



Centro Universitário de Brasília - UniCEUB
Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais - FAJS
Curso de Bacharelado em Direito

DÉBORA RESENDE CHAVES COSTA PINTO

“O MAR VIRANDO LAMA”: a ineficácia das normas regulatórias e punitivas nos casos de rompimento de barragens no Brasil.

**BRASÍLIA
2022**

DÉBORA RESENDE CHAVES COSTA PINTO

“O MAR VIRANDO LAMA”: a ineficácia das normas regulatórias e punitivas nos casos de rompimento de barragens no Brasil.

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Direito pela Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais - FAJS do Centro Universitário de Brasília (UniCEUB).

Professor: Rodrigo Augusto Lima de Medeiros

**BRASÍLIA
2022**

DÉBORA RESENDE CHAVES COSTA PINTO

“O MAR VIRANDO LAMA”: a ineficácia das normas regulatórias e punitivas nos casos de rompimento de barragens no Brasil.

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Direito pela Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais - FAJS do Centro Universitário de Brasília (UniCEUB).

Professor: Rodrigo Augusto Lima de Medeiros

BRASÍLIA, DIA MÊS 2022

BANCA AVALIADORA

Professor(a) Orientador(a)

Professor(a) Avaliador(a)

RESUMO

A presente monografia tem por objetivo mostrar como a ineficácia em aplicar as normas de segurança das barragens (Lei nº 12.334/2010) e as punições da lei de crimes ambientais (Lei 9.065/98), em um aspecto geral, faz com crimes contra o meio ambiente continuem acontecendo de forma tão ampla, incluindo os rompimentos de barragem. Nos últimos 20 anos, ocorreram o rompimento de 8 barragens no território nacional, dois dos quais foram os maiores já registrados na nossa história, Mariana-MG, em 2015, e Brumadinho-MG, em 2019. As barragens de rejeitos apresentam diversos riscos, ainda mais quando não fiscalizadas de forma eficaz e garantido seus padrões de segurança, para prevenir e reduzir a possibilidade de acidentes. Atrelada à essa fiscalização não eficaz estão os acidentes que ocorreram nos últimos anos, e atrelados a esses acidentes, tem-se a destruição de comunidades e do meio ambiente, além das vítimas dessas tragédias. Esses desastres resultaram em diversos crimes ambientais, e tem-se que até hoje muito pouco foi feito em relação à recuperação das áreas e que os responsáveis não foram efetivamente punidos. Esse trabalho pretende mostrar o impacto da ineficiência em aplicar as normas de segurança das barragens e as punições aos crimes ambientais, e como essas normas tem se mostrado ineficazes. A metodologia utilizada para a realização deste trabalho foi o caráter bibliográfico e dedutivo, tendo como fonte de buscas legislações, artigos científicos, livros, dentre outros que colaborassem no maior entendimento acerca do tema.

Palavras-chave: Direito ambiental. Desastres ambientais. Barragens de rejeitos. Imunidades.

SUMÁRIO

Introdução	6
Capítulo 1 – Desastres Ambientais e os Rompimentos de Barragens.....	10
1.1 - O HISTÓRICO DE ROMPIMENTOS NO BRASIL: A FREQUÊNCIA DOS SINISTROS	10
1.2 - MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS NO BRASIL	14
1.3 - IMPACTOS DO ROMPIMENTO DE BARRAGENS	17
Capítulo 2 – Segurança de Barragens e a Legislação Brasileira.....	20
2.1 - COMPREENDENDO A POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS (LEI Nº 12.334/2010)	21
2.2 - MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO	23
2.3 - ALTERAÇÕES NA PNSB PELA LEI 14.066 DE 2020	25
Capítulo 3 – Cenário pós Rompimentos de Barragens no Brasil.....	28
3.1 - O PROCESSO DE RESPONSABILIZAÇÃO ADMINISTRATIVA, CRIMINAL E CÍVEL	29
3.2 - PREVISÃO LEGAL DOS CRIMES AMBIENTAIS RELACIONADOS AOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS: DA REPARAÇÃO A PUNIÇÃO	31
Conclusão	34
Referências	37

INTRODUÇÃO

A relação entre as recentes rupturas de barragens com a trajetória de desastres com barragens no Brasil e a precariedade nos procedimentos de monitoramento de barragens. O mundo está em constante risco da ocorrência de desastres ambientais, sejam eles em decorrência de fenômenos naturais, sejam ser decorrente da ação humana. No caso de ser decorrente da ação humana, entende-se cabível a responsabilização dos que motivaram sua ocorrência (PALAVICINI; VEIGA JUNIOR, 2020).

Conforme disposto em seu art. 225 da Constituição Federal de 1988, o meio ambiente é apresentado como um direito fundamental para o ser humano. O referido artigo visa a proteção e preservação do meio ambiente, pelo Poder Público e pela coletividade, onde as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos (BRASIL, 1988).

É muito difícil de se reparar danos ambientais, primeiro por serem extremamente distintos e demorar muito tempo para determinar exatamente a proporção dos danos, quando reparáveis. Dessa forma, entende-se que os responsáveis deverão responder pelos danos causados ao meio ambiente ou pelo descumprimento das normas tuteladas, dividindo-se a reparação ambiental em: reparação civil, administrativa e penal (SILVA; RANGEL, 2019). Segundo Milaré (2007), a responsabilidade civil seria a reparação do dano; a administrativa a prevenção do dano e a penal a efetiva punição pelo dano causado.

Diante disso, uma enorme conquista para a proteção do meio ambiente veio em 1998, com a lei de crimes ambientais (Lei nº 9.605/98), que trouxe dispositivos relacionados à prevenção de crimes e reparação de danos ambientais, orientando, assim, o sistema de justiça brasileira quanto aos crimes ambientais (DOS SANTOS et al., 2021). A lei de crimes ambientais apresenta os crimes contra a fauna, flora, poluição e outros crimes ambientais, crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural, e crimes contra a administração ambiental.

Outra norma bastante relevante, é a lei de segurança das barragens (Lei nº 12.334/2010), criada pela Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), que prevê regras para a acumulação de água, resíduos industriais e disposição de rejeitos. Determina o órgão responsável

por organizar, implementar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); além de promover e articular os órgãos fiscalizadores, coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens; e receber denúncias, dos órgãos fiscalizadores, sobre não-conformidades que gerem risco imediato à segurança ou acidente ocorridos nas barragens (LIMA; COLATUSSO; COLATUSSO, 2020). Ainda segundo Lima, Colatusso e Colatusso, (2020), a segurança das barragens é de extrema importância, tendo por objetivo manter a integridade estrutural e operacional bem como a preservação da vida, da propriedade e do meio ambiente.

As barragens podem ser construídas por diferentes métodos: de alteamento a jusante, alteamento a montante e de linha de centro. A barragem a montante é o modo menos seguro, porém o que apresenta menor custo financeiro, sendo o mais utilizado pelas mineradoras (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

No Brasil, as barragens de rejeitos, que são utilizadas para reter a água e os resíduos resultantes da extração e beneficiamento do minério, são as mais comuns, e foram as barragens que protagonizaram as maiores tragédias ambientais ocorridas no país (DOS SANTOS et al., 2021). Apenas nos últimos 20 anos, foram registrados 8 desastres socioambientais relevantes envolvendo barragens de rejeitos: Rio Verde, Minas Gerais (2001); Indústria de papel, Cataguases, Minas Gerais (2003); Rio Pomba, Minas Gerais (2006); Rio Pomba, Minas Gerais (2007); Cataguases, Minas Gerais (2009); Herculano, Minas Gerais (2014); Fundão, Minas Gerais (Mariana) (2015); Córrego do Feijão, Minas Gerais (Brumadinho) (2019) (MORAIS; SOUZA; DANTAS, 2016; ALVES, 2019).

Dessas tragédias socioambientais brasileiras, duas em especial tomaram grandes proporções e foram amplamente divulgadas, que foram as tragédias em Mariana, cidade histórica de Minas Gerais, em 2015, com o rompimento da barragem de Fundão; e a tragédia de Brumadinho, também em Minas Gerais, com o rompimento da barragem I da Mina do Córrego do Feijão.

O rompimento da barragem do Fundão resultou no maior desastre ambiental do Brasil, ocasionando o óbito de 19 pessoas, além de deixar inúmeras outras desabrigadas, e a poluição hídrica da Bacia do Rio Doce (BORGES, 2018; SAADI; CAMPOS, 2015). A lama comprometeu ainda a fertilidade do solo e percorreu um extenso caminho, chegando ao oceano, no Espírito Santo (BORGES, 2018). Já a tragédia de Brumadinho foi o maior desastre

trabalhista, com 259 mortos e diversas pessoas desaparecidas (FELICIANO; PASQUALETO, 2019), além da lama que avançou muito sobre o Vale do Córrego do Ferro-Cravão (DIAS et al., 2018).

Tanto em Mariana quanto em Brumadinho, as tragédias resultaram em mortes de pessoas e perda de biodiversidade das referidas áreas, com a devastação das comunidades locais, além da contaminação dos rios e seus afluentes. Dessa forma, a grande quantidade de lama, com sedimentos e toxicidade acumulados, impactou diretamente na qualidade da água, na vegetação e na microbiota do solo atingido (DOS SANTOS et al., 2021). Se a fiscalização de segurança das barragens fosse realizada com maior efetividade, esses desastres poderiam ter sido evitados (VELHO; GEISER; ESPINDULA, 2017 *apud* DOS SANTOS et al., 2021).

Estruturas como as barragens de rejeitos, precisam de uma intensa fiscalização, desde sua implementação até sua inatividade, sendo importante também enquanto estiver ativa. Assim, é necessária uma gestão de segurança e controle de barragens melhor para serem efetivas, visando melhores métodos para a prevenção de acidentes e suprimindo a necessidade de punição mais eficientes quando algum termo é descumprido (FERREIRA et al., 2020).

Dados os recentes acontecimentos de tragédias socioambientais no Brasil, é de suma importância estudos sobre o assunto, principalmente pela forma como as tragédias foram tratadas pelas empresas e pelo próprio governo, não havendo punições efetivas e uma ineficácia das normas vigentes para com a manutenção das barragens quanto para com a punição pelos crimes ambientais cometidos. Dessa forma, esse trabalho pretende mostrar a ineficácia das normas vigentes quanto a prevenção de acidentes e a punição dos crimes ambientais, baseado nos casos concretos de rompimento de barragens no Brasil. Além de entender se poderiam ter sido evitadas essas tragédias se a fiscalização de segurança das barragens fosse realizada com maior efetividade; se o problema se encontra apenas nas barragens e seu funcionamento; se punições efetivas trariam satisfação à população, ao meio ambiente e conscientizaria as empresas infratoras; se algum outro método de barragem seria melhor e mais seguro e que alternativas às barragens de resíduos seriam possíveis e mais seguras.

