prejuízos socioeconômicos de grande relevância. Dentre as causas do rompimento, têm-se hipóteses como liquefação do rejeito, abalos sísmicos, falhas estruturais, extrapolação da capacidade da barragem e negligência da mineradora e dos órgãos responsáveis por sua fiscalização. Observou-se que existe uma relação direta entre as empresas de mineração e a destruição ambiental, e que o estado de Minas Gerais vem sendo marcado por eventos desse porte. Quanto ao histórico das legislações brasileiras de barragens, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) publicou, em 1986, os primeiros termos relacionados aos impactos causados pelas barragens brasileiras no cenário jurídico do país, tornando barragens e diques sujeitos ao licenciamento ambiental. Assim, as companhias mineradoras se tornaram mais cautelosas, formulando normas de nível Nacional e Local, a fim de melhorar as condições de construção, manutenção e segurança das barragens. Entretanto, rompimentos seguem acontecendo e há uma grande necessidade de melhorar a aplicação de normas, com investimento em fiscalização e valorização dos profissionais da área ambiental. Logo, observou-se que as leis estão sujeitas à alteração constante, conforme a ocorrência de novos eventos históricos.

Palavras-chave: Legislação ambiental. Segurança de Barragens. Desastres Ambientais. Tragédia de Mariana.

Abstract: The mining industry is one of the main sources of income in Brazil, with the disposal of tailings in dams being the most commonly used method for waste storage. In recent years, several incidents of dam failures have been observed. The environmental tragedy that occurred

¹Técnica em Meio Ambiente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (IFPR), *Campus Foz do Iguaçu*. *E-mail:* biancalouisebertotti@gmail.com

²Doutora em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (IFPR), *Campus Cascavel*. *E-mail:* luciana.graciano@ifpr.edu.br

in the municipality of Mariana/MG, in 2015, caused by the rupture of the Fundão tailings dam, is one of the most severe examples. This study aimed to provide context on the Fundão dam rupture, as well as to analyze the applicable environmental legislative regulations for dams based on a literature review. The results showed that Ibama classifies the rupture as an environmental disaster due to its magnitude and the impacts generated, affecting the local ecosystem and causing significant socioeconomic damage. Among the causes of the rupture, hypotheses include tailings liquefaction, seismic activity, structural failures, dam capacity exceeding, and negligence by the mining company and the responsible oversight bodies. It was observed that there is a direct relationship between mining companies and environmental destruction, and that the state of Minas Gerais has been marked by such large-scale events. Regarding the history of Brazilian dam regulations, the National Environmental Council (Conama) published the first terms related to the impacts caused by Brazilian dams in the country's legal framework in 1986, making dams and dikes subject to environmental licensing. Thus, mining companies became more cautious, formulating national and local regulations to improve the construction, maintenance, and safety conditions of dams. However, ruptures continue to occur, highlighting the urgent need to improve the enforcement of regulations, with investment in inspections and the appreciation of environmental professionals. Therefore, it was observed that laws are subject to constant changes according to the occurrence of new historical events.

Keywords: Environmental legislation. Dam Safety. Environmental Disasters. Mariana's tragedy.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o meio ambiente ecologicamente equilibrado passou a ser objeto de proteção constitucional específica e integral com a Constituição Federal de 1988, embora já tivesse sido prevista a proteção ambiental em legislação infraconstitucional através da Lei n.º 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente.

A Constituição Federal de 1988 consagrou como obrigação do Poder Público a defesa, preservação e garantia de efetividade do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida (Moraes, 2006, p. 774). A Constituição Brasileira também impôs, aos poderes estatais e a toda a coletividade, o dever de defesa e preservação do meio ambiente.

Assim, o reconhecimento constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado se afigura como uma conquista recente, reconhecida como um direito fundamental de terceira dimensão, tanto no âmbito nacional quanto no internacional.

O atual avanço tecnológico e a globalização resultaram em um conflito entre o crescimento econômico e a preservação ambiental. É evidente que as práticas adotadas pelas atividades empresariais ocasionam em diversos danos ao meio ambiente, seja através da extração de recursos naturais ou pelo seu processo produtivo. No conjunto das informações evidenciadas pelas empresas estão inseridas as compulsórias, exigidas por leis e regulamentos, e as voluntárias, baseadas em diretrizes e recomendações (Rover et. al., 2009).

Qualquer tipo de atividade humana conhecida por econômica altera o meio ambiente, tendo a mineração e a agricultura como as atividades básicas da economia mundial (Silva, 2007, p. 2). Segundo Farias e Coelho (2002), o setor mineral, em 2000, representou 8,5% do PIB, ou seja, US\$ 50,5 bilhões de dólares, gerou 500.000 empregos diretos e um saldo na balança comercial de US \$7,7 bilhões de dólares. No entanto, a atividade mineraria apresenta uma série de consequências ao meio ambiente, como poluição da água, poluição do ar, sonora e subsidência do terreno, afetando diretamente a fauna e flora do

local. Além disso, não é novidade o rompimento de barragens de rejeito de mineração, acarretando impactos ainda mais severos. Diante disso, é essencial o diagnóstico prévio dos possíveis impactos ambientais para mitigar a expansão de seus efeitos.

Buscando minimizar, prevenir ou evitar as consequências desses impactos ambientais, diversos mecanismos legais foram criados, servindo como parâmetros para a elaboração de normas e regras internas dos Estados. Tais dispositivos normativos foram desenvolvidos de forma dinâmica, conforme a ocorrência de novas situações a serem tuteladas pelo jurídico. No entanto, a legislação ambiental brasileira, mesmo que considerada avançada em relação a outros países, nem sempre apresenta eficiência na proteção ao meio ambiente devido a não-aplicação das normas estabelecidas.

O presente artigo trata, especificamente, da legislação brasileira envolvendo barragens de rejeito. A ocorrência de eventos críticos ocasionados por falhas e rupturas dessas estruturas evidenciou a necessidade de uma melhor fiscalização das atividades minerárias. A Lei n.º 12.334 (Brasil, 2010), conhecida como Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), foi responsável por um grande avanço na legislação dessas estruturas, embora tenha sido aprovada após anos de discussão e décadas depois da construção da maioria das barragens. Porém, como destaca Silva et. al. (2020), a normatização no Brasil não aconteceu de forma plena, ou seja, não foi legislado no intuito de abarcar todas as questões inerentes às barragens, como a fiscalização, por exemplo.

O rompimento da barragem do Fundão, no município de Mariana/MG, configurou-se como o maior desastre ambiental do Brasil à época. A catástrofe causou o despejo de água e lama ao longo de 650 km na bacia do Rio Doce, afetou drasticamente a biodiversidade do local e a qualidade do solo, além de ocasionar a morte de 19 pessoas e impactar diretamente a vida dos moradores da região. O desastre revelou uma necessidade ainda maior de uma legislação competente e de uma aplicação rígida dos mecanismos já existentes no combate dos crimes ambientais (Ibama, 2015).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento sobre o rompimento da Barragem de Rejeito de Fundão (BRF), apresentando a sua contextualização, bem como, fazer um levantamento sobre as normas legislativas ambientais aplicáveis às barragens disponíveis em *sites* de órgãos ambientais oficiais, além de propor uma discussão a respeito da atuação e assertividade da legislação ambiental brasileira, baseando-se na disponibilidade dos dados encontrados.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para realizar o levantamento sobre o rompimento da Barragem de Rejeito de Fundão (BRF), apresentando a sua contextualização bem como as normas legislativas ambientais aplicáveis às barragens disponíveis em sites de órgãos ambientais oficiais foram pesquisados: Descrição do desastre, Mineração em Mariana, barragem do Fundão; possíveis causas do rompimento.

