

## RUPTURA EM BARRAGENS DE REJEITOS: UMA ABORDAGEM SOBRE MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO

BREAKS IN WASTE DAMS: AN APPROACH TO MONITORING AND SURVEILLANCE

### RESUMO

A mineração é uma atividade de importância no cenário econômico e industrial, porém, é responsável por diversos impactos ao meio ambiente. A atividade mineradora gera elevada quantidade de resíduos e rejeitos, sendo as barragens de contenção a principal técnica de disposição final desses rejeitos. O método de alteamento a montante é o mais utilizado para a construção dessas barragens de rejeitos, pelo baixo custo, no entanto, esse método apresenta fragilidades quanto à segurança. Assim, esse trabalho objetiva explicar sobre a segurança de barragens de rejeitos de mineração e sua fiscalização, através de uma revisão bibliográfica dos assuntos relacionados ao tema, a fim de levantar e analisar os aspectos sociais, econômicos e ambientais pertinentes, sendo que as rupturas de barragens de rejeitos de mineração ocorridos nos últimos anos no Brasil justificam a relevância desse estudo. Foi possível constatar a necessidade urgente de melhorias, por parte das mineradoras, no gerenciamento sustentável dos rejeitos e investimentos em planos de segurança. Já por parte das instituições governamentais, é clara a necessidade de melhorias na fiscalização.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de resíduos, legislação, segurança.

### ABSTRACT

Mining is an important activity in the economic and industrial scenario; however, it is responsible for several impacts on the environment. The mining activity generates a high amount of waste and tailings, with dams being the main technique for final disposal of these tailings. The upstream raising method is the most used for the construction of these tailings' dams, due to the low cost, however, this method presents weaknesses regarding safety. Thus, this work aims to explain about the safety of mining tailings dams and their inspection, through a bibliographic review of the issues related to the theme, in order to survey and analyze the relevant social, economic and environmental aspects, and the breaches of mining tailings dams that have occurred in recent years in Brazil justify the relevance of this study. It was possible to see the urgent need for improvements, on the part of mining companies, in the sustainable management of tailings and investments in safety plans. On the part of government institutions, the need for improvements in inspection is clear.

**Keywords:** Waste management, legislation, safety.

### INTRODUÇÃO

As barragens são estruturas construídas num curso permanente ou temporário de água, ou ainda em vales, com a finalidade de conter ou acumular substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas (INSTITUTO BRASILEIRO DE

SUSTENTABILIDADE – InBS, 2019). Essas estruturas estão presentes em empreendimentos de mineração, industriais, para abastecimento público de água e geração de energia.

As barragens são obras associadas a um elevado risco de ruptura, com consequências graves para a estrutura e para o meio ambiente, relacionadas à exterminação da flora e fauna bem como a perdas de vidas humanas e econômicas.

Com relação às atividades de mineração no Brasil, as barragens caracterizam-se como o principal dispositivo de destinação final dos rejeitos gerados no processo produtivo. E os desastres verificados com as rupturas de barragens de rejeitos de mineração, como ocorrido nas cidades mineiras de Mariana e Brumadinho, por exemplo, contribuíram para o surgimento de discussões relacionados com riscos, segurança, monitoramento e fiscalização dessas barragens.

Assim, motivado por esses desastres ocorridos nos últimos anos, relacionados ao rompimento de barragens de contenção de rejeitos de mineração, ressalta-se a importância, necessidade e permanência da melhoria contínua das condições de segurança, fiscalização e monitoramento dessas barragens, de modo a evitar a ocorrência de acidentes, rupturas, que causam grandes danos à população do entorno da barragem, prejuízos econômicos significativos ao empreendedor e impactos ambientais desastrosos ao meio.

O método construtivo denominado a montante é um dos métodos mais empregados para o alteamento de barragens de rejeitos de mineração, por ser mais viável economicamente. E esse método, considerado o mais perigoso (NOGUEIRA; SPRING; PLUMB, 2019), foi o método utilizado nas estruturas que romperam mais recentemente no estado de Minas Gerais.

Substituir esse método construtivos por outros considerados mais seguros, como o alteamento a jusante, tornou-se legalmente obrigatório no país, no intuito de se evitarem novas rupturas, novos desastres. Contudo, não basta apenas proibir o método, é necessário reforçar o monitoramento e fiscalização junto aos empreendimentos da mineração de modo a fortalecer o gerenciamento de riscos, tornando-o uma atividade diária, rotineira e precisa.

Neste contexto, o presente trabalho aborda a segurança de barragens de rejeitos de mineração e sua fiscalização através de uma revisão bibliográfica dos assuntos relacionados ao tema, procurando vislumbrar os aspectos sociais, econômicos e ambientais pertinentes.

## GERENCIAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS REJEITOS DE MINERAÇÃO

A mineração corresponde a uma atividade econômica e industrial que consiste na pesquisa, exploração e beneficiamento de minérios existentes no subsolo (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA, 2013). Esta atividade é uma das grandes responsáveis pelo atual cenário da sociedade e muitos produtos utilizados pela humanidade é proveniente desta atividade: computadores, cosméticos, estradas, estruturas metálicas, entre outros. A mineração é algo indispensável socioeconomicamente, mas é também responsável por degradações no meio ambiente (SOUSA, 2020b).