Diante disso acredita-se que o problema vai além das barragens em si, existe uma fragilidade tanto no processo de licenciamento ambiental, quanto no de monitoramento e fiscalização, nos quais a capacidade institucional dos órgãos ambientais responsáveis se

mostrou muito abaixo da necessária para lidar com obras de tamanho risco. Que caso as empresas fossem de fato punidas, se essas punições fossem de fato aplicadas, traria à população uma satisfação com a atuação governamental, uma sensação de que infrações de grande tamanho e extremamente prejudiciais às pessoas e ao meio ambiente são extremamente repudiadas e tratadas com sua real importância; e que existem diversos tipos de barragens mais seguras, e outras alternativas às barragens de rejeitos.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso, será de caráter bibliográfico qualitativo e dedutivo, para fins de levantamento dos conceitos utilizados acerca do tema, segundo a doutrina jurídica, jurisprudência vigente, legislações, artigos científicos, livros, dentre outros que colaborassem no maior entendimento acerca do tema.

Capítulo 1. Desastres ambientais e os Rompimentos de Barragens

Nos dias de hoje, os problemas ambientais vêm preocupando o mundo como um todo, diante do crescente número de desastres ambientais que tem ocorrido. Eles resultam em danos que atingem os mais diversos setores, modificando o ambiente e a sociedade. “*Os desastres ambientais são capazes de provocar danos irreparáveis, não só ao meio ambiente, mas também às pessoas*” (SOARES, 2020 p. 10), ou seja, além dos danos que causam, destruindo e modificando o ambiente, podem acarretar a morte de diversos seres vivos, desde plantas e animais até pessoas (DOS SANTOS et al., 2021).

Esses desastres resultam, principalmente, em consequência da exploração de recursos ambientais e da ambição das grandes empresas, que leva a estruturas e instalações de baixo nível de manutenção. Essa falta de manutenção, juntamente com a escassa fiscalização e uma legislação pouco severa, aumentam o risco de acidentes (SOARES, 2020).

No Brasil, a exploração mineral é um dos setores básico, sendo as atividades de mineração realizadas de forma intensa. Essas atividades geram impactos ambientais significativos, diretos e indiretos, relacionados à atividade, como a construção de barramentos para contenção de resíduos do beneficiamento do minério, as barragens de rejeitos (COTA et al., 2019). Muitos desses desastres se dão em decorrência de sinistros de barragens.

Sinistros de barragens normalmente não podem ser atribuídos a apenas uma causa, ou seja, a associação de fatores subsequentes e relacionados, concausas, contribuem na proporção do mesmo evento, podendo alcançar o colapso da estrutura. Em sinistros de barragens, geralmente tem-se sua causa em determinados fatores, não exclusivos, podendo decorrer de uma falha do projeto; execução em desacordo com o projeto; ausência de manutenção; utilização que não segue o projeto e/ou as normas de segurança, atuação de terceiros; e desastre natural (MORAIS; SOUZA; DANTAS, 2016).

1.1. O Histórico de Rompimentos no Brasil: a frequência dos sinistros

Os rompimentos de barragens são eventos recentes, contudo, trata-se uma modalidade de desastre que ocorre de forma reiterada na história. Em diversas ocasiões os rompimentos se deram por desastres naturais, em outras, em virtude da ação humana. Esses rompimentos são eventos que ocorrem com uma frequência maior do que a esperada no mundo, e o Brasil não se

encontra fora dessa realidade, registrando diversos desastres por rupturas de barragens, incluindo dois rompimentos de elevadas proporções que ocorreram recentemente (ALVES, 2019).

No Brasil, as barragens de rejeitos, que são utilizadas para reter a água e os resíduos resultantes da extração e beneficiamento do minério, são as mais comuns, e foram as barragens que protagonizaram as maiores tragédias ambientais ocorridas no país (DOS SANTOS et al., 2021). Eventos trágicos, resultando em mortes e destruição ambiental, relacionados à atividade de mineração, são registrados desde o início da atividade no país (LACAZ; PORTO; PINHEIRO, 2017).

Nos últimos 25 anos, ocorreram diversos rompimentos de barragens no Brasil, conforme ilustra a Figura 1, nos quais o de Mariana e de Brumadinho aconteceram em curto espaço de tempo, indicando um aumento dessas ocorrências (DOS SANTOS et al, 2021; ALVES, 2019).

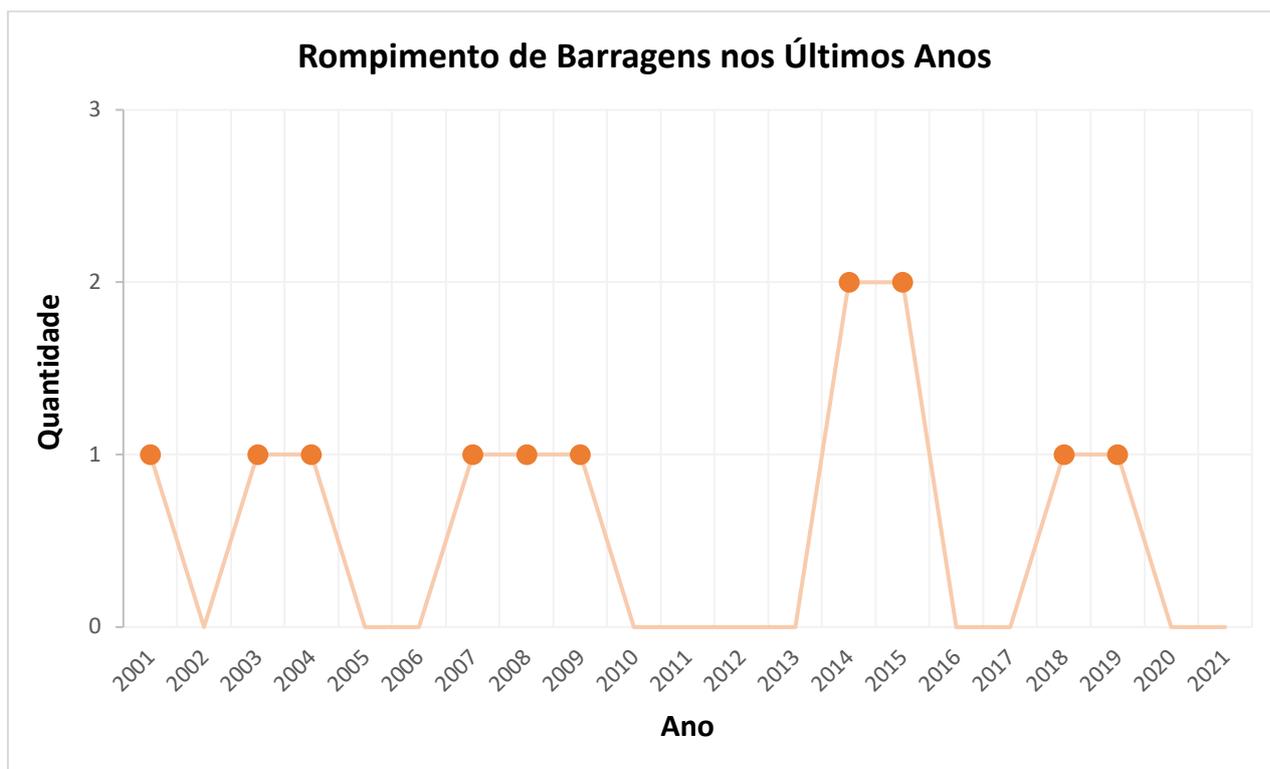


Figura 1. Rompimentos de barragens no Brasil, nos últimos 20 anos. O gráfico mostra os anos em que ocorreram rompimentos de barragens e a quantos foram.

Esses registros resultam em uma média aproximada de um acidente relevante com barragens de rejeitos no Brasil a cada dois anos e meio. Enquanto que a média internacional, que contemplou registros desde 2001, era de um acidente relevante a cada oito meses (MEECH, 2013 *apud* MORAIS; SOUZA; DANTAS, 2016). Isso mostra que há uma frequência muito alta desses sinistros, que apresentam grandes prejuízos sociais, ambientais e econômicos.

Segundo MORAIS; SOUZA; DANTAS (2016),

O risco de sinistro aumenta quando a barragem é submetida aos maiores esforços. Assim, a atenção ao monitoramento da operação e manutenção da barragem deve ser crescente com o aumento do seu nível de armazenamento. Pela sua importância, o acompanhamento técnico do primeiro enchimento e primeiro vertimento de barragens é amplamente estudado e preconizado na literatura técnica, sendo (...) regulamentadas as ações de segurança a serem adotadas nas fases de primeiro enchimento e primeiro vertimento de barragens em todo o território nacional. A importância do primeiro vertimento advém do fato de que, além da carga máxima atuar pela primeira vez na estrutura da barragem, é nesse momento que as premissas de projeto sobre o escoamento e comportamento das estruturas estarão em prova real. (p. 31)

Dentre eles 8 foram de barragens de rejeitos (Tabela 1), e todos no Estado de Minas Gerais. Essa alta quantidade de sinistros nesse estado se dá pela grande quantidade de barragens de rejeitos que ele possui, em decorrência da grande exploração mineral realizada. A região do “quadrilátero ferrífero” apresenta centenas de barragens, e nessa região que ocorreram a maioria dos sinistros de barragens de rejeitos registradas (ALVES, 2019).

Dessas tragédias socioambientais brasileiras, duas em especial tomaram grandes proporções e foram amplamente divulgadas, que foram as tragédias em Mariana, cidade histórica de Minas Gerais, em 2015, com o rompimento da barragem de Fundão; e a tragédia de Brumadinho, também em Minas Gerais, com o rompimento da barragem I da Mina do Córrego do Feijão.

Tabela 1. Histórico de acidentes relevantes com barragens de rejeitos no Brasil.