Para isso, utilizou-se da pesquisa descritiva, na qual exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (Triviños, 1987). São exemplos de pesquisa descritiva o estudo de caso, assim foram feitas buscas utilizando as palavras-chave: “Rompimento da barragem de Fundão; Causas do Rompimento da Barragem de Fundão; Legislação ambiental de barragens no Brasil e em Minas Gerais”, em indexadores: Scielo, Google acadêmico, bem como, em teses e dissertações relacionadas ao tema. Como parte das informações estão disponíveis em canais jornalísticos, quando pertinentes, os mesmos também foram utilizados.

O prazo de pesquisa foi de 2015 até o momento atual (exceto para as leis e normas que possuem datas anteriores) e a seleção dos artigos e materiais foram baseados na sua leitura na íntegra ou dos resumos e enquadramento com os temas do objetivo de pesquisa.

Para o levantamento das normas legislativas ambientais aplicáveis às barragens também se utilizou a pesquisa descritiva, entretanto, a do tipo análise documental.

2.3 Resultados e a Discussão

2.3.1 Descrições do Rompimento da Barragem de Fundão

No dia 05 de novembro de 2015, por volta das 15h30min, houve o rompimento da Barragem de Fundão, propriedade da mineradora Samarco, uma subsidiária das empresas Vale S/A e BHP Billiton Brasil. A barragem, localizada no distrito de Bento Rodrigues, no Município de Mariana/MG, continha rejeitos de minério de ferro que se esvaíram da barragem do Fundão pelo lado esquerdo e atingiram a barragem de Santarém (Lopes, 2016). Todo conteúdo transbordou desta segunda barragem e se deslocou em uma avalanche incontrolável de terra, lama e água (Souza; Paaz, 2021).

Segundo Freitas et. al. (2019), o rompimento da barragem em Mariana/MG se configurou como o maior desastre ambiental do Brasil à época. Observe a figura 1 mostrando a dimensão da destruição provocada em Bento Rodrigues (Município abaixo da Barragem), após rompimento da Barragem de Fundão. Cerca de 34 milhões metros cúbicos de rejeitos de minério foram lançados em direção à barragem de Santarém, logo à jusante, causando seu transbordo. Os 16 milhões metros cúbicos restantes ainda continuam sendo despejados, vagarosamente, seguindo o sentido da correnteza das águas em direção à foz do Rio Doce, no oceano espírito-santense (Brasil, 2015).

Além da morte de 19 pessoas e centenas de animais, o desastre provocou danos socioambientais devastadores que afetaram não apenas Mariana, mas também outras localidades de Minas Gerais e Espírito Santo. Segundo o Relatório preliminar do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o rompimento da Barragem de Fundão é classificado como “desastre ambiental” devido a sua intensidade, evolução e origem. O desastre em análise, quanto à intensidade, classifica-se como Desastre de Nível IV, “desastre de muito grande porte” (classificação da Defesa Civil). Este nível se caracteriza por: danos causados são muito importantes e

os prejuízos muito vultosos e consideráveis; o desastre não é superável e suportável pelas comunidades, a menos que recebam ajuda de fora da área afetada e depende da mobilização e dos governos (municipal, estadual e federal) e em alguns casos, até de ajuda internacional (Ibama, 2015).

Figura 1 - Imagens mostrando a dimensão da destruição provocada em Bento Rodrigues após rompimento da Barragem de Fundão



Fonte: Crédito Digital Globe/Divulgação (CBH RIO DAS VELHAS, 2015)

O Ibama acompanhou a evolução do desastre *in loco* desde o dia 06 de novembro e comprovou-se: mortes de trabalhadores da empresa e moradores das comunidades afetadas; desalojamento, devastação de localidades e a consequente desagregação dos vínculos sociais das comunidades; destruição de estruturas públicas e privadas, destruição de áreas agrícolas e pastos; interrupção da geração de energia elétrica pelas hidrelétricas atingidas, destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa de Mata Atlântica, mortandade de biodiversidade aquática e fauna terrestre; assoreamento de cursos d'água, interrupção do abastecimento de água, interrupção da pesca por tempo indeterminado, interrupção do turismo, perda e fragmentação de habitats, restrição ou enfraquecimento dos serviços ambientais dos ecossistemas, alteração dos padrões de qualidade da água

doce, salobra e salgada, sensação de perigo e desamparo na população (Ibama, 2015).

2.3.2 Mineração em Mariana, Barragem do Fundão e a Mineradora Samarco

As atividades extrativistas exercem significativa influência nos processos de gestão e planejamento do país, proporcionando benefícios diversos, como geração de empregos e aumento considerável da arrecadação dos municípios (Passos; Coelho; Dias, 2017). A atividade de mineração consiste em separar o rejeito, material que não possui valor rentável, do material valioso. O armazenamento do rejeito costuma ser feito em barragens, que são estruturas construídas para conter os materiais resultantes do beneficiamento do minério. No entanto, tornou-se comum a ocorrência de eventos envolvendo a ruptura dessas estruturas, muitas vezes por falhas em sua fiscalização.

As barragens de contenção de rejeitos são reconhecidas por gerarem um impacto ambiental significativo. Neste sentido, a gestão dos rejeitos está se tornando um dos critérios pelos quais o desempenho ambiental das empresas é julgado. Além disso, apesar da legislação, conhecimento e tecnologia disponíveis, as barragens de contenção de rejeitos continuam rompendo e causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Uma razão comum para as falhas é que as barragens não são operadas de acordo com critérios adequados para projeto, construção e operação (Espósito; Duarte, 2010, p. 01). Assim, a legislação ambiental dispõe de leis e normas que estabelecem um armazenamento cauteloso, para evitar possíveis danos.

Criada para receber os rejeitos provenientes do processo de extração de minério de ferro pela Samarco Mineração S.A, a Barragem de Rejeitos do Fundão estava situada na Unidade Germano, em Mariana/MG. Sua operação iniciou em dezembro de 2008 e utilizava do método de alteamento a montante, o qual diques de contenção são apoiados sobre o próprio rejeito ou sedimento previamente lançado e depositado. Esse método é mais vulnerável à ocorrência de acidentes devido às forças da percolação da água, com maior

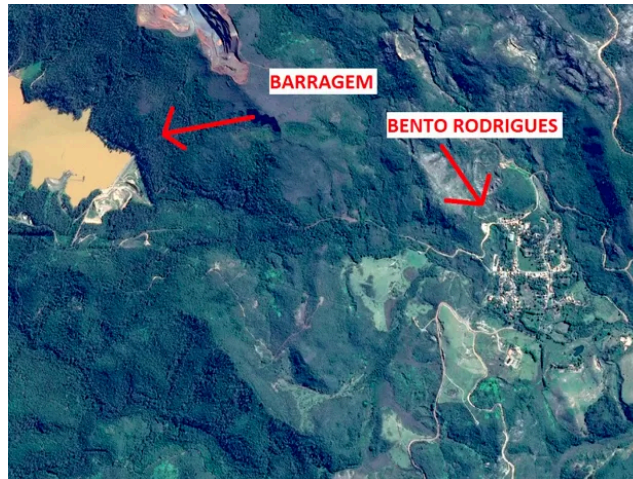
susceptibilidade à instalação de processos erosivos internos de “piping” e liquefação, os maiores responsáveis por acidentes já registrados. Contudo, é o mais utilizado pelas mineradoras no Estado de Minas Gerais e é o mais econômico, uma vez que a construção da barragem é realizada por etapas (Castro, 2008).

Liquefação e 'piping' são fenômenos que ocorrem com uma mudança súbita das características físicas da lama residual, na qual ela passa do estado pastoso para líquido e segue com erosão interna e infiltração na estrutura de contenção do material da mineração, esses são considerados os principais problemas das barragens do Brasil (Barbosa; Amaral, 2022).