As atividades minerárias incluem aberturas de cavas, disposição de material estéril proveniente do decapeamento superficial e disposição de rejeitos provenientes dos processos de tratamento e beneficiamento, o que gera alterações físicas à paisagem (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM, 2016), problemas como poluição, contaminação dos recursos hídricos, contaminação dos solos, poluição do ar, áreas degradadas, transtornos à população, alteração da geologia, favorecimento de erosões e perda da vegetação, fauna e flora afetados (SOUSA, 2020).

Os resíduos oriundos da mineração, conforme supracitado, constituem-se de materiais estéreis e rejeitos, que podem ser compostos por rochas, sedimentos, solos, aparas e lamas de serraria, polpas de decantação de efluentes, sobras da mineração artesanal, finos e ultrafinos não aproveitados no beneficiamento, pneus e baterias utilizadas nos veículos e maquinários, além de sucatas e resíduos de óleo em geral, cuja disposição deve ocorrer em locais e formas a eles adequados (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LIMEIRA DO OESTE, 2018).

As empresas de mineração têm investido alto para um melhor gerenciamento de seus resíduos e rejeitos a fim de garantir a sustentabilidade, sendo este um dos atuais desafios a ser enfrentado.

Com relação aos rejeitos, sua disposição em reservatórios criados por diques de contenção ou barragens é o método mais comumente usados e essas estruturas podem ser construídas com solo natural ou com os próprios rejeitos, sendo essas últimas classificadas como barragens de contenção alteadas com rejeitos (IBRAM, 2016).

A elevada quantidade de rejeitos gerados nas atividades minerárias, associadas a questões econômicas, torna atrativa a utilização destes materiais na construção das próprias barragens de contenção (DAVIES; MARTIN, 2000). As barragens de contenção de rejeitos, portanto, são estruturas construídas ao longo do tempo, ou seja, um dique de partida é construído inicialmente e a barragem passa por alteamentos ao longo de sua vida útil, o que culmina na diluição dos custos no processo de

extração mineral por meio de alteamentos sucessivos (DUARTE, 2008) que podem ser realizados através de três métodos: montante, jusante ou linha de centro.

O método mais antigo, simples e econômico, conforme Araujo (2006), é o método de montante (Figura 1), que consiste na construção de um dique de partida de material argiloso ou enrocamento compactado. Araujo (2006) ainda descreve que, após a construção do dique de partida, o rejeito é lançado em direção a montante da linha de simetria do dique, formando a denominada praia de deposição, que se tornará a fundação e eventualmente fornecerá material para a construção do próximo alteamento. Esse procedimento é repetido, quantas vezes se fizer necessário, até que a cota final prevista em projeto seja atingida.

Figura 1. Alteamento a montante.



Fonte: IBRAM (2016).

O método a montante foi utilizado nas barragens de rejeitos rompidas nos municípios mineiros de Mariana e Brumadinho e que causaram desastres ambientais catastróficos, permitindo inferir sobre uma duvidosa segurança inerente a esse método.

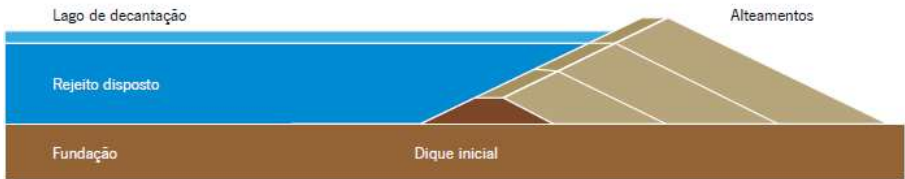
No Brasil há 700 barragens espalhadas pelo país [...]. Cerca de 170 são do modelo montante, construídas décadas atrás. [...] A barragem de Brumadinho, por exemplo, foi construída em 1976. À época, os outros modelos já eram conhecidos, mas as mineradoras optaram por gastar menos. [...] uma barreira jusante pode custar de seis a oito vezes mais do que uma montante. (JULIO, 2019).

É a forma mais comum porque é mais barata para se construir e mais rápida de se licenciar porque ocupa menos espaço da bacia hidrográfica. Mas é também a mais perigosa e com maior risco. Por isso países com características similares ao do Brasil não usam ou estão proibindo. (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS – ALMG, 2019, p.20).

As barragens a montante precisam de investimentos, monitoramento e manutenção regulares. Países como Chile e Peru já baniram o método a montante; a África do Sul pode proibir em breve (ODILLA, 2019). Enquanto isso, o Brasil vem colecionando tragédias pela escolha do método baseada puramente na redução de custos. Odilla (2019) cita ainda que Austrália ainda usa o método a montante, "Mas a região é mais seca que no Brasil e os vales são mais abertos que os de Minas Gerais", o que acaba por comprometer menos a segurança desse método.

O método a jusante (Figura 2) consiste na construção de um dique de partida de solo ou enrocamento compactado, a jusante do qual são realizados os alteamentos subsequentes, sucessivamente, até que a cota final prevista em projeto seja atingida (IBRAM, 2016). O método a jusante considerado um dos mais seguros, porém, apresenta custos elevados, já que as novas camadas não são construídas com rejeitos de mineração e sim a partir do material do ‘dique inicial’ ou outras matérias primas alternativas (WARBURTON et al., 2019).

Figura 2. Alteamento a jusante.

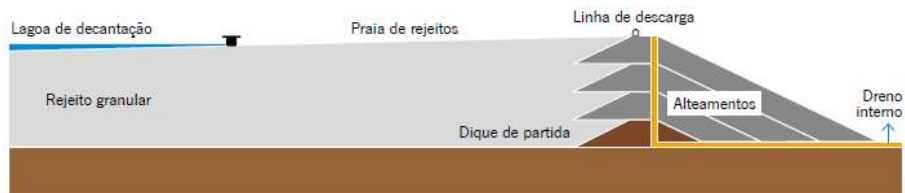


Fonte: IBRAM (2016).