ANO	BARRAGEM/LOCAL	PRINCIPAIS DANOS
2001	Rio Verde, Minas Gerais	Cinco vítimas. Lama fluíu até 8 km a jusante.
2003	Indústria de papel, Cataguases, Minas Gerais	1,4 bilhão de litros de lixívia negra liberada, que fluíram por 200 km ao longo de rios e córregos. Interrupção de fornecimento de água.
2006	Rio Pomba, Minas Gerais	Acidente sem ruptura. Vazamento de rejeitos de bauxita. Interrupção de fornecimento de água.
2007	Rio Pomba, Minas Gerais	Ruptura com liberação de 2 milhões de litros de rejeitos de bauxita. Interrupção de fornecimento de água.
2009	Cataguases, Minas Gerais	Acidente sem ruptura. Liberação de milhões de litros de resíduo sem tratamento de forma controlada no corpo d'água.
2014	Herculano, Minas Gerais	Três mortes.
2015	Fundão, Mariana, Minas Gerais	Dezenove mortes. Uma pessoa desaparecida. Lama fluíu até 663 km. Interrupção de fornecimento de água.
2019	Córrego do Feijão, Brumadinho, Minas Gerais	259 mortos e 11 desaparecidos. Cerca de 310 hectares do Vale do Córrego do Ferro- Carvão foram acometidos pela lama.

(Fonte: Própria autora com base nas informações das seguintes referências: DOS SANTOS et al, 2021; MORAES; SOUZA; DANTAS, 2016)

Podemos ver que os rompimentos de barragens causam muitos danos, e que maioria dos que ocorreram nos últimos 25 anos foram decorrentes de barragens de rejeitos. Observa-se que em praticamente todos ocorreu a liberação de rejeitos, que prejudicaram tanto o meio ambiente quanto o ser humano, e que alguns resultaram em mortes. Tem-se que desde 2001 ocorreram rompimentos de barragens com uma frequência relativamente alta, e os rompimentos anteriores em nada colaboraram para a prevenção de futuros, até 2019.

1.2. Métodos de Construção de Barragens no Brasil

As barragens de rejeitos oriundas da mineração possuem a finalidade de conter resíduos provenientes do beneficiamento do minério. Elas funcionam basicamente para armazenar os rejeitos que sobra do processo de extração de minério de ferro e que não apresentam valor comercial (RAMOS; FIGUEIREDO, 2016). Armazenam rejeitos de processos minerais que podem ser desde rejeitos granulares à lamas, que apresentam composição química variadas, que dependem da composição da rocha de origem e dos reagentes utilizados no processamento. Quando passa pelo processo de beneficiamento, há reações químicas, que apresentam composições iônicas variadas, que podem ser nocivas ao ser humano e ao meio ambiente (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

Elas são construídas em etapas, de forma que os alteamentos são executados à medida em que os rejeitos são gerados; e são conhecidas por gerarem significativo impacto ambiental, na qual eventuais sinistros levam à grandes quantidades de rejeitos despejados no meio ambiente (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

Conforme o relatório de Segurança da ANA (2019, p. 16)

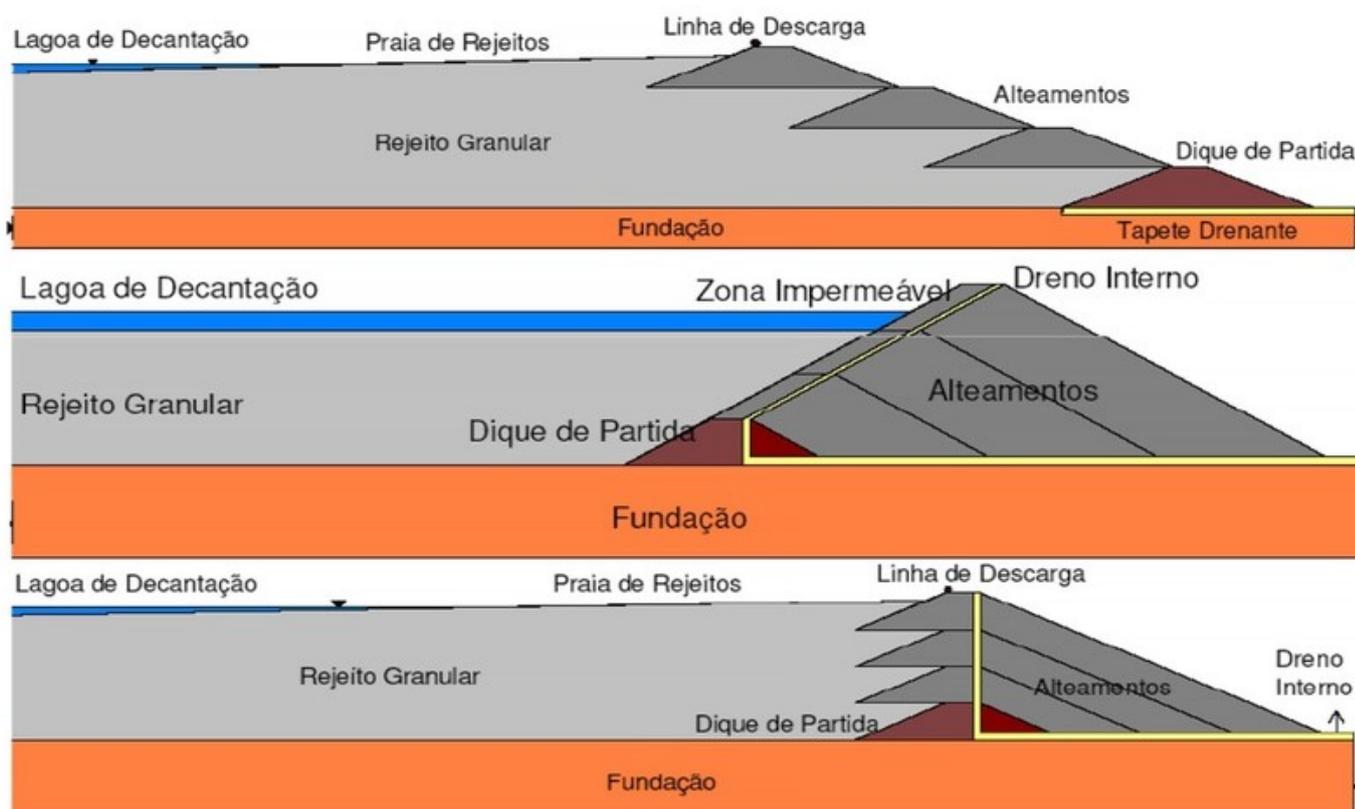
As barragens de contenção de rejeitos são construídas com o próprio material proveniente da atividade minerária ou industrial. A partir de uma estrutura inicial de contenção, denominada dique de partida, os rejeitos são lançados para armazenamento, formando um depósito com uma zona denominada praia e outra denominada lagoa de decantação. A partir do momento em que a capacidade operacional é atingida, é necessário que o dique de partida seja elevado gradualmente, com o fim de acumular mais resíduos. Esse processo é denominado de alteamento, e pode ser executado, geralmente, de 3 formas diferentes, tendo como referência a direção em que a crista de alteamento se desenvolve em relação à posição inicial do dique.

Os métodos para a execução de diques de alteamento são de montante, jusante e linha de centro (DOS SANTOS et al., 2021; ANA, 2019; SOUZA-LIMA; BARROS, 2019; MORAIS; SOUZA; DANTAS, 2016; CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

O método a montante consiste na construção e alteamento do barramento a montante, sobre o rejeito já consolidado. Ou seja, os diques adicionais são construídos a partir do lançamento do aterro a montante do dique de partida, utilizando a praia de rejeitos como fundação; os degraus de barragens são formados pelo próprio rejeito que foi depositado sobre

o dique de partida (DOS SANTOS et al., 2021; ANA, 2019; CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

Dentre os três métodos de alteamento, a barragem a montante é o menos seguro. É um método que apresenta um baixo controle construtivo, sendo preocupante em relação à segurança (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016). Contudo, é o método mais utilizado pela maioria das mineradoras brasileiras, por ser o de menor custo financeiro (DOS SANTOS et al., 2021). Na Figura 2 está representado a estrutura de um barramento à montante, com o dique de partida e a praia de rejeitos.



Fonte: Romero C. Gomes – Depto. de Engenharia Civil/UFOP – Barragens de Rejeitos < <http://cbdb.org.br/acao-de-esclarecimento-do-cbdb-junto-a-imprensa-quem-e-o-comite-brasileiro-de-barragens-cbdb> >

Figura 2. Tipos de barragem de contenção de rejeitos. Métodos de alteamento: a montante; a jusante e de linha de centro, respectivamente.

O método de jusante consiste na construção e alteamento do barramento a jusante, onde os diques adicionais são construídos com lançamento do aterro sobre o talude de jusante, a superfície inclinada do maciço oposta ao reservatório, do alteamento anterior sobre o terreno natural. É um método que apresenta resistência a carregamentos dinâmicos, devido ao fato de

escalonar a construção sem prejudicar na segurança, tornando mais fácil a drenagem; além de possuir baixa sensibilidade de liquefação e ser de simples operação (ANA, 2019; CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

Já o método de linha centro é um método intermediário, que tenta minimizar as desvantagens entre os métodos a jusante e a montante. Ele consiste na construção e alteamento do barramento a montante e a jusante, possuindo um eixo vertical, a linha de centro, sobre o rejeito depositado a montante e sobre o próprio barramento à jusante. Ou seja, os diques adicionais são construídos com lançamento do aterro tanto sobre a praia de montante e quanto sobre o talude de jusante do alteamento anterior. Dessa forma, o centro dos alteamentos coincide de acordo com a sucessão dos alteamentos (ANA, 2019; CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

Assim, tem-se que o método que apresenta menos problemas é de alteamento a jusante, por seu método construtivo e pela dinâmica empregada na mineração. A barragem a jusante apresenta certa constância, e o controle das propriedades para a construção são independentes do ritmo de deposição dos rejeitos. Com isso, ela possibilita um controle de toda a barragem, compactação do material, drenos e impermeabilização (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

“Por ser construída sobre o material de rejeito depositado, o método de montante nos leva a uma maior dificuldade de controle das propriedades geotécnicas da zona em que é realizada o alteamento, ou seja, rejeito adensado” (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016, p. 82). E o método de linha de centro seria o intermediário, apresentando mais riscos associados que o método de jusante e menos que o de montante (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016). A Tabela 2 mostra uma comparação resumida entre os referidos métodos de construção de barragens.

Tabela 2. Comparativo entre os principais métodos de construção de barragens de rejeitos.