Conforme o projeto inicial, a barragem era composta por Dique 1 (armazenaria apenas resíduos arenosos) e Dique 2 (resíduos finos, que seria a Lama). O início de sua utilização ocorreu em 2008, com sucessivas alterações pelo método chamado a montante, e era classificada ambientalmente na categoria III, a de mais alto risco em função da altura do maciço, volume do reservatório, ocupação humana a jusante, interesse ambiental e instalações à jusante da barragem, conforme a legislação em vigor (Faria; Botelho, 2018).

Segundo estudos preliminares (Brasil, 2015), somente na barragem do Fundão, havia aproximadamente 50 milhões metros cúbicos de resíduos classificados como sólidos, não perigosos e não inertes, como ferro e manganês. Conforme o Relatório de Análise de Acidente-Rompimento da Barragem de Rejeitos Fundão, em Mariana/MG, o material depositado na barragem, era composto aproximadamente por 70% de detritos arenosos e 30% de finos. Veja na figura 2 a imagem aérea da Barragem de Fundão.

Figura 2 - Imagem mostrando o distrito de Bento Rodrigues antes do rompimento das barragens



Fonte: Divulgação/ Airbus Defence and Space apud G1 (2015)

Em janeiro de 2012, a barragem acumulava cerca de 5 milhões de metros cúbicos de rejeito; em 2015, já contava com 51 milhões metros cúbicos e previa-se, para 2019, um volume final de 91,886 milhões de metros cúbicos e uma altura máxima de 130 metros (Faria; Botelho, 2018). No dia de seu rompimento, a crista barragem estava na elevação entre 898 metros e 900 metros, ou seja, altura entre 106 e 108 metros a partir de sua base (Brasil, 2015). Observe a figura 3 para verificar as cotas em relação à capacidade de armazenamento atingidas (900 metros).

Figura 3 - Imagens mostrando a vista geral da Barragem de Fundão pré-rompimento com os números das cotas de elevação em relação ao nível médio do Mar



Fonte: Faria e Botelho (2018)

2.3.3 Possíveis causas do rompimento

Revista Mundi Sociais e Humanidades. Curitiba, PR, Dossiê I Ciset, p. 01-29, 2024.

Segundo Faria e Botelho (2018), estruturas do tipo barragem de rejeitos necessitam de muita atenção: desde o projeto, sua execução e sua manutenção, visando um bom desempenho da estrutura. A falta de estudos adequados, como tipo de construção, bem como erros no dimensionamento e no processo de construção, e ainda erros no seu futuro monitoramento adequado, podem provocar danos à barragem.

As hipóteses levantadas pela maioria dos trabalhos analisados foram: liquefação do rejeito, abalos sísmicos, falhas estruturais, extrapolação da capacidade da barragem, negligência da mineradora e dos órgãos responsáveis por sua fiscalização.

O processo de liquefação é considerado por muitos especialistas como o fator mais responsável pela ruptura da Barragem do Fundão. Nesse processo, a camada de areia presente na parte frontal das barragens retém água ao invés de expeli-la devido às mudanças na pressão interna do depósito. Assim, a areia deixa de filtrar os resíduos e é transformada em lama (Lopes, 2016).

De acordo com Morgenstern *et al.* (2016), no dia do incidente, houve tremores que antecederam o desastre, sendo que esses abalos sísmicos foram reportados por Sismógrafos da Universidade de Brasília (UNB), sendo onze pequenos abalos de magnitudes entre 1,7 a 2,6 graus na Escala Richter, detectados nas áreas de rompimento da barragem. Entretanto, cabe comentar que a origem destes abalos é decorrente da própria atividade mineradora, com a detonação nas minas, fato que não deveria atrapalhar o desempenho das estruturas projetadas. Ainda nesse sentido, George Sandi França, professor chefe do Observatório Sismológico da UNB, comentou que “as barragens são construídas para suportar magnitudes maiores[...]sendo prematuro afirmar que a ação dessa pequena atividade possa ter gerado o rompimento” (SITE G1, 2015).

Quando às falhas estruturais, pode-se verificar que Faria e Botelho (2018) afirmam que, mesmo que um sismo induzido, de apenas 2,6 na Escala Richter, tivesse atingido a estrutura da Barragem, sua contribuição seria apenas como um gatilho para a liquefação, visto que, geologicamente, um

sismo desta magnitude, não causaria rompimento ou danos a estrutura. Exceto se a mesma já estivesse saturada, devido a problemas de drenagem ou tricas, na qual se movimentam diariamente inúmeros equipamentos pesados.

Já a extrapolação da capacidade da barragem se deve ao acúmulo de material superior à capacidade suportada. O aumento no ritmo da deposição de rejeitos entre 2009 e 2014, cresceu 83%, chegando a 55 milhões, fator que contribuiria para desestabilização da barragem. Para o professor da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Adilson do Lago Leite, geólogo e geotécnico, e tem doutorado em geotecnia, a aceleração do enchimento da Barragem do Fundão também foi verificada no estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima), entregue para aprovação da Licença de Prévia do empreendimento junto aos órgãos ambientais, no qual quando atingisse a altura de 140 metros, a previsão dos técnicos da Samarco era de que a barragem comportasse 39 milhões de metros cúbicos e não 55 milhões – volume que vazou com o desastre, conforme a própria empresa. Segundo o mesmo, a empresa passava por obras de elevação da estrutura, entretanto, se o rejeito entra rápido demais, não há tempo de ocorrer a secagem e isso sim compromete a estrutura (Parreiras, 2015).

A pesquisa de Souza *et al.* (2021) concluiu que o rompimento da Barragem se deu por uma sucessão de erros ocorridos na construção da barragem, na qual o projeto original teve modificações em decorrência das dificuldades enfrentadas, que proporcionaram regiões de saturação não previstas e impediram a drenagem. Outras modificações estruturais provocaram um carregamento do aterro sobre a lama que estava presente em determinadas regiões, afetando a estabilidade e dando início ao deslizamento de fluido. A ruptura da barragem pode ser precedida por uma sucessão de erros na etapa de projeto, durante a execução da obra e de manejo do rejeito, bem como ocorreu por falhas no manejo dos rejeitos e adaptações inadequadas no projeto, causando vítimas e um grande impacto ambiental.

Por fim, destaca-se a negligência da mineradora Samarco e dos órgãos responsáveis por sua fiscalização. Segundo uma autoridade da Polícia Federal, já restou apurado nas investigações que a barragem era problemática desde a

sua construção, e era considerada “uma barragem doente”, pois já na fase de construção foi usado um material diferente do que foi descrito no projeto: no projeto inicial previa a utilização de brita e rocha, mas, quando construíram a barragem, o material utilizado foi restos de minério (Souza; Paaz, 2021).

Além disso, investigações de engenharia revelaram falhas de construção graves no dreno da barragem e em seus filtros, permitindo que a pressão de água dentro dele aumentasse até causar erosão e deslizamento do talude (Faria; Botelho, 2018).

A Polícia Federal (PF), Ministério Público (MP) e Estadual (ME) também constataram um corte de cerca de R\$13 milhões de gastos com a gerência de geotécnica e hidrogeologia, responsável pela segurança de Fundão, nos anos de 2012 a 2015. Ainda, segundo dados da PF, a empresa buscava “otimizar” serviços de consultorias utilizando seus empregados, entretanto, a eliminação de auditorias externas mais qualificadas e independentes, por uma interna subordinada ao sistema da empresa, possivelmente implicaria em perda de autonomia na avaliação (Bertoni; Marques, 2016).

A empresa também ignorou avisos e advertências que poderiam ter impedido o desastre, apontados em matéria veiculada pela Revista Isto É, que em outubro, do ano de 2013, a empresa já tinha sido devidamente advertida sobre a possibilidade de colapso na represa de Fundão. Ainda nesse ano foi elaborado, a pedido do Ministério Público de Minas Gerais, um laudo técnico produzido pelo Instituto Prístino, que alertava sobre os riscos de rompimento da Barragem do Fundão (Lopes, 2016).