O método a jusante permite o controle do lançamento e da compactação, possuem sistemas de drenagem interna que controlam a saturação e poropressão nos diques, além de permitir que a barragem seja projetada com resistência e estabilidade necessárias inclusive para resistir a forças sísmicas (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA, 1994).

O método de linha de centro (Figura 3) caracteriza-se por uma disposição intermediária entre os métodos a montante e a jusante, apresentando vantagens dos mesmos ao mesmo tempo em que tenta minimizar suas desvantagens, de modo que as novas camadas da barragem são construídas umas sobre as outras, formando uma linha vertical (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

Figura 3. Alteamento por linha de centro.



Fonte: IBRAM (2016).

Com relação ao comportamento geotécnico, o método de linha de centro aproxima-se mais do método a jusante, caracterizando-se como uma adaptação do mesmo em que o alteamento da crista é realizado de forma vertical, sendo o eixo vertical dos alteamentos coincidente com o eixo do dique de partida. Neste método ainda é possível o uso de sistemas de drenagem interna,

promovendo o controle da linha de saturação e dissipação de poropressões, permitindo que o método seja adequado até mesmo para áreas de alta sismicidade (IBRAM, 2016).

A Tabela 1 resume as vantagens, desvantagens, características e propriedades dos métodos construtivos de barragens de rejeitos.

Tabela 1. Comparativo entre os métodos construtivos de barragens de rejeitos.

Método	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 de 10 m/ano.	Nenhuma restrição.	Pouca restrição.
Vantagens	Menor custo, utilizado onde há restrição de área.	Maior segurança.	Flexibilidade construtiva.
Desvantagens	Baixa segurança, suscetibilidade à 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 e Zingano (2016).

Os métodos de alteamento por montante e pela linha de centro têm vantagens econômicas, pois apresentam redução do custo de implantação e têm o custo de construção e o custo operacional distribuídos no tempo. Entretanto, têm na água dos poros do rejeito e do reservatório o principal elemento instabilizador. (IBRAM, 2016, p.18).

## BARRAGENS DE REJEITOS: SEGURANÇA E LEGISLAÇÃO

Milhares de barragens de rejeitos em todo o mundo contêm bilhões de toneladas de resíduos da indústria de processamento de minerais e a maioria delas foram construídas pelo método a montante. Este método, embora disponível a baixo custo, implica numa série de riscos específicos para a estabilidade da barragem, os quais requerem uma avaliação completa e monitoramento e controle contínuos durante a localização, construção e operação da barragem. A experiência mostra que muitas vezes essas condições não são mantidas (WARBURTON et al., 2019). Assim sendo, o histórico de acidentes relacionados ao descaso com a segurança de barragens no mundo remonta por décadas.

O arcabouço legal em segurança de barragens no mundo teve início no século passado e culminou na recente criação da legislação brasileira relacionada à segurança de barragens (ZATELLI, 2019), a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB - que foi promulgada a partir da lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010. Contudo, observa-se um crescente aumento na preocupação

sobre a segurança de barragens devido aos acidentes ocorridos nos últimos anos, sendo necessária uma maior participação do Estado nesse quesito.

Ainda que sejam diversas as causas diretas desses acidentes, todos eles têm uma dimensão organizacional, [...] as suas causas [...] devem ser buscadas para além das falhas técnicas e humanas [...]. A não ocorrência de um acidente grave e as boas performances no quotidiano podem esconder uma realidade mais inquietante. Porque a catástrofe pode estar latente. (LACAZ; PORTO; PINHEIRO, 2017).

A Agência Nacional das Águas é a reponsável pela segurança de barragens no Brasil, sendo que, atualmente, há 24.092 barragens de diferentes usos (produção de energia, contenção de rejeitos de mineração, disposição de resíduos industriais, entre outros) sob responsabilidade dessa autarquia federal (ANA, 2018).

O número de barragens real de barragens existentes no Brasil com certeza é maior. A maior parte dessas 24 mil cadastradas são barragens de pequeno porte, em propriedades rurais. Além disso, dessas 24 mil barragens cadastradas, apenas cerca de 4,5 mil obedecem aos critérios da PNSB, o que evidencia uma situação preocupante quanto à segurança em barragens. Ressalta-se que a compilação desses números pode ser maior, desde que os órgãos responsáveis pela fiscalização efetuem o cadastro das estruturas no sistema de dados do governo (COSTA, 2019).

Já a Agência Nacional de Mineração - ANM – é a responsável pela gestão da atividade de mineração e dos recursos minerais brasileiros, e já declarou, após o rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho-MG, que não tem verba para fazer a fiscalização necessária das barragens (PASSARINHO, 2019), fato este que, novamente, coloca em prova a segurança das barragens brasileiras.

A lei nº 12.334/2010 estabelece que planos de monitoramento e avaliação sejam exigidos em barramentos que se enquadrem nas características definidas no parágrafo único do seu artigo primeiro, ou seja, que possuam pelo menos uma das características a seguir: I - altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 m (quinze metros); II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos); III - reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis; IV - categoria de DPA (Dano Potencial Associado), médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas.