	Montante	Jusante	Linha de centro
Tipo de rejeito	Baixa densidade para que ocorra segregação	Qualquer tipo	Areias de lamas de baixa plasticidade
Descarga de rejeitos	Periférica	Independente	Periférica
Armazenamento de água	Não recomendável para grandes volumes	Bom	Aceitável
Resistência a abalos sísmicos	Baixa	Boa	Aceitável
Alteamentos	Ideal menos 10 m/ano	Nenhuma restrição	Pouca restrição
Vantagens	Menor custo, utilizado onde há restrição de área	Maior segurança	Flexibilidade construtiva
Desvantagens	Baixa segurança suscetibilidade a liquefação e <i>piping</i>	Grande quantidade de material requerido proteção do talude a jusante apenas na configuração final	Necessidade de eficiente sistema de drenagem

(Fonte: CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016, p.82).

1.3. Impactos do Rompimento de Barragens

Os rompimentos de barragens geralmente resultam em grandes impactos, tanto o meio ambiente quanto para a população. Os rompimentos de Mariana e Brumadinho foram os maiores no Brasil, *“A tragédia de Mariana foi o maior impacto ambiental já registrado na história do Brasil como visto anteriormente, mas, Brumadinho, foi o maior impacto social já registrado na nossa história.”* (ROCHA, 2021 p. 190). Diante disso, será mostrado os impactos resultantes desses desastres.

O rompimento da barragem do Fundão, em Mariana, resultou no maior desastre ambiental do Brasil, ocasionando o óbito de 19 pessoas, além de deixar inúmeras outras desabrigadas, e a poluição hídrica da Bacia do Rio Doce (DOS SANTOS et al, 2021; BORGES, 2018; SAADI; CAMPOS, 2015). A barragem, que iniciou sua operação em 2008, e passou por situações de quase rompimento anos antes, se rompeu em novembro de 2015. Grande parte dos rejeitos lá depositados vazaram, gerando uma onda de rejeitos que atingiu o distrito de Bento Rodrigues e outros dez distritos/municípios, percorrendo um extenso caminho, chegando ao oceano, no Espírito Santo, litoral sul da Bahia e o Arquipélago de Abrolhos (BORGES, 2018; RAMOS; FIGUEIREDO, 2016).

A lama produziu destruição socioambiental por 663 km nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce até chegar à foz do último, onde adentrou pelo menos 80 km ao mar. Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo, Gesteira, a cidade de Barra Longa e outros cinco povoados no distrito de Camargo, em Mariana, foram completamente arrasados pela lama, causando inclusive perdas humanas em Bento Rodrigues. Mortos e desaparecidos, entre trabalhadores contratados e subcontratados da Samarco e moradores de Bento Rodrigues, totalizaram 19 pessoas; mais de 1.200 pessoas ficaram desabrigadas; pelo menos 1.469 hectares de terras ficaram destruídas, incluindo Áreas de Proteção Permanente (APP) e Unidades de Conservações (Parque Estadual do Rio Doce; Parque Estadual Sete Salões; Floresta Nacional Goytacazes; e o Corredor da Biodiversidade Sete Salões-Aymoré). Houve prejuízo a pescadores, ribeirinhos, agricultores, assentados da reforma agrária e populações tradicionais, como a tribo Krenak, na zona rural, e a moradores das cidades ao longo dos rios atingidos. Sete cidades mineiras e duas capixabas tiveram que interromper o abastecimento de água. Trinta e cinco municípios de Minas Gerais ficaram em situação de emergência ou calamidade pública e quatro do Espírito Santo sofreram com os impactos do rompimento da barragem. Os efeitos da lama e da falta de água refletiram sobre residências e prejudicaram atividades econômicas, de geração de energia e industriais. (MANSUR et al, 2016, p.32).

O mar de lama soterrou a vila de Bento Rodrigues quase que completamente. Os impactos ambientais foram da barragem até a costa em torno da foz do Rio Doce, provocando danos à flora, fauna, poluição hídrica, interferência em unidades de conservação, como impactos socioeconômicos (RAMOS; FIGUEIREDO, 2016).

A lama contaminou o Rio Doce, interrompendo a captação de água do rio em diversos municípios, criando uma crise de abastecimento de água em várias regiões (LIMA; SILVA, 2019; RAMOS; FIGUEIREDO, 2016). Os danos atingiram principalmente a fauna de água doce, como peixes e crustáceos. Por volta de cem espécies de peixes foram atingidas, dentre elas algumas ameaçadas de extinção. Exames de qualidade de água realizados após o desastre, constataram baixos teores de oxigênio dissolvido além da alta turbidez, decorrentes da lama de rejeitos, o que foi determinante para a morte da fauna presente. A turbidez impede que a luz entre na água, causando a redução da atividade de animais fotossintetizantes e alteração do oxigênio dissolvido. A baixa disponibilidade de oxigênio na água, juntamente com a matéria sólida em suspensão, prejudica a função respiratória dos animais, levando à sua morte. Apesar da significativa mortandade dos animais aquáticos, não foi o único grupo afetado pela lama, insetos, anfíbios, répteis e mamíferos também foram vítimas desse desastre (RAMOS; FIGUEIREDO, 2016).

Além da água dos rios, a lama de rejeitos comprometeu também a fertilidade do solo (BORGES, 2018; MANSUR et al, 2016). A lama causou a destruição de componentes orgânicos e a impermeabilidade do solo. Foi responsável por diminuir a concentração de

nutrientes, além de tornar o pH extremamente ácido, comprometendo com sua fertilidade (DOS SANTOS et al, 2021).

Três anos após o desastre de Mariana, outra catástrofe se deu em Minas Gerais. Em janeiro de 2019, em Brumadinho, região metropolitana de Belo Horizonte, ocorreu o rompimento da Barragem B1 (DOS SANTOS et al, 2021). A tragédia de Brumadinho foi o maior desastre trabalhista, com 259 mortos e diversas pessoas desaparecidas, além da lama que avançou muito sobre o Vale do Córrego do Ferro-Cravão (DOS SANTOS et al, 2021; FELICIANO; PASQUALETO, 2019; DIAS et al., 2018).

Um déjà vu em imagens repetitivamente surpreendentes. Como se fosse um filme reexibido, mas com uma história própria, de outros dramas, no percurso árido de uma tragédia de lama. Mas não era filme. Um terror real que, pelos indícios, não poderia ser chamado de acidente. De novo, uma cidade de Minas Gerais contou seus mortos após o rompimento de uma barragem. Em Brumadinho, a 70 km de Belo Horizonte, o trabalho de investigação sobre o que ocorreu ali é exaustivo, mas precisava ser feito em prol da cidadania e justiça. (RAMOS, 2019, p.19)

Tanto em Mariana quanto em Brumadinho, as tragédias resultaram em mortes de pessoas e perda de biodiversidade das referidas áreas, com a devastação das comunidades locais, além da contaminação dos rios e seus afluentes. Dessa forma, a grande quantidade de lama, com sedimentos e toxicidade acumulados, impactou diretamente na qualidade da água, na vegetação e na microbiota do solo atingido (DOS SANTOS et al., 2021). Se a fiscalização de segurança das barragens fosse realizada com maior efetividade, esses desastres poderiam ter sido evitados (VELHO; GEISER; ESPINDULA, 2017 *apud* DOS SANTOS et al., 2021).

Apesar dos outros acidentes que ocorreram no Brasil ao longo dos anos, conforme mencionado acima, Mariana e Brumadinho são os mais conhecidos. Isso se deve ao fato de ambos terem sido grandes e causado impactos enormes ao meio ambiente e à sociedade e também devido à grande repercussão nacional e internacional (DOS SANTOS et al., 2021).

Capítulo 2. Segurança de Barragens e a Legislação Brasileira

Devido à reincidência de desastres com barragens no Brasil, foi elaborada uma vasta legislação em relação às barragens e diversos estudos, afim de identificar a situação das barragens de rejeitos brasileiras (ALVES, 2019). A segurança de barragens é uma condição que visa manter a integridade estrutural e operacional de uma barragem, buscando minimizar o risco de incidentes e acidentes, a fim de alcançar a preservação da vida, da saúde, de propriedade e do meio ambiente, como disposto na Lei 12.332/2010, em seu artigo 2º, inciso III, “*segurança de barragem: condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente*” (BRASIL, 2010).

O responsável pela segurança da barragem é o empreendedor, é aquele que detém direito sobre a operação da barragem, sendo ele aquele que a utiliza para diferentes usos ou o dono da terra onde se localiza a barragem (ANA, 2019).

A ideia de segurança surge devido ao conhecimento acerca da possibilidade de ocorrência de acidentes, haja vista que não existem instrumentos capazes de impedir todas as hipóteses de acidentes em empreendimentos e obras (DE LIMA; COLATUSSO; COLATUSSO, 2020). Diante disso, a segurança de barragens é necessária para que se mantenha a integridade tanto da obra quanto do meio ambiente e pessoas que a circundam, estando presente em instrumentos normativos (PEREIRA, 2018).

Entende-se como uma barragem segura a barragem bem cuidada,

Onde esforços, energia, atenção, recursos e profissionais capacitados são direcionados para uma boa concepção, um bom projeto, uma construção que segue as boas práticas da engenharia e, também, para as etapas posteriores à construção: primeiro enchimento, manutenção, operação e descomissionamento (desativação), se for o caso (ANA, 2019, p.25).

A falta de segurança em barragens, principalmente as de minério, vem causando grande impacto negativo para o meio ambiente e para a população, haja vista as situações mais recentes em Mariana e Brumadinho. Assim, é de suma importância garantir a segurança das barragens, por meio de bons projetos para a construção da barragem e seguindo as medidas de prevenção e controle durante seu funcionamento, além de revisões periódicas de suas condições, levando em consideração eventuais alterações que a barragem tenha sofrido (ANA, 2019).

2.1. Compreendendo a Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/2010)

Em 2010, foi publicada a Lei nº 12.334, na qual foram estabelecidas regras para a segurança de barragens no Brasil. A criação da lei, que instituiu a regulação estatal, se deu em decorrência de problemas estruturais e organizacionais das barragens e da incapacidade da gestão privada, além da desarticulação das esferas públicas, possibilitando prejuízos socioambientais (NEVES, 2018 *apud* SOUZA-LIMA; BARROS, 2019).

Ela estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). E estabelece, em seu artigo 1º, parágrafo único, quais as características das barragens que são abarcadas pela lei.