Das medidas que poderiam ter minimizado os impactos causados ou até mesmo evitado a tragédia, Lopes (2016) destaca: utilização de técnicas mais modernas de filtragem dos resíduos; manutenção correta das barragens; utilização de instrumentos de monitoramento eletrônico; implementação de sistemas de alerta; adoção de planos emergenciais e, sobretudo, uma fiscalização séria e eficiente pelos órgãos competentes.

2.3.4 Histórico das legislações brasileiras referentes à legislação de barragens

A legislação ambiental é composta por diversos dispositivos normativos, desenvolvidos no decorrer do tempo, consoante o surgimento de novas situações fáticas a serem tuteladas pela ordem jurídica (Gomes, 2007).

Diante disso, foi desenvolvido um quadro apresentando o histórico das legislações brasileiras referentes à legislação de barragens, o ano de sua publicação e um breve resumo de seus objetivos.

Quadro 1- Histórico das legislações brasileiras referentes à legislação de barragens

ANO E LEGISLAÇÃO	RESUMO DAS NORMATIVAS
1986: Art. 2º da Resolução 1 (Conama, 1986)	O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) publica os primeiros termos relacionados aos impactos causados pelas barragens brasileiras no cenário jurídico do país, que estabelecia a necessidade do estudo de impacto ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente. Entretanto, esses estudos eram obrigatórios apenas para obras hidráulicas e para a exploração de recursos hídricos.
1997: Resolução n.º 237 (Conama, 1997)	O Conama apresenta, pela primeira vez, as definições de Licenciamento Ambiental, Licença Ambiental, Estudos Ambientais e Impacto Ambiental Regional. Desde então, as barragens e diques passaram a ser sujeitas ao licenciamento ambiental. Com o licenciamento ambiental se tornando obrigatório, as companhias mineradoras se tornaram mais cautelosas, passando a atuar de forma efetiva na fiscalização da sua segurança.
2001: Portaria DNPM n.º 237	É decretada, no Brasil, a primeira norma regulamentadora voltada para barragens de rejeitos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Buscava conciliar o desenvolvimento da atividade mineral com a produtividade, minimizar os impactos ambientais decorrentes da atividade minerária e melhorar as condições de saúde e segurança no trabalho. Estabelecia uma construção de dispositivos de drenagem interna em depósitos de rejeitos de forma que não permita a saturação do maciço e a obrigatoriedade da presença de um profissional legalmente habilitado pelo CREA no planejamento e monitoramento das barragens. A construção de depósitos de estéril, rejeitos e produtos deveria ser precedida de estudos geotécnicos, hidrológicos e hidrogeológicos. Em situações de risco grave de ruptura, as áreas de risco deveriam ser evacuadas, isoladas e o pessoal potencialmente afetado deveria ser informado imediatamente.
2006: Norma brasileira – ABNT NBR 13.028/2006	A primeira versão dessa norma foi publicada em 1993, mas, por ser pioneira, apresentava pontos questionáveis. Assim, em 2004, a norma foi revisada e validada. A NBR 13.028 especifica os requisitos mínimos para elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos de beneficiamento, contenção de sedimentos e reservação de água em mineração e determina os estudos a serem feitos para caracterizar o projeto de barragem de rejeitos. Aborda o plano de desativação das

	<p>barragens, que deve ser apresentado sempre que o futuro da área da barragem estiver definido ou houver legislação específica. Dentre os documentos que devem estar anexos aos projetos da barragem estão: relatório das investigações geotécnicas de campo e de laboratório; memórias de cálculo e critérios de projeto utilizados; planilha de quantidades e serviços das obras civis, entre outros.</p>
<p>2010: Lei Nacional n.º 12.334</p>	<p>A lei faz parte da Política Nacional de Segurança de Barragem, e não trata apenas de barragens de grande porte, mas também daquelas que armazenam resíduos perigosos e que possam provocar danos. Objetiva garantir padrões de segurança, reduzir a possibilidade de acidentes, regulamentar ações e padrões, centralizar as informações sobre segurança de barragens e fomentar a cultura de segurança dentro do ambiente onde estão instaladas as estruturas. A lei estabelece que a fiscalização de barragens com fins de disposição de rejeitos provenientes das usinas de beneficiamento de minérios cabe ao Departamento Nacional de Produção Mineral, e também delimita as características que uma estrutura precisa apresentar para estar dentro da PNSB. É definida a responsabilidade legal do empreendedor pela segurança da barragem, cabendo a ele o desenvolvimento de ações para garanti-la. É abordado a obrigatoriedade do Plano de Ação Emergencial (PAE) para as barragens classificadas com dano potencial alto e, quando necessário, para outras barragens.</p>
<p>2012: CNRH n.º 143</p>	<p>Um grupo de trabalho no CNRH foi formado com o propósito de regulamentar o artigo 7º da Lei n.º 12.334/2010, buscando estabelecer os critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume. Uma definição importante foi a de dano potencial associado, dado como o dano que pode ocorrer devido ao rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem. Para classificar esse dano, é realizado um estudo de ruptura hipotética (Dam Break), que simula a mancha de inundação possivelmente causada pelo rompimento da barragem e as classifica conforme as faixas de pontuação definidas na matriz. Outra classificação estabelecida é a de categoria de risco, dada através da aplicação dos quadros da matriz de categoria de risco que se encontram na Resolução CNRH n.º 143/2012.</p>
<p>2012: CNRH n.º 144</p>	<p>Busca regulamentar o art. 20º, da PNSB de 2010, e define as diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, a aplicação de seus instrumentos e a atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Decreta que, em função da categoria de risco, dano potencial e seu volume, a periodicidade de atualização, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento dos Planos de Segurança de Barragens devem ser estabelecidos pelo órgão fiscalizador, que, após o recebimento do PSB, deve fornecer as informações sobre a barragem cadastrada à Agência Nacional de Águas (ANA), que irá elaborar anualmente o Relatório de Segurança de Barragens.</p>
<p>2012: Portaria DNPM n.º 416</p>	<p>Foi publicado pelo DNPM com o propósito de determinar as obrigações dos empreendedores. Nele, foi criado o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, em que as barragens seriam cadastradas diretamente no sistema do Relatório Anual de Lavra (RAL), e estabelece ao empreendedor a obrigatoriedade de declarar todas as barragens de mineração em construção, em operação e desativadas sob sua responsabilidade. Também determinou que cada órgão fiscalizador deve impor aos empreendedores a periodicidade de execução do cadastro, classificação quanto ao risco e DPA, revisão periódica, inspeções regulares e inspeções especiais. A</p>