Assim, a segurança de um barramento deve ser considerada como uma ponderação entre seu grau de qualidade técnica construtiva e sua alternativa locacional (ZATELLI, 2019). A Tabela 2 resume os itens a serem observados para classificação de barragens segundo a segurança conforme proposição do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), através de sua resolução nº 143/2012

que atende ao Artigo 6º, inciso I da Lei 12.334/12, que estabelece como instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens, dentre outros, o sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado.

A Categoria de Risco de uma barragem diz respeito aos aspectos da própria barragem que possam influenciar na probabilidade de um acidente: aspectos de projeto, integridade da estrutura, estado de conservação, operação e manutenção, atendimento ao Plano de Segurança, entre outros aspectos. Já o Dano Potencial Associado é o dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, podendo ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e impactos sociais, econômicos e ambientais. (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM, 2020).

A Tabela 3 apresenta a Matriz de Risco e Dano Potencial Associado elaborada pela ANA para classificação de barragens quanto à segurança. A matriz permite agrupar as barragens em cinco classes (A, B, C, D e E).

Tabela 2. Critérios para classificação das barragens quanto à segurança.

Classificação	Tipo de avaliação	Critérios a serem valorados
Categoria de Risco – CR	Características Técnicas – CT	Altura, comprimento, tipo de barragem quanto ao material de construção, tipo de fundação, idade da barragem, tempo de recorrência da vazão de projeto.
	Estado de Conservação – EC	Confiabilidade das estruturas extravasoras, confiabilidade das estruturas de adução, percolação, deformações e recalques, deterioração do talude/paramento, eclusa.
	Plano de Segurança da Barragem – PSB	Documentação de projeto, estrutura organizacional e qualificação dos profissionais na equipe de segurança e monitoramento, regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem, relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação.
Dano Potencial Associado - DPA	Volume total do reservatório, potencial de perdas de vidas humanas, impacto ambiental, impacto socioeconômico.	

Fonte: Resolução CNRH nº 143/2012.

Tabela 3. Matriz de classificação das barragens quanto ao risco e dano potencial associado.

Categoria de risco	Dano potencial associado		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A	B	C
Médio	A	C	D
Baixo	A	C	E

Fonte: DNPM (2020).

As empresas que apresentam uma classe maior na escala de categoria de risco e dano potencial associado devem elaborar um Plano de Segurança de Barragem mais abrangente, bem como realizar a Revisão Periódica de Segurança de Barragem com maior frequência (MARTINI, 2018).

O Plano de Segurança da Barragem é um instrumento da PNSB de implantação obrigatória, que objetiva auxiliar o empreendedor na gestão da segurança da barragem.

No Brasil, infelizmente, as boas práticas de segurança não são seguidas. Os projetos buscam



reduzir custos ao extremo. O licenciamento ambiental é questionável. A fiscalização dos empreendimentos não é adequada. O monitoramento é feito por meio de autodeclaração das empresas, o que pode gerar fraudes. E a punição... bem, veja o caso de Mariana. Até hoje as famílias atingidas continuam morando em casas alugadas. (TAKAR, 2019).

O Brasil e nem as mineradoras colocam segurança em primeiro lugar, o que precisa ser mudado. Buscar a adoção de um programa falha-zero no armazenamento de rejeitos deve ser a prioridade das agências reguladoras, industriais e das comunidades (DUARTE, 2008).

Apesar da existência de legislação relacionada à segurança de barragens, a maioria dos empreendimentos minerários no Brasil não colocam em prática seus Planos de Segurança da Barragem, que acabam por ficarem “engavetados”, sendo confeccionados, na maioria das vezes, apenas para cumprimento dos requisitos exigidos para licenciamento do empreendimento.

No rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho – MG, os laudos apresentados pela ANM classificavam a barragem como de baixo risco de rompimento e alto potencial de danos (categoria A) (FREITAS; SILVA, 2020). Com essa classificação, a empresa mineradora deveria ter um Plano de Segurança de Barragem elaborado e colocado em prática. Porém, segundo o chefe de Defesa Civil de Brumadinho, a barragem não possuía plano de emergência (WELLE, 2019). Esse fato reforça a negligência dos empreendedores quanto à priorização da segurança em barragens de rejeitos, que pode ser melhorada, conforme IBRAM (2019), com a aplicação de melhores tecnologias disponíveis, implantação de técnicas de gestão e operacionalização dos planos de ação de emergência.

## **O ROMPIMENTO DE UMA BARRAGEM GERA GRANDES TRANSTORNOS**

Vê-se, no decorrer de vários anos e décadas, a ocorrência de inúmeros desastres ambientais relacionados a barragens de rejeitos sem manutenção e com falhas na fiscalização, mal projetadas e que acabam destruindo a vida e o planeta. No mundo, pelo menos 37 desastres considerados muito graves foram registrados no período de 1966 a 2016, conforme relatam Freitas, Silva e Menezes (2016).

As barragens de rejeitos são provavelmente as maiores estruturas feitas pelo homem na Terra e, por isso, sua segurança é essencial para a proteção da vida, do meio ambiente e da propriedade. O registro de segurança relativamente pobre revelado pelo número de falhas em barragens de rejeitos levaram a uma crescente conscientização da necessidade de medidas de segurança aprimoradas no projeto e operação de barragens de rejeitos (*INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS – ICOLD*, 2001).