Art. 1º Esta Lei estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

Parágrafo único. Esta Lei aplica-se a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem pelo menos uma das seguintes características:

- I - altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 (quinze) metros;
- II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³ (três milhões de metros cúbicos);
- III - reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;
- IV - categoria de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 7º desta Lei;
- V - categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador, conforme definido no art. 7º desta Lei. (BRASIL, 2010)

Seus objetivos, conforme disposto no artigo 3º, consistem em “*garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a fomentar a prevenção e a reduzir a possibilidade de acidente ou desastre e suas consequências*”; regulamentar as ações de segurança a serem adotadas em todas as fases, desde seu planejamento até sua desativação, descaracterização e usos futuros de barragens; promover o acompanhamento e monitoramento das ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens; criar condições para um maior controle de barragens pelo poder público, com base na fiscalização, orientação e correção das ações de segurança; reunir informações que subsidiem o gerenciamento da segurança de barragens pelos governos; estabelecer condições técnicas que permitam a avaliação da

adequação aos parâmetros estabelecidos pelo poder público; promover a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos; e definir procedimentos emergenciais e incentivar a atuação conjunta da defesa civil, empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção, em caso de incidente, acidente ou desastre (BRASIL, 2010).

Apresenta como fundamentos, em seu artigo 4º, a segurança da barragem em todas as suas etapas, desde seu planejamento até sua desativação e usos futuros; a informação e estímulo à participação da população nas ações preventivas e emergenciais e a implementação do Plano de Ação de Emergência (PAE); a segurança da barragem como instrumento de alcance da sustentabilidade socioambiental; e a responsabilidade do empreendedor pela barragem, pelos danos decorrentes de seu rompimento, vazamento ou mau funcionamento, além da reparação desses danos (BRASIL, 2010). Assim, o particular possui a responsabilidade de seu empreendimento e a Administração Pública realiza a fiscalização em relação ao cumprimento das regulamentações previstas pelo Plano de Segurança de Barragens (SOUZA-LIMA; BARROS, 2019).

A fim de cumprir seus objetivos, foram instituídos os instrumentos da PNSB, em seu artigo 6º, como o sistema de classificação de barragens por categoria de risco e dano potencial associado; o Sistema Nacional de Informações sobre a Segurança de Barragem (SNISB); o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima); sendo esses sistemas nacionais de informações integrados; o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos e Defesa Ambiental; o Cadastro Técnico de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais; o Relatório de Segurança de Barragens; o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH); o monitoramento das barragens e dos recursos hídricos em sua área de influência; e o Plano de Segurança de Barragens (PSB), incluído o PAE (BRASIL, 2010). Também prevê o sistema de classificação de barragens, por categoria de risco (CRI) e por dano potencial associado (DPA).

O Plano de Ação de Emergência (PAE) é um instrumento de elaboração obrigatória às barragens de médio e alto dano potencial associado ou alto risco, de acordo com o órgão fiscalizador. E, independente da classificação em relação ao dano potencial associado e ao risco, ele é obrigatório para todas as barragens de acumulação ou de rejeitos de minérios, segundo o artigo 11 (BRASIL, 2010). Nele haverá as ações que deverão ser executadas pelo empreendedor em situações de emergência e quais agente deverão ser notificados da situação (ALVES, 2019).

O PAE deve conter informações e estudos sobre a barragem, com determinação das ações que devem ser tomadas em situações de emergência, com o objetivo de manter a integridade da estrutura. O Plano deve estar disponível no empreendimento e nas prefeituras envolvidas, bem como ser encaminhado às autoridades competentes e aos organismos de defesa civil. Com as informações do PAE, as prefeituras e Defesas Civil municipais deverão elaborar os seus Planos de Contingência, com foco nas ações de emergência para atender as populações eventualmente afetadas pelo acidente com uma barragem. (ANA, 2021, p.24)

O PAE estabelecerá quais ações deverão ser executadas pelo empreendedor da barragem em situações de emergência e quais agentes deverão ser notificados da ocorrência. Algumas das informações que devem conter no PAE, segundo o artigo 12, são: a descrição da barragem e das possíveis situações de emergência; os procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, potencial ruptura da barragem ou outras ocorrências anormais, assim como os procedimentos preventivos e corretivos e ações a serem tomadas em cenários de acidentes; medidas específicas para resgatar atingidos, mitigar impactos ambientais; sistema de monitoramento e estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais; e o planejamento de rotas de fugas e pontos de encontro, com sinalização (BRASIL, 2010).

2.2. Monitoramento e Fiscalização

O meio ambiente é um tema que constantemente está sendo discutido, diante de sua extrema importância e sensibilidade. Assim, é de suma importância a fiscalização das ações potencialmente causadoras de danos, para atuar na prevenção de acidentes (DOS SANTOS et al., 2021). As barragens brasileiras são fiscalizadas por diversos órgãos públicos, a depender do seu uso, sendo fiscalizadas pela Agência Nacional de Mineração (ANM) aquelas utilizadas para conter rejeitos de mineração; e em relação às licenças de instalação e de empreendimentos, sendo de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA), as barragens que acumulam água em rio de domínio da União (ANA, 2021). A Lei nº 12.334/2010, define a ANA como instituição responsável por fiscalizar a segurança de barragens, quando for de acumulação de água, com exceção daquelas utilizadas para a geração de energia elétrica (BRASIL, 2010).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e a ANA possuem papel fundamental na Política Nacional de Segurança de Barragens. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) estabelece diretrizes para a implementação da PNSB e aprecia o Relatório de Segurança de Barragens, elaborado pela ANA, para se apropriar dos dados e fazer recomendações para melhoria da segurança das obras. É papel da ANA: gerir o SNISB; cadastrar, classificar e fiscalizar barragens de usos múltiplos em rios federais, que não gerem energia elétrica como uso principal; promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores. (ANA, 2021, p. 25)

Em relação à análise da tutela administrativa, apresenta em seus artigos 16, 17 e 18 as atribuições legais que cabem ao órgão fiscalizador e ao empreendedor, e as providências a serem tomadas nos casos de descumprimento das condições de segurança de barragens. Dispõe o artigo 16 as atribuições legais, nas quais cabe ao órgão fiscalizador:

I - manter cadastro das barragens sob sua jurisdição, com identificação dos empreendedores, para fins de incorporação ao SNISB;

II - exigir do empreendedor a anotação de responsabilidade técnica, por profissional habilitado pelo Sistema Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea) / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea), dos estudos, planos, projetos, construção, inspeção e demais relatórios citados nesta Lei; (Redação dada pela Lei nº 14.066, de 2020)

III - exigir do empreendedor o cumprimento das recomendações contidas nos relatórios de inspeção e revisão periódica de segurança;

IV - articular-se com outros órgãos envolvidos com a implantação e a operação de barragens no âmbito da bacia hidrográfica;

V - exigir do empreendedor o cadastramento e a atualização das informações relativas à barragem no SNISB.

§ 1º O órgão fiscalizador deverá informar imediatamente à autoridade licenciadora do Sisnama e ao órgão de proteção e defesa civil a ocorrência de desastre ou acidente nas barragens sob sua jurisdição, bem como qualquer incidente que possa colocar em risco a segurança da estrutura. (Redação dada pela Lei nº 14.066, de 2020)

§ 2º O órgão fiscalizador deverá implantar o cadastro das barragens a que alude o inciso I no prazo máximo de 2 (dois) anos, a partir da data de publicação desta Lei. (BRASIL, 2010)

Já o empreendedor da barragem obriga-se a “*prover os recursos necessários à garantia de segurança da barragem e, em caso de acidente ou desastre, à reparação dos danos à vida humana, ao meio ambiente e aos patrimônios público e privado, até a completa descaracterização da estrutura*”; manter serviço especializado em segurança de barragens, conforme estabelecido no PAE; informar ao órgão fiscalizador qualquer alteração que possa comprometer a segurança da barragem ou reduzir sua capacidade; realizar as inspeções de segurança; e elaborar as revisões periódicas de segurança; dentre outras (BRASIL, 2010).

Dessa forma, diante das obrigações dos empreendedores e dos órgãos fiscalizadores, a barragem que não atender aos requisitos de segurança, de acordo com a legislação pertinente, deverá ser recuperada, desativada ou descaracterizada pelo empreendedor, que comunicará o órgão fiscalizador das providências tomadas. O empreendedor, ou seu sucessor, estão obrigados

a monitorar as condições de segurança das barragens desativadas e a implantação de medidas preventivas até a completa descaracterização da barragem. A recuperação e a desativação dependem de projeto específico (BRASIL, 2010).

Uma melhor gestão de segurança e saúde, e controle de barragens devem ser efetivas, esse tipo de estrutura necessita uma fiscalização intensa desde sua construção, passando pela operação até sua inatividade, ou seja, além da implementação de novos métodos de fiscalização (não só das empresas responsáveis, mas também de órgãos competentes) das barragens que visem melhores métodos para a prevenção de acidentes, à necessidade de punições mais eficientes quando descumprido algum termo.

Diante disso, tem-se que o Brasil possui um sistema legislativo que contempla a política de segurança de barragens, que os instrumentos normativos existem, e, se devidamente aplicados, seriam capazes de atingir sua finalidade. A norma é clara, indicando diversas hipóteses de incidência; contudo, na realidade, trata-se de um sistema ineficaz, pois as normas de segurança de barragens não costumam ser seguidas. Assim, tem-se que as normas existentes não são de fato cumpridas, o que ocorre, principalmente, pela falta de fiscalização dos órgãos responsáveis, como vimos nos casos de Mariana e Brumadinho. Assim, é de suma importância o estudo acerca do tema, principalmente diante da quantidade de sinistros de barragens que vem ocorrendo nos últimos anos, com sérios danos ambientais, além da morte de diversas pessoas (PEREIRA, 2018).

2.3. Alterações na PNSB pela Lei nº 14.066 de 2020

Mesmo diante de diversas tragédias com barreiras nos últimos dez anos, foi apenas depois de Mariana e Brumadinho que ocorreram mudanças e medidas foram tomadas em prol de tentar prevenir ou evitar que tais tragédias ocorressem novamente. Isso provavelmente se deu pelo fato dessas tragédias terem tido grande repercussão na mídia e causarem enormes danos, como o imensurável impacto ambiental e o grande número de mortes.

Assim, em 30 de setembro de 2020 entrou em vigor a Lei nº 14.066. Essa lei trouxe muitas alterações à Lei nº 12.334/2010, que foram desde alterações de definições e objetivos até o acréscimo de artigos e capítulo. Foram acrescentados os artigos 2º-A, 18-A, 18-B e 18-C e incluído o capítulo V-A.