	<p>Inspeção de Segurança Regular de rotina na barragem deve ser realizada pelo menos quinzenalmente, preenchendo a Ficha de Inspeção Regular; a Inspeção Anual de Segurança Regular de Barragem deve ser feita até o dia 20 de setembro de cada ano, seguido do Relatório de Inspeção Regular da estrutura, preenchimento do Extrato de Inspeção de Segurança Regular e emissão da Declaração de Estabilidade da Barragem; as Inspeções de Segurança Especiais deverão ser realizadas quando, durante a vistoria de rotina na barragem, for constatada anomalia resultante em 10 pontos em qualquer coluna do quadro de Estado de Conservação referente à Categoria de Risco.</p>
<p>2013: Portaria DNPM n.º 526</p>	<p>Para a elaboração desta Portaria, a nomenclatura PAE foi alterada para PAEBM (Plano de Ações Emergenciais para Barragens de Mineração). Estabelece a periodicidade de atualização e revisão, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do PAEBM, que deve ser um documento técnico, elaborado pelo empreendedor e de fácil entendimento, onde deve ser identificado as possíveis situações que colocariam em risco a integridade das barragens e as ações a serem tomadas para evitar ou minimizar os danos. Também foi definido os níveis de emergência, divididos em nível 1 e nível 2.</p>
<p>2015</p>	<p>Rompimento da Barragem de Fundão.</p>
<p>2017: Portaria DNPM n.º 70.389</p>	<p>Publicada com o objetivo de aprimorar e aperfeiçoar a legislação relacionada à segurança das barragens de mineração. Das principais alterações feitas, destaca-se: obrigatoriedade da elaboração do mapa de inundação simplificado para a realização da classificação quanto ao DPA para todas as barragens de rejeito; prazo de 24 meses para o empreendedor implementar um sistema de monitoramento de segurança de barragem; obrigatoriedade ao empreendedor de alertar a zona de autossalvamento, com equipamentos de alerta e a zona de segurança secundária quando inquirido pelas Defesas Cíveis federais ou estaduais em situações de emergência em nível 3; modificação da periodicidade da Revisão Periódica de Segurança de Barragens para 3, 5 ou 7 anos; Inspeções de Segurança Regulares passam a ser semestrais, e os Extratos de Inspeção Regulares enviados quinzenalmente; obrigatoriedade aos empreendedores de elaboração de treinamentos internos a cada seis meses, além de apoiar e participar de simulados de emergência realizados, devendo manter registros destas atividades no Volume V do PS.</p>
<p>2017: Norma brasileira – ABNT NBR 13.028</p>	<p>Foi feito o cancelamento da norma n.º 13.028, de 2006, sendo então regulamentada a NBR 13.028/2017, que conta com os mesmos objetivos que os da norma de 2006, porém com especificações técnicas mais completas e redigidas. São incorporadas ou modificadas as definições de sólidos ou líquidos contaminantes, desativação de barragem, plano de fechamento da barragem, empilhamento drenado, cheia de projeto, período de retorno, borda livre e volume de espera. São estabelecidos tópicos sobre a impermeabilização da barragem, caso armazene rejeitos perigosos, e estudos sísmicos para avaliar o potencial de sismicidade na área de implantação da barragem.</p>
<p>2019: Resolução ANM n.º 4</p>	<p>Em 2017 foi promulgada a Lei n.º 13.575, a qual extinguiu o DNPM e criou a Agência Nacional de Mineração (ANM). Assim, em 2019, a ANM publicou a resolução n.º 4, que objetivava a criação de medidas reguladoras cautelares que reduzam os riscos de novos incidentes de rompimento de barragem e previnam danos severos, assegurando a estabilidade de barragens de</p>

	<p>mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado “a montante” ou por método declarado como desconhecido. A resolução proíbe o uso do método construtivo a montante, estabelecendo ao empreendedor o prazo de 15 de agosto de 2021 para a conclusão do descomissionamento ou a descaracterização da barragem. Também proíbe a construção de qualquer instalação que deva ser ocupada por pessoas ou barramento para armazenamento de efluente líquido nas Zonas de Autossalvamento (ZAS), e determina que todas as barragens de mineração devem ter sistemas automatizados de acionamento de sirenes nas ZAS, em local dotado e seguro. Também estabelece a implementação de ações para evitar o aporte de água nas barragens e de técnicas adequadas, que minimizem a descarga de água de outra origem no reservatório.</p>
<p>2019: Resolução ANM n.º 13</p>	<p>Na Resolução n.º 4 de 2019, o prazo máximo de desativação de áreas de vivência era de 15 de agosto de 2019 e barramentos até 15 de agosto de 2020. Na Resolução n.º 13, esse prazo é dilatado para 12 de outubro de 2019 e 15 de agosto de 2022. Outro prazo dilatado pela ANM é o para a instalação de sirenes de alerta nas ZAS, que passou a ser 15 de dezembro de 2020. O Artigo 6º desta resolução complementa o artigo 7º da Portaria DNPM n.º 70.389, de 2017, onde as barragens com DPA alto devem implementar, até 15 de dezembro de 2020, um sistema de monitoramento automatizado de instrumentação com acompanhamento em tempo real e período integral. As sirenes devem ser instaladas fora da área da mancha de inundação, porém, podem ser instaladas dentro da citada mancha, caso seja devidamente justificado pelo projetista no PAEBM.</p>
<p>2020: Lei n.º 14.066, de 30 de setembro de 2020</p>	<p>Altera a Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei n.º 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei n.º 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Pontos principais: Proibição da construção de barragens do tipo “a montante”, usado em Brumadinho e Mariana. O método ocorre quando os diques de contenção se apoiam sobre o próprio rejeito depositado. Todas as barragens construídas dessa forma devem ser desativadas até 25 de fevereiro de 2022. O prazo só poderá ser prorrogado em razão de inviabilidade técnica para a desativação no período previsto, desde que a decisão, para cada estrutura, seja referendada pela autoridade licenciadora do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) (Agência Senado, 2020)³.</p>

Fonte: As autoras (2022)

2.3.5 Resoluções, decretos, deliberações e leis referentes à segurança de barragens de rejeitos aplicados ao estado de Minas Gerais

³ Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/10/01/brasil-tem-nova-lei-de-seguranca-de-barragens>. Acesso em: 20 ago. 2022.

Um segundo quadro foi elaborado, desta vez compreendendo resoluções, decretos, deliberações e leis referentes à segurança de barragens de rejeitos aplicados, especificamente, ao estado de Minas Gerais.

Segundo Viana e Bursztyn (2010), a produção mineral de Minas Gerais corresponde a quase 30% da nacional, empregando igual percentual de mão-de-obra. Assim, percebe-se a importância da mineração neste estado e a necessidade da criação de normas referentes ao licenciamento e fiscalização ambiental das empresas de mineração e das consultorias que lhes prestam serviços.

Quadro 2- Resoluções, decretos, deliberações e leis referentes à segurança de barragens de rejeitos aplicados ao estado de Minas Gerais

ANO E LEGISLAÇÃO	RESUMO
2002: Deliberação Normativa COPAM	Considerada como um marco na legislação ambiental de Minas Gerais, foi publicada após o rompimento da barragem Cava 1. Contempla o sistema de cadastramento das barragens e sua classificação, que utiliza os critérios altura, volume, ocupação humana a jusante, interesse ambiental a jusante, instalações na área de jusante, além de estipular os danos ambientais em caso de ruptura. Foram criados três critérios para a classificação de barragens de rejeitos, sendo: ocupação humana a jusante da barragem, interesse ambiental da área a jusante da barragem (dividido em nível pouco significativo, significativo e elevado) e instalações na área a jusante da barragem (dividido em nível inexistente, baixa concentração e alta concentração). Também classifica as barragens nas categorias de baixo, médio ou alto potencial de dano ambiental.
2004: Lei n.º 15.056	Como uma resposta aos rompimentos de barragens em Nova Lima e em Cataguases, a Lei trata da segurança de barragens de empreendimentos de resíduos tóxicos industriais, definindo algumas exigências para a realização de obra e a implantação de estrutura de barragem e de depósito. Estabelece a obrigatoriedade ao responsável de manter disponíveis para a fiscalização o registro diário dos níveis mínimo e máximo de água e relatório técnico anual que ateste a segurança da barragem, o registro diário dos níveis de águas subterrâneas, registro mensal dos parâmetros de qualidade das águas subterrâneas, registro mensal do volume e das características químicas e físicas dos rejeitos acumulados, registro mensal que demonstre a ausência de contaminação do solo e do lençol de água no entorno e sob a área ocupada pelos rejeitos e relatório técnico anual que ateste a segurança do depósito de resíduos tóxicos industriais. Todos os registros devem ser firmados por profissionais. A lei ficou em vigor até o ano 2019, pois, após o rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho, foi publicada a Política Estadual de Segurança de Barragens que revogou a lei em questão.