Na Colúmbia Britânica, Canadá, o colapso da barragem de rejeitos da mina de Monte Polley, em 4 de agosto de 2014, enviou 24 milhões de metros cúbicos de resíduos de minas para o lago Quesnel Hazeltime Cheek e outras hidrovias da área, caracterizando-se como um dos episódios mais devastadores presenciados até os dias atuais pelos moradores da região e do país. O ecossistema aquático foi poluído e os arredores da mina, uma área importante para peixes e um ponto turístico, foi gravemente afetada. Não houve fatalidades, mas muitas pessoas perderam seus meios de subsistência, incluindo milhares de indígenas (MARSHALL, 2017).

No ano seguinte, no Brasil, o rompimento da barragem de rejeitos da mina do Fundão, distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana (MG), em 05 de novembro de 2015, foi um dos episódios mais devastadores na história até os dias atuais, onde foram despejados mais de 40 milhões de m<sup>3</sup> de lama tóxica, vinda da barragem pertencente às mineradoras Samarco, Vale e BHP Billiton, na maior bacia hidrográfica do estado, que foi contaminada com os rejeitos provocando 19 mortes confirmadas (PASSARINHO, 2019). A população ficou sem acesso à água tratada e sem moradia e, depois de anos, a Justiça fez as mineradoras indenizarem as famílias que ficaram desalojadas e que perderam sua fonte de renda; muitos viviam da pesca e pecuária naquela região (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV, 2019).

Em 25 de janeiro de 2019 ocorreu mais um desastre relacionado a barragens de rejeitos no Brasil e, mais uma vez, a vida e a natureza foram contaminadas e devastadas com o rompimento da barragem da Mina do Feijão, em Brumadinho, Minas Gerais. Com mais de 250 mortes (LINHARES, 2020), esse desastre despejou cerca de 12 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos no Rio Paraopeba e no Rio São Francisco via Lago de Três Marias (PASSARINHO, 2019). Índícios de grande presença de metais pesados foram encontrados nesses corpos hídricos mostrando que a pecuária, agricultura e o abastecimento público foram afetados (POLIGNANO; LEMOS, 2020).

Entre as principais causas dos rompimentos supracitados, o gerenciamento inadequado das estruturas é um deles e isso não é uma novidade, pois esta constatação já havia sido apresentada no boletim 121 da ICOLD (2001).

Os desastres ocorridos com as barragens de rejeitos das minas de Mount Poulley, Fundão e Feijão são considerados por Pereira (2019) como desastres anunciados e podem ser entendidos como símbolos do poder desregulado das corporações transnacionais. Em ambos os casos, foram feitos inúmeros avisos sobre a falta de segurança das barragens, sendo estes ignorados pelas mineradoras que seguiram em suas produções diárias, apesar dos sérios riscos de rompimento (RIBEIRO; MADUREIRA, 2019).

Além dos exemplos apresentados anteriormente, há vários outros episódios na história

relacionados a falhas na segurança e monitoramento de barragens. Diante desses desastres, muitos países tomaram medidas drásticas, mudando a forma de execução e monitoramento dessas obras. Porém, no Brasil, a situação é um pouco mais grave na qual, mesmo existindo leis e normas, pouco ou quase nada ainda foi feito diante da magnitude dos prejuízos ocasionados pelos rompimentos dos barramentos mencionados.

Segundo a ANA (2017), o Brasil registra mais de 3 acidentes por ano envolvendo barragens, o que é um índice elevado. A autarquia relata ainda, em relatório publicado em 2017, que 45 barragens estavam comprometidas, a maior parte destas no Nordeste e algumas no estado de Minas Gerais, evidenciando um cenário que precisa ser mudado, ou seja, o monitoramento e a fiscalização de barramentos devem ser intensificados e levados mais a sério.

## **A FISCALIZAÇÃO TEM SIDO MUITO FALHA**

“Para se reduzir os grandes impactos da mineração, será necessário aumentar as exigências ambientais e a fiscalização, obrigando a mudanças no comportamento das mineradoras.” (PENNA, 2009).

Fiscalizar é estar atento a irregularidades, é estar atento a falhas e erros, é observar. Fiscalizar traz segurança tanto aos órgãos competentes quanto para a população que vive no entorno de áreas de riscos.

Os requisitos de segurança é dever das empresas mineradoras. Porém, de acordo com a lei nº 12.334/2010, a responsabilidade da fiscalização dos barramentos de rejeitos de mineração é do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), do Ministério de Minas e Energia.

A ANA é responsável pelo Relatório de Segurança de Barragens (RSB) que, é um dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estabelecida pela lei nº 12.334/2010, o qual consolida as informações de todos os órgãos fiscalizadores de segurança de barragens no país sobre a situação da segurança das barragens brasileiras. Seu objetivo apresentar à sociedade panorama da evolução da segurança das barragens brasileiras e da implementação da PNSB, e apontar algumas diretrizes para a atuação de fiscalizadores e empreendedores de barragem, além de destacar os principais acontecimentos no ano (ANA, 2018).

No entanto, os relatórios emitidos pela ANA não são confiáveis e acabam por refletir a necessidade da intensificação na fiscalização dos barramentos.

Os dados dos relatórios da ANA são falhos, entre outros motivos porque são coletados junto a outras agências fiscalizadoras: a Agência Nacional de Mineração (ANM), a Agência Nacional

de Energia Elétrica (Aneel) e órgãos estaduais – que podem fazer seus próprios balanços com base em outros critérios. (FONSECA, 2019).

As vistorias deveriam ocorrer semestralmente, para riscos elevados, e anualmente ou bianualmente ou até a cada cinco ou dez anos para riscos menores.