A partir de 2020, então, por força do artigo 2º-A, “fica proibida a construção ou o alteamento de barragem de mineração pelo método a montante”, na qual entende-se por alteamento a montante o método de construção de barragem em diques de contenção que se apoiam sobre o próprio rejeitou ou sedimento, que foi previamente lançado ou depositado. Ficou determinado, ainda, o prazo para a descaracterização das barragens a montante

§ 2º O empreendedor deve concluir a descaracterização da barragem construída ou alteada pelo método a montante até 25 de fevereiro de 2022, considerada a solução técnica exigida pela entidade que regula e fiscaliza a atividade minerária e pela autoridade licenciadora do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama).

§ 3º A entidade que regula e fiscaliza a atividade minerária pode prorrogar o prazo previsto no § 2º deste artigo em razão da inviabilidade técnica para a execução da descaracterização da barragem no período previsto, desde que a decisão, para cada estrutura, seja referendada pela autoridade licenciadora do Sisnama.” (BRASIL, 2020)

Apesar da lei ter determinado prazo para a descaracterização, vencido esse prazo, a grande maioria das barragens a montante não foram descaracterizadas; ela não estabeleceu nenhuma punição para as mineradoras que não cumprissem o prazo para a desativação. Agora, pode ser que sejam estudadas medidas punitivas para essas mineradoras, enquanto as mineradoras seguem impunes.

A Lei vedou também a implementação de barragem de mineração cujos estudos de cenários de ruptura identifiquem a existência de comunidades nas zonas de autossalvamento (ZAS), dispondo também, em seu artigo 18-A, que:

§ 1º No caso de barragem em instalação ou em operação em que seja identificada comunidade na ZAS, deverá ser feita a descaracterização da estrutura, ou o reassentamento da população e o resgate do patrimônio cultural, ou obras de reforço que garantam a estabilidade efetiva da estrutura, em decisão do poder público, ouvido o empreendedor e consideradas a anterioridade da barragem em relação à ocupação e a viabilidade técnico-financeira das alternativas.

§ 2º Somente se admite na ZAS a permanência de trabalhadores estritamente necessários ao desempenho das atividades de operação e manutenção da barragem ou de estruturas e equipamentos a ela associados.

§ 3º Cabe ao poder público municipal adotar as medidas necessárias para impedir o parcelamento, o uso e a ocupação do solo urbano na ZAS, sob pena de caracterização de improbidade administrativa, nos termos da Lei nº 8.429, de 2 de junho de 1992.” (BRASIL, 2020)

E que os órgãos fiscalizadores ficaram incumbidos de criar um sistema de credenciamento de pessoas físicas e jurídicas habilitadas afim de atestar a segurança da

barragem conforme o regulamento (artigo 18-B); e, em coordenação com o órgão fiscalizador, deverá ser elaborado um laudo técnico, por peritos independentes, referente às causas do rompimento da barragem, a expensas do empreendedor (artigo 18-C).

Ainda foi incluído um novo capítulo tratando das infrações e das sanções, o qual dispõe que:

Art. 17-A - Sem prejuízo das cominações na esfera penal e da obrigação de, independentemente da existência de culpa, reparar os danos causados, considera-se infração administrativa o descumprimento pelo empreendedor das obrigações estabelecidas nesta Lei, em seu regulamento ou em instruções dela decorrentes emitidas pelas autoridades competentes.

§ 1º São autoridades competentes para lavrar auto de infração e instaurar processo administrativo os servidores dos órgãos fiscalizadores e das autoridades competentes do Sisnama.

§ 2º Qualquer pessoa, ao constatar infração administrativa, pode dirigir representação à autoridade competente, para fins do exercício do seu poder de polícia.

§ 3º A autoridade competente que tiver conhecimento de infração administrativa é obrigada a promover a sua apuração imediata, mediante processo administrativo próprio, sob pena de corresponsabilidade.

§ 4º As infrações de que trata este artigo são apuradas em processo administrativo próprio, assegurado o direito a ampla defesa e ao contraditório. (BRASIL, 2020).

Prevê ainda os prazos para apuração de infração do artigo 17-A; quais penalidades o infrator está sujeito, o que deve ser observado para a imposição e gradação da sanção, como são aplicadas as sanções quando um mesmo infrator comete mais de uma infração simultaneamente, como devem ser aplicadas as sanções e multas; e como é fixado o valor das multas, respeitando os limites máximo e mínimo.

Capítulo 3. Cenário pós Rompimentos de Barragens no Brasil

Em decorrência do rompimento de barragens, ocorrem diversas mudanças, desde a alteração física e morfológica dos locais em que se deu o rompimento e que foram atingidos pela lama de rejeitos, até a mudança cotidiana de todos que utilizavam aquela área, seja para moradia, seja para trabalho. Esses desastres, principalmente os de Mariana e Brumadinho, causaram um grande impacto ambiental, social e econômico, e fica o questionamento se os casos foram tratados de acordo com os extremos impactos prejudiciais causados.

Como se encontram as regiões após os sinistros e quais medidas foram tomadas a fim de responsabilizar os responsáveis? A legislação foi devidamente aplicada? Foram aplicadas punições e, caso sim, as mesmas foram efetivamente cumpridas? Como ficaram essas situações? Houve uma atuação governamental satisfatória à população?

O princípio da precaução, que é um dos que regem o Direito Ambiental, e tem como função principal evitar os riscos e danos ao meio ambiente, é uma forma de agir para evitar danos ao meio ambiente. A reparação do dano causado e medidas para prevenir e evitar danos potenciais, são preocupações em relação à preservação ambiental. A responsabilidade ambiental é de suma importância para a preservação ambiental, juntamente com o papel constitucional e a aplicação de seus institutos, visando uma convivência equilibrada entre ser humano e meio ambiente. Dessa forma, cada vez mais se torna necessário meios mais presentes nas esferas de responsabilidade (SILVA; RANGEL, 2019).

Com essa conscientização entre a utilização adequada do meio ambiente, a preservação e uma responsabilidade pelo meio em que vivemos é que se deve haver para todos que agridem e usam de maneira irresponsável um bem finito e essencial para a sobrevivência de todas as espécies. Infelizmente, é sabido que mesmo o Direito Ambiental tendo seu objetivo na preservação do meio ambiente, sempre terá situações que não poderão ser reparadas pela magnitude da devastação. (SILVA; RANGEL, 2019, p. 49)

Nesse sentido, vem demonstrar a tríplice responsabilidade na questão ambiental, as repercussões nas esferas administrativa, criminal e cível; além da previsão legal do Crimes ambientais.

3.1. O Processo de responsabilização administrativa, criminal e cível

O meio ambiente é um bem difuso, direito de todos, devido à sua importância para a dignidade do ser humano, de forma que a Constituição lhe confere classe de cláusula pétrea. Assim, a tríplice responsabilidade ambiental apresenta, a depender da situação jurídica aplicável à circunstância, uma competência administrativa, penal e civil (SILVA; RANGEL, 2019).

É princípio fundamental e deve ser tratado nessas três esferas jurídicas (civil, penal e administrativa) e todos que praticarem atos que afetem o equilíbrio ambiental precisam responder e consertar os prejuízos causados, embora na maioria das vezes, seja difícil uma reparação. Em relação ao desastre da mineradora Samarco, o que ficou foi o desejo de punição nas três esferas de responsabilidade. Situação até hoje, depois de anos, ainda não tão claramente esclarecidas. Ainda se espera que as autoridades não se omitam e cumpram seu dever diante de toda a população afetada de maneira direta e indireta e também com o meio ambiente. (SILVA; RANGEL, 2019, p.49)

No contexto jurídico brasileiro, encontramos a proteção ao meio ambiente como norma constitucional e infraconstitucional, que prevê penalidades a serem aplicadas a quem comete dano ambiental. As sanções estão presentes nas esferas de responsabilidade mais significativas: administrativa, penal e civil (LIMA; SILVA, 2019).

Vem disciplinado, no artigo 225 da Constituição Federal, que o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, no qual o Poder Público e a coletividade têm o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presentes e futuras. E que as atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores a sanções penais, administrativas e cíveis, sejam eles pessoas jurídicas ou físicas (BRASIL, 1988). A Lei nº 9.605/1998 (Lei dos Crimes Ambientais) também dispõe que quem comete crime ambiental será responsabilizado administrativa, civil e penalmente (BRASIL, 1998).

A responsabilidade administrativa se refere a limitações administrativas, tais como suspensão de atividades (LIMA; SILVA, 2019). A Lei de Crimes Ambientais, em seu artigo 70, considera como infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente (BRASIL, 1998). Ou seja, a infração administrativa é uma violação das regras jurídicas, surgindo o direito do Estado de punir quem comete essa violação, a fim de cessar, na esfera administrativa, essas violações (LIMA; SILVA, 2019).

A responsabilidade civil por dano ambiental é objetiva, formada pela teoria do risco integral. Não importa o elemento subjetivo da conduta, uma vez que seu objetivo consiste em proteger a coletividade dos riscos, de atos nocivos, e de sua potencialização no tempo e espaço, devendo ser empregada a teoria do risco integral (LIMA; SILVA, 2019; HENKES, 2009). Assim, ela exclui a culpa e adota o nexo de causalidade, não sendo aplicáveis as excludentes de responsabilidade civil (LIMA; SILVA, 2019). A Lei 6.938/81 (Política nacional do Meio Ambiente) dispõe que, além das sanções aplicadas àquele que comete dano ao meio ambiente, ele também está obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade (BRASIL, 1981).

A responsabilidade penal possui natureza punitiva mais grave, podendo culminar até em restrição de liberdade, tendo por objetivo prevenir e reprimir condutas praticadas contra o meio ambiente, sendo indispensável, principalmente quando as demais esferas punitivas não surtem os efeitos desejados. A responsabilidade na esfera penal exige a demonstração de culpa, diferentemente da responsabilidade administrativa e civil. A Lei de Crimes Ambientais prevê as sanções para os tipos penais referentes a crimes cometidos contra o meio ambiente, que são a pena privativa de liberdade, restritiva de direito e pena de multa (PALAVICINI; VEIGA-JUNIOR, 2020).

Os desastres podem e devem ser prevenidos, pura e simplesmente para fazer jus ao disposto em toda Constituição Federal no que concerne ao meio ambiente. Observa-se que não é necessária a ocorrência de perigo iminente de desastre, bastando apenas certa probabilidade deste acontecer. (PALAVICINI; VEIGA-JUNIOR, 2020, p.171)

Diante disso, mesmo que o risco seja incerto, o responsável está obrigado a evitar possíveis consequências de desastre natural ou resultante de uma ação humana (MACHADO, 2017 *apud* PALAVICINI; VEIGA-JUNIOR, 2020).