<p>2005: Deliberação Normativa COPAM n.º 87</p>	<p>Objetiva alterar e acrescentar informações à Deliberação Normativa COPAM n.º 62/2008, tratando principalmente sobre a Periodicidade das Auditorias Externas de Segurança e a alteração ocorrida no critério de classificação de barragem de ocupação humana a jusante. A classificação de níveis de à ocupação humana a jusante da barragem passou a ser: inexistente, eventual, existente e grande. O intervalo de pontuação para a classificação das barragens também foi alterado e foi complementado que todas as barragens devem possuir Auditoria Técnica de Segurança, que deve ser feita por profissionais externos ao quadro de funcionários da empresa, com periodicidade variando de acordo com sua classificação. Também foi definida a área a jusante da barragem (AJ) e estabelecido aos responsáveis a apresentação à FEAM do Cadastro de Barragem, por meio de formulário eletrônico disponível no Banco de Declarações Ambientais (BDA).</p>
<p>2008: Deliberação Normativa COPAM n.º 124</p>	<p>Esta deliberação modificou o prazo estabelecido para ser disponibilizado o Relatório de Auditoria Técnica de Segurança de Barragens, tendo a data limite para o dia 1º de setembro do ano de sua elaboração, e não mais 6 de março. Também estabelece, ao responsável, a apresentação da Declaração de Condição de Estabilidade à FEAM, até o dia 10 de setembro de cada ano de sua elaboração.</p>
<p>2016: Decreto Estadual n.º 46.993</p>	<p>Institui a Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem, que deve ser realizada por profissionais legalmente habilitados em todos os empreendimentos que fazem a disposição final ou temporária de rejeitos de mineração em barragens com o método de alteamento para montante, e deve ficar disponível no empreendimento a partir de 1º de setembro de 2016. Após a auditoria, o responsável deve apresentar Declaração Extraordinária de Condição de Estabilidade e inseri-la no Banco de Declarações Ambientais, até 10 de setembro do mesmo ano. O responsável técnico também fica encarregado de elaborar o Plano de Ação para Adequação das Condições de Estabilidade e de Operação de Barragem.</p>
<p>2019: Lei n.º 23291 de 25/02/2019</p>	<p>Após o rompimento da barragem de Fundão da mineradora Samarco, essa legislação foi criada a partir da revisão de alguns projetos de lei e propostas que tratavam de diretrizes para a segurança de barragens e de depósitos de resíduos da mineração. Nela, é estabelecida novos aprimoramentos para o licenciamento e fiscalização de barragens de rejeito, tais como: determinação das características que as barragens devem possuir para se enquadrarem à política estadual de segurança de barragens, diferentes das PNSB; cabe aos órgãos e entidades do Sistema o licenciamento e fiscalização ambiental de barragens no estado, contendo o resultado das auditorias técnicas de segurança dessas estruturas e sua condição de estabilidade; a construção, instalação, funcionamento, ampliação e alteamento de barragens dependem de licenciamento ambiental com apresentação preliminar de EIA, RIMA, LP, LI e LO; cabe ao Sistema promover uma audiência pública antes da análise do pedido da LP; a acumulação ou disposição final ou temporária de rejeitos e resíduos industriais ou de mineração em barragens deve ser vedada sempre que houver melhor técnica disponível; entre outros. Nesta lei, a concessão de licença ambiental para barragens que utilizem o método de alteamento a montante é vetada, dando ao empreendedor o prazo de 3 anos para a migração à tecnologia alternativa de acumulação ou disposição de rejeitos e a descaracterização das barragens.</p>

<p>2019: Resolução SEMAD/FEA M 2784</p>	<p>Regulamenta os parágrafos do art. 13, da Lei n.º 23.291, que não determinava o prazo máximo em que as barragens inativas devem ser descaracterizadas; esta resolução impõe o prazo máximo de três anos. Até que a descaracterização seja cumprida, cabe ao empreendedor realizar, semestralmente, a auditoria técnica extraordinária de segurança de barragem, e entregar em seguida à FEAM, a declaração de condição de estabilidade, entre os dias 1º e 31 de março e entre 1º e 30 de setembro de cada ano; os responsáveis por barragens consideradas inativas que tenham o método de alteamento a montante também devem seguir essas exigências. Quando a descaracterização for concluída, o empreendedor deve apresentar relatório à FEAM, comunicar à ANM e verificar o cumprimento das diretrizes e premissas da descaracterização, elaborando o relatório técnico.</p>
<p>2019: Resolução SEMAD/FEA M 2833</p>	<p>Estabelece o procedimento a ser seguido para o envio dos Relatórios das Auditorias Técnicas de Segurança de Barragens e Declaração de Condição de Estabilidade da barragem, a partir do ano de 2019.</p>

Fonte: As autoras (2022)

3 DISCUSSÕES

Segundo Bergamini (2000), os problemas ambientais são reflexo direto da exploração dos meios naturais fomentados pela busca cada vez maior por crescimento e pelo desenvolvimento econômico. Como destaca o autor, o desastre ambiental possui uma ligação direta com desenvolvimento econômico industrial, e sua escala de agressão à natureza e à população são medidos pelo grau de negligência das empresas com o espaço envolvido.

O uso dos recursos naturais pela sociedade, como fontes inesgotáveis de aproveitamento, foi determinante para a ocorrência de diversas catástrofes ambientais. Os desastres ocasionados pela ruptura das barragens de rejeito de mineração costumam estar relacionados com a falta de controle das operações ou falhas na instrumentação e monitoramento, como afirma Duarte (2008, p.17):

Existem poucos casos de eventos não previsíveis ou causados por condições climáticas inesperadas (tais como terremotos, por exemplo), uma vez que o conhecimento de hoje permite a previsão destes eventos. Os incidentes e acidentes também são resultados de condições inadequadas de investigações de campo, projeto,

Revista Mundi Sociais e Humanidades. Curitiba, PR, Dossiê I Ciset, p. 01-29, 2024.

construção, operação, monitoramento, ou a combinação destes. [...] A probabilidade de uma falha ocorrer pode ser baixa, porém as consequências podem ser desastrosas para comunidades locais e o ambiente a jusante.

Assim, entende-se que a elaboração dos projetos de engenharia de tais estruturas, junto com sua operação, manutenção e descomissionamento, precisam ser realizados de maneira responsável e cautelosa.

A importância de adotar medidas que garantissem a proteção do meio ambiente, além da repercussão pública a respeito dos impactos gerados pelo rompimento das barragens, motivou a elaboração de diversos mecanismos legais que estabelecem critérios para a criação de normas e regras que impeçam ou minimizem possíveis danos ambientais. Em 1986, o art. 2º da Resolução 1 (Conama), trouxe os primeiros termos relacionados aos impactos causados pelas barragens e foi considerado um marco na legislação brasileira acerca deste assunto. No entanto, a primeira norma regulamentadora voltada para barragens de rejeitos foi decretada apenas em 2001, pela Portaria DNPM n.º 23.

De acordo com Duarte (2008), no Brasil o Ministério da Integração Nacional, juntamente com a Agência Nacional de Águas (ANA) e com a Secretaria de Infraestrutura Hídrica (SIH), vem atuando na prevenção e redução de riscos de rompimentos de barragens. Em parceria com estados, municípios e proprietários, o Governo Federal faz levantamento para acompanhar a situação dessas obras, já concluídas ou em andamento, e órgãos da administração federal, governos estaduais e agentes da iniciativa privada avaliam as construções e participam do processo de cadastramento.

Percebe-se que a criação de dispositivos normativos é desenvolvida de forma dinâmica, conforme a ocorrência de novos eventos marcantes. Para Gomes (2007), a coexistência de legislações criadas em diferentes momentos históricos, com diferentes propósitos e associadas como instrumentos do direito ambiental atual, lhe confere um caráter limitado e sem coerência, que pode dificultar a garantia de um meio ambiente equilibrado.

No Brasil, a operação das barragens de rejeito é feita pela própria companhia de mineração, e a supervisão acontece pelas autoridades de mineração do Estado. Segundo Duarte (2008), isso leva a segurança destas barragens a ficar em segundo plano, já que estas autoridades têm outras tarefas a cumprir, como avaliar a produção, o meio ambiente e a segurança no trabalho.