A periodicidade das vistorias depende do porte da barragem. Regulamentação da ANA determina que as inspeções sejam semestrais no caso de estruturas em más condições e com risco elevado de danos à jusante, ou então anuais, bianuais e mesmo a cada cinco ou dez anos. Existe ainda o plano de ação emergencial (PAE), que dá a diretriz de procedimentos para cada tipo de falha, desde o pequeno vazamento até o rompimento total da estrutura, e que é acionado em conjunto pela defesa civil, órgão de fiscalização e gestor da barragem. (AGUIAR, 2014).

No entanto, o cumprimento dessa periodicidade não ocorre no Brasil. E a fiscalização não é falha apenas no quesito frequência das vistorias. O número de barragens vistoriadas, bem como o número de barragens em situação regular de cadastro, fica muito aquém do necessário para garantia da segurança da estrutura.

[...] fiscalização das barragens: a maior parte fica sob encargo da Agência Nacional de Mineração (ANM), responsável por 790 reservatórios. Em 2017, apenas 211 foram verificadas pela agência. A equipe de vistoria era de apenas 20 pessoas. A ANA, responsável pelo relatório de segurança, vistoriou 24 barragens. Em Minas, a secretaria estadual informou a vistoria de 125 estruturas. (FONSECA, 2019).

Em Minas Gerais, essa fiscalização apresenta-se claramente comprometida, conforme relata Marques e Cruz (2015):

Em Minas Gerais existem 311 (trezentas e onze) barragens de rejeito cadastradas no DNPM. Dessas, 217 estão inseridas na Política Nacional de Segurança e necessitam obrigatoriamente do Plano de Segurança de Barragens e devem ser objeto de fiscalização. O DNPM conta com apenas 5 técnicos especialistas para realizar a fiscalização de todas essas estruturas de contenção de rejeitos do Brasil. Em Minas Gerais, o número de técnicos especialistas é de 3. Assim, considerando-se que a maior parte das estruturas existentes em Minas Gerais é classificada como Classe A, B ou C, pois possuem dano potencial associado alto ou médio e requerem maiores cuidados com acompanhamento anual, tem-se que ao final desse período, cada técnico lotado em MG deveria vistoriar um total de 72 barragens em um ano (11 meses), o que dá cerca de 6 barragens por mês! Imaginando-se ainda que 10% das barragens que constam do cadastro (22 barragens) estejam em operação e tenham sofrido alteamento, cada técnico teria, ainda, de vistoriar mais 7 barragens extras por ano, ou seja, uma a cada 1 mês e meio, aproximadamente. Some-se a isso o fato de que os mesmos técnicos têm, ainda, de atender a denúncias da Polícia Federal, do Ministério Público Estadual, do Ministério Público Federal, realizar vistorias e avaliar Relatórios Finais e Parciais de Pesquisa Mineral, atender a denúncias de Lavra Ilegal e contar com apenas uma caminhonete para toda a equipe, tem-se uma situação insustentável, tanto em termos de pessoal, quanto de infraestrutura. (MARQUES; CRUZ, 2015).

O estado por sua vez não tem capacidade de exercer seu papel como agente controlador e fiscalizador, e o que tem feito é apenas prorrogar os prazos estabelecidos por lei e resoluções. O estado

e a federação ainda se vitimizam e apenas anunciam que estão tomando medidas de precauções e prevenção para melhor segurança.

Dessa forma, permite-se inferir, diante das dificuldades relatadas quanto à fiscalização das barragens de rejeitos de mineração, que a única solução para reduzir drasticamente os acidentes é a redução da quantidade de resíduos produzidos pelas mineradoras e enviados a essas barragens. Logo, mudanças de comportamentos por parte das mineradoras se fazem necessárias.

## **PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O CENÁRIO NACIONAL**

A ANM proíbe barragens de rejeitos pelo método a montante ou desconhecido em todo território nacional visando reduzir ou eliminar o risco de novos rompimentos, segundo a resolução nº 04 de 15 de fevereiro de 2019, que estabelece prazos para a descaracterização imediata e apresentação de um projeto técnico de descomissionamento para reforço a jusante ou a construção de uma nova estrutura. De acordo com a resolução, as empresas poderão permanecer ativas até 15 de agosto 2021, e a conclusão para o descomissionamento será até 15 de agosto de 2023.

Porém, um ano e meio após a promulgação da referida resolução, a efetividade do cumprimento de seus preceitos ainda não é perceptível. No atual momento no Brasil, para se ter uma noção, ainda existem 88 barragens pelo método a montante que ainda não foram interditadas e estão em funcionamento.

A mineradora Vale, entretanto, após o desastre de Brumadinho, decidiu referendar a eliminação e descomissionamento (esvaziamento ou integração ao meio ambiente) de todas as barragens a montante sob responsabilidade da empresa (BASTOS, 2019).

O método a montante ou desconhecido também já é proibido em outros países, como Chile e Peru, e esse método já havia sido suspenso em território mineiro, depois do rompimento da barragem de Mariana, pelo decreto 46.993/2016, impedindo a abertura e ampliação de novas barragens por este método. Mesmo assim, ocorreu em 2019 o rompimento da barragem de Brumadinho, evidenciando mais uma vez que, apesar da legislação existente, a falta de fiscalização e a negligência das mineradoras imperam sobre essa problemática, tornando difícil sua resolução ou extinção.