Apesar de existir a responsabilização nas esferas administrativa, civil e penal, nem sempre a norma se mostra eficaz, ficando impune àquele que comete crime ambiental, especialmente na esfera penal. Os casos de Mariana e Brumadinho são exemplos em que praticamente nada se fez, mesmo depois de anos transcorridos (LIMA; SILVA, 2019).

3.2. Previsão legal dos Crimes Ambientais relacionados aos rompimentos de barragens: da reparação à punição

O ordenamento jurídico brasileiro tem diversas leis que tratam sobre o meio ambiente. Uma grande conquista para a proteção do meio ambiente veio com a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98), que orienta o sistema judiciário quanto aos crimes ambientais; além de introduzir dispositivos relacionados à prevenção de crimes e reparação de danos (DOS SANTOS et al, 2021). A referida lei elenca os crimes: contra a fauna, a flora, poluição e outros crimes ambientais; contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural e contra a administração ambiental. Dispõe também sobre as sanções penais e administrativas decorrente de condutas e atividades danosas ao meio ambiente (BRASIL, 1998). E mesmo diante das rigorosas normas nela prevista, continuam acontecendo desastres no Brasil.

No artigo 38 da Lei 9.605/98, está previsto que constitui crime contra a flora “*destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção*”, o que caracterizaria o rompimento de barragem como crime ambiental. (RAMOS; FIGUEIREDO, 2016) Além da Lei de Crimes Ambientais, a Constituição também prevê sobre a necessidade da preservação do meio ambiente. Entretanto, mesmo essas leis estando em vigor por diversos anos, as não foram capazes de prevenir a ocorrência de desastres ambientais; no qual direitos foram violados em decorrência desses acidentes, como o ambiental, preservação, precaução e sustentabilidade (DOS SANTOS et al, 2021).

No caso de Mariana, foram propostas Ações Civas Públicas, em face das empresas Samarco, Vale e BHP Billiton Brasil, responsáveis pela barragem, versando sobre a contaminação da água e suas consequências à população; sobre as pessoas que ficaram desabrigadas, dentre outras. Em relação à contaminação da água, a Samarco e a empresa de saneamento de Governador Valadares assumiram o compromisso de continuar o processo de tratamento da água e que apresentariam resultados mensais. Contudo, há falhas na segurança que envolve a qualidade da água para consumo da população, especialmente do Rio Doce. Em relação ao reassentamento dos desabrigados, até 2019 nenhum distrito tinha sido criado efetivamente, e quem recebeu casas construídas pelas empresas reclamaram da falta de planejamento e a demora na entrega (LIMA; SILVA, 2019).

“Hoje o que se tem no caso de Mariana é um verdadeiro descaso, pois as empresas não estão cumprindo com sua parte e por outro lado, o Estado não está fiscalizando” (LIMA; SILVA, 2019, p.20). Até hoje, as comunidades próximas à barragem do Fundão, que foram destruídas pela lama, aguardam pela reconstrução de suas casas (DOS SANTOS et al, 2021).

Em Mariana, caso ocorrido em 2015, há cerca de 3 anos, ficou claro que a única sanção eficaz foi a cível, pois houve diversos bloqueios em contas das empresas responsáveis. E, ao final, o que restou foi um simples acordo entre as empresas e os entes estatais, por exemplo, o estado de Minas Gerais e a União no qual ficou acordado que as empresas deveriam reconstruir os distritos destruídos; monitorar e garantir a qualidade da água a ser consumida pela população não só do estado de Minas Gerais bem como do Espírito Santo; garantir uma renda básica e uma cesta básica para as pessoas atingidas, até que as famílias possam se reestabelecer em seus lares, dentre outros (LIMA; SILVA, 2019, p.20)

No caso de Brumadinho, poucos meses depois do desastre foram aplicadas parcialmente as três esferas de responsabilidade, no qual a Vale teve valores bloqueados pela justiça e foram aplicadas multas pautadas no valor máximo. Houve determinação do governo a fim de não mais permitir barragens como a do Fundão e uma maior fiscalização das barragens existentes. Ocorreram algumas prisões e mandados de busca e apreensão (LIMA; SILVA, 2019).

Talvez, devido às pressões pelo caso de Mariana, os dispositivos legais tenham sido aplicados mais rigorosamente, aplicando-se a responsabilização nas três esferas (LIMA; SILVA, 2019). Essas ações se deram de início, e dois anos após o desastre feito um acordo, na qual a Vale se incumbiu de pagar uma reparação pelos danos coletivos. Contudo, hoje, três anos depois, o rompimento da barragem de rejeitos segue sem punição e sem fiscalização adequada.

Portanto, considerando esses desastres ambientais e suas causas como exemplo, é que não se pode mais deixar as empresas e seus funcionários agirem de maneira incorreta, visando sempre o lucro e não a segurança da sociedade. A fim de se evitar referida conduta, deve-se aplicar sanções mais firmes e coerentes, bem como manifesta-se a necessidade constante de fiscalização desses locais, além da necessidade de um licenciamento ainda mais rigoroso. Logo, se torna imprescindível a responsabilização criminal pelo dano ambiental causado por essas empresas, objetivando a reparação do dano, bem como punição dos responsáveis dessas condutas criminosas contra o meio ambiente, visando coibir as ações ou omissões das práticas delituosas, tendo em vista que, uma vez ocorrido um desastre nessa proporção, é de inteira dificuldade a restituição e recuperação integral do ambiente afetado (...) não se pode minimizar as atitudes dos causadores de desastres, de modo que deve sim haver a punição criminal destes, de maneira rígida, a fim de diminuir e/ou extinguir feitos desse porte, constituindo assim, um componente altamente intimidatório da prática de condutas danosas ao meio ambiente. (PALAVICINI; VEIGA-JUNIOR, 2020, p.183)

Dessa forma, mesmo diante das normas para preservar e prevenir o meio ambiente, desde de antes do rompimento da barragem em Mariana a legislação ambiental vinha

apresentado um aumento em sua flexibilização, e mesmo após o mesmo não houve uma menor flexibilização nem maior rigor com o cumprimento das regras para que algo semelhante não voltasse a acontecer (DOS SANTOS et al, 2021). Os casos de Mariana e Brumadinho são exemplos de que praticamente nada se fez para punir os acontecimentos e tentar prevenir que novos venham a ocorrer, mesmo depois de anos transcorridos (LIMA; SILVA, 2019).

A punição criminal muitas vezes acaba sendo simplória, o que acarreta na baixa efetividade da mesma, já que a maioria destas penas são por períodos inferiores a dois anos e acabando sendo abrangidas por algum benefício, transação penal ou suspensão condicional do processo. Essa inefetiva punição causa prejuízos para as gerações atuais e futuras, haja vista que os impactos decorrentes desses desastres ultrapassam as áreas diretamente atingidas (PALAVICINI; VEIGA-JUNIOR, 2020).

Considerando esses desastres ambientais e suas causas como exemplo, é que não se pode mais deixar as empresas e seus funcionários agirem de maneira incorreta, visando sempre o lucro e não a segurança da sociedade. A fim de se evitar referida conduta, deve-se aplicar sanções mais firmes e coerentes, bem como manifesta-se a necessidade constante de fiscalização desses locais, além da necessidade de um licenciamento ainda mais rigoroso. Logo, se torna imprescindível a responsabilização criminal pelo dano ambiental causado por essas empresas, objetivando a reparação do dano, bem como punição dos responsáveis dessas condutas criminosas contra o meio ambiente, visando coibir as ações ou omissões das práticas delituosas, tendo em vista que, uma vez ocorrido um desastre nessa proporção, é de inteira dificuldade a restituição e recuperação integral do ambiente afetado (...) não se pode minimizar as atitudes dos causadores de desastres, de modo que deve sim haver a punição criminal destes, de maneira rígida, a fim de diminuir e/ou extinguir feitos desse porte, constituindo assim, um componente altamente intimidatório da prática de condutas danosas ao meio ambiente. (PALAVICINI; VEIGA-JUNIOR, 2020, p.183)

Caso as empresas fossem de fato punidas, se essas punições fossem de fato aplicadas, isso traria à população uma satisfação com a atuação governamental, uma sensação de que infrações de grande tamanho e extremamente prejudiciais às pessoas e ao meio ambiente são extremamente repudiadas e tratadas com sua real importância.

CONCLUSÃO

Existem diversos métodos de construção, sendo a de montante, que é a mais utilizada pelas mineradoras, a menos segura, porém a mais barata. As barragens de linha de centro e a jusante possuem um risco menor, ainda não sendo as barragens de fato muito seguras. Contudo, o problema vai além das barragens em si, existe uma fragilidade tanto no processo de licenciamento ambiental, quanto no de monitoramento e fiscalização, nos quais a capacidade institucional dos órgãos ambientais responsáveis se mostrou muito abaixo da necessária para lidar com obras de tamanho risco.

Apesar da mineração ser uma atividade muito importante no Brasil, no aspecto socioeconômico, contudo toda a cadeia dessas atividades deve estar de acordo com a proteção à vida e ao meio ambiente; assim como a etapa de contenção de rejeitos de minérios feita por barragens a montante, jusante e na linha de centro (SOUZA-LIMA; BARROS, 2019).

O Brasil apresentou nos últimos anos diversos desastres ambientais envolvendo o rompimento de barragens, principalmente de barragens de rejeitos. Desastres esse que causaram impactos enormes à sociedade a principalmente ao meio ambiente. A tragédia de Mariana foi o maior impacto ambiental já registrado na história do Brasil (ROCHA, 2021), ocasionando o óbito de 19 pessoas, além de deixar inúmeras outras desabrigadas, e a poluição hídrica da Bacia do Rio Doce (DOS SANTOS et al, 2021; BORGES, 2018; SAADI; CAMPOS, 2015). E, Brumadinho, foi o maior impacto social já registrado na nossa história (ROCHA, 2021), com 259 mortos e diversas pessoas desaparecidas, além da lama que avançou muito sobre o Vale do Córrego do Ferro-Cravão (DOS SANTOS et al, 2021; FELICIANO; PASQUALETO, 2019; DIAS et al., 2018).

Tanto em Mariana quanto em Brumadinho, as tragédias na perda de biodiversidade das referidas áreas, com a devastação das comunidades locais, além da contaminação dos rios e seus afluentes. A grande quantidade de lama, com sedimentos e toxicidade acumulados, impactou diretamente na qualidade da água, na vegetação e na microbiota do solo atingido (DOS SANTOS et al., 2021).