Nos últimos anos, os eventos de ruptura de tais estruturas intensificaram as discussões a respeito dos seguranças de barragem. No entanto, embora os debates estejam se ampliando, as barragens continuam rompendo e causando severos danos socioambientais, principalmente pela negligência no cumprimento dos critérios adequados para sua operação.

Mesmo que a legislação ambiental brasileira seja considerada bastante avançada em relação a outros países, isso pode não ser o suficiente para a efetiva proteção do meio ambiente, pois muitas vezes percebe-se uma grande distância entre a previsão normativa e a realidade fática – não somente em relação à questão ambiental, mas em diversos pontos da realidade social. Assim, o problema não reside na falta de previsão normativa sobre a matéria, mas na não-aplicação das normas jurídicas estabelecidas (Gomes, 2007, p. 10).

Nota-se que a eficiência da lei não depende apenas de seu conteúdo, mas também de sua aplicação, e assim destaca Duarte (2008, p. 20):

Rupturas de barragens de rejeitos geralmente ocorrem onde um ou mais aspectos do projeto e construção/operação são deficientes. Muitas rupturas ocorreram como resultado de práticas operacionais que foram incompatíveis com os requerimentos de projeto, ou vice-versa. Isso não é para dizer que um projeto mal elaborado pode ser salvo por práticas operacionais exemplares, nem que um bom projeto possa resistir às práticas operacionais inadequadas. Isso indica que rupturas podem ocorrer quando um projeto mal elaborado é combinado com práticas operacionais inadequadas.

Por ser uma atividade de grande porte, a mineração acompanha uma série de riscos que devem ser reconhecidos pelas empresas responsáveis pela atividade para que providências sejam tomadas e desastres ambientais sejam contidos. Para Almeida e Vilela (2019), é necessário ir além das questões técnicas para compreender as razões pelas quais as catástrofes acontecem,

mas também analisar as decisões gerenciais, políticas e organizacionais, que incentivam tais condutas negligentes.

Explicar desastres provocados por mineradoras sob o prisma estritamente técnico, nesses casos, geotécnico, relativo à situação da barragem no período anterior às rupturas, não permite alcançar os fatores políticos, organizacionais na origem das decisões envolvendo as questões técnicas da barragem e, portanto, contribui de forma limitada para a prevenção de novos acidentes (Almeida; Vilela, 2019, p. 2).

Almeida e Vilela (2019) afirmam que as empresas, responsáveis pelas mais recentes tragédias ambientais de rompimento de barragens, não foram responsabilizadas adequadamente. Também identificaram que as empresas de mineração de Minas Gerais possuem influência no estabelecimento da legislação vigente, por exemplo, a partir da simplificação de processos de licenciamento ambiental, além de intervir no funcionamento de órgãos públicos de fiscalização e controle. Portanto, pode-se considerar tal envolvimento político com grandes empresas de mineração como mais um fator que contribui para a ocorrência de desastres ambientais.

A indústria mineradora tem marcado o estado de Minas Gerais com eventos de destruição ambiental. Em 2014, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam), divulgou que, em Minas Gerais, mais de 40 barragens não apresentavam condições aceitáveis de segurança (Passos et. al., 2017). O desastre ambiental de Mariana/MG, ocasionado pelo rompimento da barragem do Córrego do Fundão em 2015, é um dos mais graves exemplos de falhas nos processos de gestão da empresa, licenciamento, fiscalização, monitorização e do sistema de emergência. No caso de Mariana, dentre as medidas que poderiam ter evitado ou reduzido suas consequências, Lopes (2016) aponta a utilização de técnicas mais modernas de filtragem dos resíduos, a manutenção correta das barragens, a utilização de instrumentos de monitoramento eletrônico, a implementação de sistemas de alerta, a adoção de planos emergenciais e uma fiscalização séria e eficiente pelos órgãos competentes. Além disso, de acordo com Passos et. al. (2017), a Samarco Mineração S.A. desconsiderou o cumprimento de um plano de contingência, que comunicaria a

falha de segurança na barragem. Assim, não houve o acionamento correto do plano de evacuação.

Segundo a ONU, as mortes no caso de Mariana não podem ser consideradas um simples acidente, mas sim um crime. Segundo Junior, Alvarenga e Garcia (2018), os projetos de avaliação de impacto ambiental (AIA), para instalação de empresas mineradoras, possuem interesses governamentais de viés econômico. Passos et. al. (2017) concordam que a pressão das mineradoras influencia diretamente na flexibilização das licenças ambientais.

A partir da pressão das mineradoras que visam ao aumento do lucro, licenças ambientais são flexibilizadas, novas minas são licenciadas, e o poder público age em conjunto com os empreendedores, reforçando o discurso da dependência econômica com o setor. A relação de poder que se estabelece não é apenas econômica, mas também simbólica e se transpõe no território (Passos, 2017, p. 08).

O desastre em Mariana, por meio do rastro de destruição, forçou o Brasil a voltar-se para a questão da mineração, buscando reavaliação dos métodos de fiscalização governamental, delineando melhorias (Souza; Freitas, 2019).

No entanto, percebe-se que tal reavaliação não foi suficiente para incidir a mudança necessária no país: quatro anos depois, Minas Gerais foi novamente palco de um dos maiores desastres ambientais do Brasil, dessa vez no município de Brumadinho. O rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão ocasionou a morte de 270 pessoas e é considerado o segundo maior desastre industrial do século.

As sequelas deixadas pelos desastres ambientais envolvendo barragens levam à reflexão sobre as medidas preventivas urgentes, que devem ser tomadas para impedir que tais eventos se repitam. Desse modo, deve ser explorada a influência da empresa sobre o setor público e o papel do Estado em cobrar a aplicabilidade correta das leis.

Souza e Paaz (2021) afirmam que a relação da sociedade e do meio ambiente deve ser considerada em qualquer atividade empresarial, por isso, há a necessidade do comprometimento social por parte das empresas nos lugares que elas se instalam.

As empresas que não consideram os princípios ou valores relacionados às questões sociais ou ambientais, como a redução de seus resíduos sólidos e a diminuição dos riscos, não devem permanecer no mercado, tendo em vista que a ética e a responsabilidade social são elementos essenciais na economia do futuro (Souza; Paaz, 2021, p. 541).

Além da responsabilidade empresarial, é evidente que deve ser corrigida a participação dos órgãos governamentais competentes no monitoramento e na fiscalização das barragens de rejeito. O Estado deve atuar politicamente em prol do meio ambiente, planejando, fiscalizando e preparando as pessoas (Souza; Paaz, 2021).

Para Souza e Freitas (2019), o volume de melhorias realizadas pelos responsáveis é pequeno, levando em consideração a magnitude do desastre em Mariana e os riscos em volta das atividades mineradoras. Os cuidados com o meio ambiente são cuidados com a humanidade, e as proporções catastróficas do rompimento das barragens são suficientes para que a sociedade exija mudanças.

Diante da pesquisa realizada sobre o histórico das legislações ambientais, destaca-se a importância de estudar e compreender o surgimento e adequação dessas leis, buscando o desenvolver e aperfeiçoar o direito ambiental atual, como explica Freiria (2015, p. 177-178):

É preciso conhecer essa complexidade original do sistema jurídico ambiental, para que seja aprimorada a necessária harmonização contemporânea das diversas leis de conteúdo ambiental que surgiram ao longo da história institucional brasileira – que se encontram ligadas à mesma missão atual de contribuir para a efetivação real da proposta de desenvolvimento sustentável.