Apesar de todas as exigências legais apresentadas, há de se ressaltar que realização a eliminação, descomissionamento ou descaracterização de uma barragem é uma novidade para as empresas mineradoras do país e que se trata de um processo demorado e que deve ser feito com o mesmo rigor e padrões de segurança que sua construção. Afinal de contas, a eliminação das

barragens de rejeito pelo método a montante realizada às pressas, sem o devido projeto e acompanhamento técnico, pode vir a gerar novos desastres.

A perspectiva futura, então, remete à adoção de métodos mais seguros para a disposição de rejeitos pelas mineradoras e melhorias em seu gerenciamento. Tecnologias que envolvem processamento a seco dos minérios são uma alternativa. Adicionalmente, IBRAM (2016) cita os métodos de empilhamento drenado, disposição de rejeitos com secagem, filtragem mineral de rejeitos, processamento e concentração magnética dos rejeitos sem utilização de água como adequados para a deposição final dos rejeitos da mineração sem a geração de grandes volumes de lama. As barragens de rejeito continuam adequadas, porém, por questões de segurança, deve-se preferir aquelas construídas por alteamento a jusante.

IBRAM (2016) ainda cita o aproveitamento dos rejeitos para outros usos, como preenchimento de cavas exauridas, finalidades agrícolas, estabilização de solos, entre outros usos, como uma nova rota tecnológica para a disposição adequada e segura dos rejeitos de mineração. Qualquer que seja o método escolhido para substituir as barragens construídas por alteamento a montante, não se pode esquecer que os rejeitos de mineração, de um modo geral, possuem metais pesados que, em contato com o meio ambiente, são fontes de contaminação da fauna e flora. Além de seguro, o método adotado também deve ser sustentável.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As rupturas de barragens de rejeitos de mineração ocorridos nos últimos anos no Brasil indicam uma necessidade urgente de melhorias, por parte das mineradoras, no gerenciamento sustentável dos rejeitos e investimentos em planos de segurança. Já por parte das instituições governamentais, é clara a necessidade de melhorias na fiscalização. As empresas mineradoras precisam entender que os padrões devem ser respeitados, não por medo de ser multado, mas sim pelo exercício racional da cidadania, no qual todos possuem direitos e deveres, e que os deveres devem ser cumpridos para uma sociedade dar certo. Isto porque a legislação brasileira não é ruim, ela só não seguida, na maioria das vezes. E considerando o fato da falta de profissional para realização da fiscalização, fica difícil de se chegar a um bom resultado quanto à segurança das barragens de rejeitos sem o comprometimento e cumprimentos dos deveres relativos às mineradoras. O Brasil não investe em fiscalização e por isso a falta de senso ocasiona grandes colapsos e catástrofes. E o problema da fiscalização inicia-se no licenciamento ambiental, em que a mineradora contrata uma empresa especializada, que preenche os formulários com base em informações repassadas pela

empresa. Como não é de interesse da empresa que a licença não seja concedida, nem todas as informações são repassadas, principalmente aquelas comprometedoras. Uma vez que a documentação é complexa e que não há corpo técnico no governo para avaliar tudo, não há contraprova e o jeito é confiar nas informações fornecidas pela empresa. Assim, conclui-se que uma mudança radical da metodologia de monitoramento e uma fiscalização eficaz são necessárias, para que se verifique eficiência no cumprimento das normas de segurança juntamente com as mineradoras. Para isso, baseado em Zatelli (2019), o reforço da segurança das barragens de rejeitos de mineração no Brasil poderia ser conseguido a partir da(o): i) implementação de um diagnóstico emergencial das condições de segurança das barragens de rejeitos; ii) implantação de medidas de reforço estrutural em barragens com riscos elevados de ruptura; iii) revisão dos sistemas de monitoramento de riscos aplicáveis às barragens de rejeitos; iv) avaliação da viabilidade da implantação de novas tecnologias e sistemas de diagnóstico, monitoramento e alerta online; v) ampliação do rigor nas avaliações de riscos nos projetos de barragens de rejeitos de mineração; vi) priorização da segurança em detrimento aos aspectos econômicos nos projetos minerários.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **45 barragens preocupam órgãos fiscalizadores, aponta Relatório de Segurança de Barragens elaborado pela ANA**. 2018. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias/45-barragens-preocupam-orgaos-fiscalizadores-aponta-relatorio-de-seguranca-de-barragens-elaborado-pela-ana>>. Acesso em 15 set. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Water resource management and the mining industry**. Brasília: ANA/IBRAM, 2013. 334 p. Available from: <[http://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=21748&tipo\\_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=6901&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0](http://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=21748&tipo_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=6901&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0)>. Access on 15 Sept. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Resolução nº 4**, de 15 de fevereiro de 2019. Brasília, 15 de fevereiro de 2019. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/63799094/do1-2019-02-18-resolucao-n-4-de-15-de-fevereiro-de-2019-63799056](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/63799094/do1-2019-02-18-resolucao-n-4-de-15-de-fevereiro-de-2019-63799056)>. Acesso em 26 jul. 2020.

AGUIAR, D. P. de O. **Contribuição ao estudo do índice de segurança de barragens – ISB**. Campinas: UNICAMP, 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil).

ARAUJO, C. B. **Contribuição ao estudo do comportamento de barragens de rejeito de mineração de ferro**. 2006. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS. **Clipping**. 2019. Disponível em: <<https://dspace.almg.gov.br/bitstream/11037/32800/1/2019%20FEV%2028%20comp%28edit%29.pdf>>. Acesso em 15 set. 2020.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS. **Decreto nº 46933**, de 20 de janeiro de 2016. Disponível em:

<<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=46933&comp=&ano=2016>>. Acesso em 15 out. 2020.