Tem-se que o Brasil possui um sistema legislativo que contempla a política de segurança de barragens, os instrumentos normativos existem, e, se devidamente aplicados, seriam capazes de atingir sua finalidade. A norma é clara, indicando diversas hipóteses de incidência; contudo, na realidade, trata-se de um sistema ineficaz, pois as normas de segurança de barragens não

costumam ser seguidas (PEREIRA, 2018). Como as normas existentes não são de fato cumpridas, o que ocorre, principalmente, pela falta de fiscalização dos órgãos responsáveis, como vimos nos casos de Mariana e Brumadinho, é de suma importância o estudo acerca do tema, principalmente diante da quantidade de sinistros de barragens que vem ocorrendo nos últimos anos (PEREIRA, 2018).

As barragens de rejeitos precisam de uma intensa fiscalização, desde sua implementação até sua inatividade, sendo importante também enquanto estiver ativa. Se tivesse uma gestão de segurança e controle de barragens melhor, com melhores métodos para a prevenção de acidentes, essas tragédias poderiam ter sido evitadas. Existem relatórios a serem feitos que indicam a estabilidade e possível problemas, que ou não foram realizados ou não foram seguidos. Se os procedimentos de segurança de barragens não são seguidos, o resultado é a ocorrência de sinistros.

Diante disso, entrou em vigor a Lei nº 14.066/2020, que trouxe muitas alterações à PNSB, dentre elas a proibição de construção ou o alteamento de barragem de mineração pelo método a montante, sendo determinado prazo para a descaracterização das mesmas, de acordo com a solução técnica exigida pela entidade reguladora e fiscalizadora. Contudo, esse prazo venceu e a grande maioria das barragens de rejeitos que deveriam ser descaracterizadas, não o foram, e nada foi feito, nenhuma medida punitiva às mineradoras.

Conclui-se que nos casos de rompimento de barragens de rejeitos houve ineficiência na aplicação das leis e na fiscalização, mostrando que a desobediência dessas normas pode desencadear novos desastres como Mariana e Brumadinho (DOS SANTOS et al, 2021; PEREIRA, 2018). A fragilidade está presente tanto no processo de licenciamento ambiental quanto no monitoramento e fiscalização, na qual a capacidade institucional dos órgãos ambientais se mostrou abaixo do necessário para lidar com barragens de rejeitos (MANSUR et al, 2016).

E caso as empresas fossem de fato punidas, dentro de todas as esferas, principalmente em relação à reparação dos danos causados, esses desastres ocasionados em razão do não cumprimento das normas de segurança de barragens, em virtude das barragens de rejeitos serem em sua maioria do método de montando, ocorreriam em menores proporções. As empresas estariam mais comprometidas a se precaver e prevenir em relação a danos potenciais, o meio ambiente não estaria em constante perigo e a população estaria satisfeita com a atuação

governamental, com sensação de que infrações de grande tamanho e extremamente prejudiciais às pessoas e ao meio ambiente são extremamente repudiadas e tratadas com sua real importância.

A Lei de Crimes Ambientais deve ser aplicada devidamente, mas o aparelho punitivo brasileiro ainda anda devagar, e não pune, não evita e não obriga a reparação dos danos ambientais da forma que deveria. Não importando se o dano era previsível nem se agiu com dolo ou culpa, pois o que importa é a recuperação do meio ambiente, que não pode ser o único perdedor. Deve ser feito todo o possível para recuperar, pois nem sempre essa recuperação é possível, e no que não for possível a recuperação, deve ser indenizado, revertendo a indenização para a preservação ambiental (LIMA; SILVA, 2019). A norma existe, devendo ser aplicada tanto para a prevenção de acidentes quanto para a punição e reparação do dano, para que o meio ambiente seja preservado.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H. R. **O Estado de Coisas Inconstitucional Face ao Reiterado Rompimento de Barragens no Brasil**. Vertentes do Direito, vol. 6, n. 2, 2019.
- Agência Nacional das Águas. **Entenda o relatório de segurança de barragens**: versão síntese/Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. -- Brasília: ANA, 2021.
- Agência Nacional das Águas. **Relatório de segurança de barragens 2018**/Agência Nacional das Águas. -- Brasília: ANA, 2019
- AVERSARI, M. **A in(efetividade) do Direito Penal na legislação ambiental no Estado da Paraíba**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 2, n. 3, p. 187, 2015.
- 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.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em: <www.planalto.gov.br>.
- BRASIL. **Lei federal nº 6.938/1981**. Disponível em: <www.planalto.gov.br>.
- BRASIL. **Lei federal nº 9.605/1998**. Disponível em: <www.planalto.gov.br>.
- BRASIL. **Lei federal nº 12.334/2010**. Disponível em: <www.planalto.gov.br>.
- BRASIL. **Lei federal nº 14.066/2020**. Disponível em: : <www.planalto.gov.br>.
- CASTRO, P. **Desastres de Mariana e Brumadinho**. Caderno de Geografia, v. 31, n. 1, p. 196, 2021.
- CARDOZO, F.; PIMENTA, M.; ZINGANO, A. **Métodos Construtivos de Barragens De Rejeitos de Mineração – Uma Revisão**. HOLOS, v. 8, p. 77, 2017.
- COTA, G. E. M.; ROSA, N. M. G; ROMEIRO, C. E.; MENDES, I. A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Aspectos legais da segurança de barragens de rejeito de minério: implicações para a qualidade ambiental e usos múltiplos da água no alto Rio das Velhas (MG)**. GEOgraphia, v. 21, n. 45, p. 31-46, 2019.
- COSTA, H. P. et al. **Penalidades Aplicadas aos Responsáveis pelo Rompimento das Barragens**. Revista Pesquisa e Ação, v. 5, n. 2, p. 76-93, 2019.
- DE OLIVEIRA, A. **Responsabilidade Penal pelo Dano Ambiental e Análise dos Casos Mariana e Brumadinho**. Graduação em Direito – UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS, 2019.
- DE LIMA, M.D.V.; COLATUSSO, V.C.W.; COLATUSSO, R.A. **Risco socioambiental urbano e barragens de contenção de minérios em jornais digitais no Brasil**. Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación, v. 1, n. 144, p. 163-180, 2020.

- DIAS, C.A.; COSTA, A.S.V; GUEDES, G.R.; UMBERLINO, G.J.M, SOUSA, L.G.; ALVES, J.H.; SILVA, T.G.M. **Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do Rio Doce.** Revista Espinhaço. 2018;7(1):21-35.
- DOS SANTOS, C.; DE SOUZA PELLEGRINI, I.; MOREIRA DA SILVA, R.; CALIGIORNE, S. **Descrição dos desastres em Mariana e Brumadinho sob o olhar da perícia criminal: uma revisão sistemática.** Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics, v. 10, n. 3, p. 350-375, 2021.
- FELICIANO, G.G.; PASQUALETO, O.Q.F. **Meio Ambiente Laboral Equilibrado: Análise do Caso Brumadinho.** Revista Veredas do Direito. 2019;16(36):191-216.
- FERREIRA, W.; UCKER, F. **Segurança em Barragens de Rejeitos: Estudo Avaliativo Com Enfoque Na Barragem De Brumadinho (MG).** Global Science and Technology, v. 13, n. 02, p. 100-112, 2020.
- HENKES, S. **A responsabilidade civil no direito ambiental brasileiro.** Revista de Direito Sanitário, v. 10, n. 1, p. 51, 2009.
- LACAZ, F.; PORTO, M.; PINHEIRO, T. **Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 42, n. 0, 2017.
- LIMA, F.W.; SILVA, M.M. e. **Responsabilidade por Danos Ambientais: Os Desastres de Brumadinho e Mariana – Minas Gerais.** 2019. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/4814>>.
- MANSUR, M. WANDERLEY, L.; MILANEZ, B.; SANTOS, R.; PINTO, R.; GONÇALVES, R.; COELHO, T. **Antes Fosse Mais Leve a Carga: Introdução aos Argumentos e Recomendações Referente Ao Desastre Da Samarco/Vale/Bhp Billiton.** In: MILANEZ, B. et al. A questão mineral no Brasil - vol. 2: Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton. Marabá, PA: Editorial iGuana, 2016.
- MILARÉ, E. **Direito do Ambiente: A Gestão Ambiental em foco.** Doutrina. Jurisprudência. Glossário. 5 ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.
- MILARÉ, E. **Princípios fundamentais do direito do ambiente.** In: Revista dos Tribunais, São Paulo: RT, n. 756, 1998, p. 64
- MORAIS, C.M.M. de; SOUZA, T.E.F. de; DANTAS, B.T. **Sinistros em Barragens: desafio para a engenharia forense.** Revista Perícia Federal. Ano XVII – Número 37 – julho de 2016, p. 28-37. Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais. Acidente em Mariana.
- PALAVICINI, F.; VEIGA JUNIOR, J. **Responsabilidade penal em caso de desastres ambientais no Brasil.** Academia de Direito, v. 2, p. 165-186, 2020.
- PEREIRA, D. **Histórias de Vida Interrompidas Pelo Mar de Lama: Desastre de Mariana (MG).** Mestrado Acadêmico em Direitos Humanos e Cidadania – UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2018.
- RAMOS, D.; FIGUEIREDO, T. **Tragédia Anunciada.** Revista Perícia Federal. Ano XVII – Número 37 – julho de 2016, p. 20-26. Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais. Acidente em Mariana.

- RAMOS, D. **A gigante operação em Brumadinho.** Revista Perícia Federal. Ano XV – Número 43 – junho de 2019, p.18-35. Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais. Acidente em Brumadinho.
- ROCHA, L. **As Tragédias de Mariana e Brumadinho.** Caderno de Geografia, v. 31, Número Especial 1, p. 184-195, 2021.
- SAADI, A.; CAMPOS, J.C.F. **Geomorfologia do caminho da lama: contexto e consequências da ruptura da barragem do Fundão (novembro 2015, Mariana-MG).** Revista Arquivo do Museu de História Natural e Jardim Botânico, 24(1/2):63- 103, 2015.
- SILVA, D.; RANGEL, T. **Impactos Ambientais Causados pela Mineração.** III Seminário “Ensino, Pesquisa & Cidadania em convergência”, v. 04, p. 43 - 50, 2019.
- SOARES, C. **Desastres Ambientais: O Direito Dos Desastres e os Deslocados.** Monografia final do Curso de Graduação em Direito – UNIJUÍ – UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2020.
- SOUZA-LIMA, J.E.; BARROS, E.G. **Tutela Administrativa de Barragens de Rejeitos de Minérios: A Tutela Administrativa Estatal.** Revista Relações Internacionais do Mundo Atual, v. 3, n. 24, 2019.