Também sugere-se o aprimoramento na divulgação e disponibilidade das leis referentes à segurança de barragem no Brasil. Em alguns casos, os documentos encontrados sobre o tema eram de difícil acesso ou incompletos, então se faz necessário a inclusão de informações de campo mais claras e objetivas para melhor acesso à população.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No entendimento da finalidade desta pesquisa, de realizar um levantamento sobre as normas legislativas ambientais aplicáveis às barragens, disponíveis em *sites* de órgãos ambientais oficiais, e propor uma discussão a respeito do tema, considera-se que tal objetivo foi atingido.

Ao longo do texto, foram apresentadas informações referentes à tragédia ambiental de Mariana/MG e ao histórico da legislação ambiental brasileira envolvendo barragens, além da análise dos motivos que levaram à magnitude do desastre.

Observou-se que existe uma relação direta entre as empresas de mineração e a destruição ambiental, e que o estado de Minas Gerais vem sendo marcado com eventos desse porte. A legislação brasileira, acerca da segurança de barragens, busca impedir ou minimizar os impactos que as atividades das empresas mineradoras causam ao meio ambiente. Com seu início em 1986, as leis estão sujeitas à alteração constante, conforme a ocorrência de novos eventos históricos.

Foi constatado, então, que houve negligência no cumprimento dos critérios adequados para a operação das atividades de mineração, e a responsabilidade é atribuída aos órgãos governamentais competentes e as empresas mineradoras. As consequências socioambientais da tragédia de Mariana reforçam a necessidade de mudança no cenário atual brasileiro, dada a importância de um meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Mudanças como a melhoria no sistema de fiscalização, valorizando os profissionais da área e gerando maior empregabilidade no mercado atual, são essenciais.

Por fim, recomenda-se aos *sites* de órgãos ambientais oficiais, que o acesso às legislações referentes à segurança de barragem seja facilitado, visto que tais leis devem ser compreendidas e debatidas pela população.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. M.; FILHO, J. M. J.; VILELA, R. A. G. **Origens históricas e organizacionais do desastre da barragem do Córrego do Feijão**. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, n.º 17, v. 1, p. 13-20, 2019.

Revista Mundi Sociais e Humanidades. Curitiba, PR, Dossiê I Ciset, p. 01-29, 2024.

BARBOSA, L. G. M.; AMARAL, B. D. R. B. **Segurança de barragens: estudo de caso de rompimentos de estruturas de rejeitos em Minas Gerais**, Revista Humanidades e Tecnologia (FINOM), v. 34, s/n, p. 02-37, 2022.

BERGAMINI J. S. Contabilidade e riscos ambientais. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v. 6, n.º 11, p. 97-116, jun., 1999.

BERTONI, E.; MARQUES, J. **Tragédia de Mariana já custou R\$ 655 milhões para mineradora Samarco**. Folha UOL, 15 de outubro de 2016.

CASTRO, L. **Avaliação do comportamento do nível d'água em barragem de contenção de rejeito alteada a montante**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CBH RIO DAS VELHAS, **Danos causados pelo rompimento da barragem de Mariana preocupam o CBH Rio das Velhas**. Blog. 2015. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/noticias/danos-causados-pelo-rompimento-da-barragem-de-mariana-preocupam-o-cbh-rio-das-velhas/>. Acesso em: 19 ago. 2022.

DUARTE, A. P. **Classificação das Barragens de Contenção de Rejeitos de Mineração e Resíduos Industriais do Estado de Minas Gerais em Relação ao Potencial de Risco**. Anderson Pires Duarte. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2008.

ESPÓSITO, T. de J.; DUARTE, A. P. **Classificação de barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais em relação a fatores de risco**. Revista Escola de Minas, v. 63, n.º 2, p. 393-398, 2010.

FARIA M, BOTELHO M. **O Rompimento da Barragem de Fundão em Mariana, Minas Gerais, Brasil: a Incubação de um Acidente Organizacional**. Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional. v. 5, n.º 1, p. 73-85, 2018.

FARIAS, C. E. G; COELHO, J. M. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil: PNUD - Contrato 2002/001604: Características gerais da mineração no Brasil e o meio ambiente**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, p. 4-6, out., 2002.

FREIRIA, R. C. **Aspectos históricos da legislação ambiental no Brasil: da ocupação e exploração territorial ao desafio da sustentabilidade**. Revista história e cultura, Franca, v. 4, n.º 3, p. 157-179, 2015.

FREITAS, C. M. de; BARCELLOS, C.; ASMUS, C. I. R. F.; SILVA, M. A. da.; XAVIER, D. R. **Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva**. Cadernos de Saúde Pública, v. 35, n.º 5, p. 1-7, 2019.

GOMES, D. V. **A importância do exercício da cidadania na efetivação do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.** Dissertação (Mestrado). Universidade de Caxias do Sul, 2007.

G1. **Autoridades tentam descobrir causa do rompimento de barragem em MG.** G1: GLOBO, Minas Gerais, 07, novembro de 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/autoridades-tentam-descobrir-causa-do-rompimento-de-barragem-em-mg.html>. Acesso em: 19 ago. 2022.

G1. **Imagens mostram antes e depois de área das barragens em Mariana.** G1: GLOBO, Minas Gerais, 12, novembro de 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2015/11/imagens-mostram-antes-e-depois-de-area-das-barragens-em-mariana.html>. Acesso em: 20 ago. 2022.

IBAMA. **Laudo Técnico Preliminar:** Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana. Minas Gerais, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, 2015. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf. Acesso em: 20 ago. 2022.

LOPES, L. M. N. **O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais.** Revista Sinapse Múltipla, v. 5, n.º 1, p. 1-14, 2016.

MORAES, A. de. **Direito Constitucional.** 20 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

PASSOS, F. L.; COELHO, P.; DIAS, A. **(Des)territórios da mineração:** planejamento territorial a partir do rompimento em Mariana, MG. Cadernos Metrópole, v. 19, n.º 38, p. 269-297, abr., 2017.

MORGENSTERN, N. R.; VICK, S. G.; VIOTTI, C. B.; WATTS, B. D. **Comitê de especialistas para análise da ruptura da barragem de rejeitos de Fundão:** Relatório sobre as causas imediatas da ruptura da barragem de Fundão. 2016. Disponível em: <https://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2017/10/relatorio-sobre-as-causas-imediatas-da-ruptura-da-barragem-de-fundao.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2021.

PARREIRAS, M. **Samarco acelerou deposição de rejeitos na barragem de Fundão.** Estado de Minas Gerais. Notícias, 04 de dezembro de 2015. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/12/04/interna_gerais,714169/deposito-acelerado.shtml. Acesso em: 05 mar. 2021.

ROVER, S.; BORBA, J. A.; DAL R. M. F. **Características do Disclosure ambiental de empresas brasileiras potencialmente poluidoras:** Análise das demonstrações financeiras e dos relatórios de sustentabilidade do período de

2005 a 2007. Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão, v. 7, n.º 1, jan-jun, 2009.

SILVA, D. C. da C.; FAIS, L. M. C. F.; FREIRIA, R. C. **Segurança de barragens: panorama histórico da legislação brasileira**. Athenas, v. 1, n.º 1, jan. 2020.

SILVA, J. P. S. **Impactos ambientais causados por mineração**. Revista Espaço da Sophia, n.º 8, v.1, p. 01-22, 2007.

SOUZA, E. N. de; SOUZA, G. A. S.; SILVA, I. F. da; TATTO, K. S.; LUZ, P. A. de C. **Estudo de caso da Ruptura da Barragem de Fundão (Mariana-MG)**. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação. São Paulo, v. 21, n.º 1, p. 92-117, 2021.

SOUZA, L. da R.; PAAZ, C. As falhas de prevenção e precaução no desastre ambiental de Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas (UNIFAFIBE)**, v. 9, n.º 3, p. 6, set., 2021.

TRIVIÑOS, A. S. **Introdução às ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VIANA, M. B.; BURSZTYN, M. A. A. Regularização ambiental de minerações em Minas Gerais. **Revista Escola de Minas**, v. 63, n.º 2, p. 363-369, 2010.