BASTOS, S. **Vale anuncia que vai eliminar barragens iguais às de Mariana e Brumadinho**. 2019. Disponível em: <<https://portalgaditas.com.br/tag/minas-gerais/>>. Acesso em 15 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.334**, de 20 de set. de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm)>. Acesso em 29 jul. 2020.

CARDOZO, F. A. C.; PIMENTA, M. M.; ZINGANO, A. C. Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração – uma revisão. **Holos**, ano 32, v. 08, 2016. DOI: 10.15628/holos.2016.5367

COSTA, C. **Brumadinho: Brasil tem mais de 300 barragens de mineração que ainda não foram fiscalizadas e 200 com alto potencial de estrago**. Londres: BBC News Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47056259#:~:text=%22O%20n%C3%BAmero%20de%20barragens%20com,portanto%2C%20devem%20ser%20fiscalizadas%20regularmente>>. Acesso em 15 set. 2020.

DAVIES, M. P.; MARTIN, T. E. **Mine tailings dams: when things go wrong in proceedings of tailing dams**. Las Vegas: Association of State Dam Safety Officials, U.S. Committee on Large Dams, 2000. p. 261-273.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Guia rápido sobre Planos de Segurança de Barragens**. 2020. Disponível em: <[http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesacivil/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-12/guia\\_rapido\\_de\\_barragens.pdf](http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesacivil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/guia_rapido_de_barragens.pdf)>. Acesso em 15 set. 2020.

DUARTE, A. P. **Classificação das barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais no estado de Minas Gerais em relação ao potencial de risco**. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Belo Horizonte: UFMG, 2008.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. **Technical report design and evaluation of tailings dams**. Washington, DC, 1994. Available from: <<https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/industrial/special/web/pdf/tailings.pdf>>. Access on 15 set. 2020.

FONSECA, B. **Brasil registra mais de três acidentes em barragens por ano**. 2019. Disponível em: <<https://apublica.org/2019/01/brasil-registra-mais-de-tres-acidentes-em-barragens-por-ano/>>. Acesso em 15 out. 2020.

FREITAS, C. M. de; SILVA, M. A. dá; MENEZES, F. C. de. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Cienc. Cult.** São Paulo, v. 68, n. 3, p. 25-30, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000300010>.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. Work accidents which become disasters: mine tailing dam failures in Brazil. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**: publicação oficial da Associação Nacional de Medicina do Trabalho-ANAMT, v. 17, n.1, p. 21-29. 2020. DOI: 10.5327/Z1679443520190405

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS – FGV. **Parâmetros para a Reparação do Direito à Moradia no Contexto do Rompimento da Barragem de Fundão**. São Paulo: FGV, 2019. 236 p.



INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Gestão de barragens e estruturas de disposição de rejeitos**. Brasília: IBRAM, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração**. Brasília: IBRAM, 2016, 128 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE – InBS. **O que é barragem?** 2019. Disponível em: <<https://www.inbs.com.br/o-que-e-barragem/>>. Acesso em 15 set. 2020.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS – ICOLD. **tailings dams, risk of dangerous occurrences: lessons learnt from practical experiences**, Bulletin 121, 2001.

JULIO, R. A. **Modelo de barragem usado em Brumadinho e Mariana é o mais barato e menos seguro**. 2019. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2019/01/modelo-de-barragem-usado-em-brumadinho-e-mariana-e-o-mais-barato-e-menos-seguro.html>>. Acesso em 15 set. 2020.

LACAZ, F. A. de C.; PORTO, M. F. de S.; PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Rev. bras. Saúde ocup.**, São Paulo, v.42, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000016016>

LINHARES, C. Um ano após tragédia, bombeiros ainda peneiram lama em Brumadinho. **Folha de São Paulo**, 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/01/um-ano-apos-tragedia-bombeiros-ainda-peneram-lama-em-brumadinho.shtml>>. Acesso em 15 out. 2020.

MARSHALL, J. Rompimentos de barragens de rejeitos no Brasil e no Canadá: uma análise do comportamento corporativo. **Caderno Eletrônico de Ciências Sociais**, v. 5 n. 1, p.27-46, 2017. DOI: <https://doi.org/10.24305/cadecs.v5i1.2017.17793>

MARTINI, B. D. **Sistema web para gestão de segurança de barragens**. Ouro Preto: UFOP, 2018. 95f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 143**, de 10 de julho de 2012. Disponível em: <<https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/1922-resolucao-n-143-de-10-de-julho-de-2012/file>>. Acesso em 15 out. 2020.

NOGUEIRA, M.; SPRING, J.; PLUMB, C. **Vale misled public on dangerous dams, prompting Brazil probe**. 2019. Available from: <<https://graphics.reuters.com/VALE-DISASTER/0100B29R1CC/index.html>>. Access on 15 Sept. 2020.

ODILLA, F. da. **Brumadinho: Quais são os tipos de barragem e por que a Vale construiu a menos segura na mina Córrego do Feijão?** Belo Horizonte: BBC News Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47048439>>. Acesso em 15 set. 2020.

PASSARINHO, N. **Fiscalização de barragens: órgão federal de controle é o 2º mais exposto a fraudes e corrupção, diz TCU**. Terra Brasil, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/2GFuuV1>>. Acesso em 15 set. 2020.

PENNA, C. G. **Efeitos da mineração no meio ambiente**. 2009. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/colunas/carlos-gabaglia-penna/20837-efeitos-da-mineracao-no-meio->

