

CAPÍTULO 5

Panorama de onde estão os riscos e os danos associados às barragens de mineração no Brasil¹

Geise Corrêa Teles

Marcelo Marini Pereira de Souza

RESUMO

Na última década, o Brasil foi marcado pelas duas maiores tragédias da mineração no território nacional, que resultaram na morte de centenas de pessoas e em danos irreversíveis para o ambiente. Elas ocorreram no estado de Minas Gerais e reacenderam o alerta sobre o tema segurança de barragens. Como decorrência, em 2020 o país instituiu a lei nº 14.066/2020, alterando a lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). As alterações legais buscam, entre outras coisas, trazer transparência sobre a gestão e a segurança do setor, que é controverso. Assim, com base nos dados do Sistema de Informações sobre Segurança de Barragens de Mineração (SIGBM), o presente capítulo apresenta o panorama atual das barragens de rejeitos no Brasil. Entre as variáveis observadas estão: quantitativo

1 Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo financiamento da pesquisa de doutorado da primeira autora, cujos desdobramentos fazem parte deste trabalho.

de barragens inseridas na PNSB, categoria de risco, dano potencial associado e nível de alerta e emergência. A análise dos dados indica que Minas Gerais, Mato Grosso e Pará são, respectivamente, os estados que apresentam a maior quantidade de barragens inseridas na PNSB, sendo Minas Gerais o estado que apresenta o maior quantitativo de barragens com risco, dano potencial associado alto e barragens declaradas com nível 3 de emergência, cujo monitoramento deve ser permanente em função da dinâmica do setor.

Palavras-chave: barragens de rejeito; legislação; gestão de risco.

OVERVIEW OF THE RISKS AND DAMAGES ASSOCIATED WITH MINING DAMS IN BRAZIL

ABSTRACT

In the last decade, Brazil has been marked by the two biggest mining tragedies in the country, resulting in the deaths of hundreds of people and irreversible damage to the environment. They took place in the state of Minas Gerais and reignited awareness of the issue of dam safety. As a result, in 2020 the country instituted Law No. 14.066/2020, amending Law No. 12.334/2010, which establishes the National Dam Safety Policy (PNSB). The legal changes seek, among other things, to bring transparency to the management and safety of the sector, which is controversial. Based on data from the Mining Dam Safety Information System (SIGBM), this chapter presents the current panorama of tailings dams in Brazil. Among the variables observed are number of dams included in the PNSB, risk category, associated potential damage and alert and emergency level. Analysing the data shows that Minas Gerais, Mato Grosso and Pará are, respectively, the states with the largest number of dams included in the PNSB, and Minas Gerais is the state with the largest number of dams with risk, high associated potential damage and dams declared at emergency level 3, which must be permanently monitored due to the dynamics of the sector.

Keywords: tailings dams; legislation; risk management.

5.1 INTRODUÇÃO

Uma barragem de rejeito de mineração pode ser definida como uma estrutura construída para conter materiais resultantes do beneficiamento de um minério. O tipo de rejeito armazenado nessa estrutura depende do minério principal e das substâncias misturadas no processo de beneficiamento (Paulelli *et al.*, 2022). As barragens de contenção de rejeitos são construídas levantando-se, inicialmente, um dique de partida, sucedido pela construção de alteamentos, que permitem o aumento do volume útil de deposição dos rejeitos (Cardozo; Pimenta; Zingano, 2016).

Os diferentes tipos de materiais armazenados, os distintos métodos construtivos e a localização das barragens, que podem apresentar populações e áreas ambientalmente sensíveis a jusante, tornam a segurança dessas estruturas indispensável. A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), regulamentada pela Lei nº 14.066/2020, considera essas variáveis na classificação das barragens quanto ao risco, ao dano potencial associado e ao nível de alerta e emergência.

A recente estruturação da PNSB enfrenta uma antiga trajetória de exploração do setor mineral marcada por acidentes e desastres ambientais. Entre as causas da ampliação do número de acidentes com barragens nos últimos dez anos, destacam-se o crescimento no ritmo de extração dos minérios, devido ao aumento da procura do produto no mercado internacional, durante o superciclo mineral (2004-2014), e a ampliação da extração de minérios para manter os ganhos após o superciclo, uma vez que houve redução do valor do minério no mercado após esse período (Seas, 2020).

O aumento do número de rejeitos armazenados em barragens é justificado pela inviabilidade econômica do reaproveitamento desse material, cujo teor-limite, definido pela diferença entre o custo embutido na exploração de cada mina e o valor ganho por ela (Luz; Lins, 2010) é considerado antieconômico, o que evidencia o imperativo econômico sobre as questões socioambientais.

As distintas causas dos acidentes expostas pelas contradições apresentadas no setor mineral contrapõem a regulação imposta pela PNSB, indicando que a obrigatoriedade na transparência das informações sobre segurança de barragens e o monitoramento delas é um tema urgente. No Brasil, o único banco de dados sobre barragens de mineração fornecido de forma gratuita é o Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM), atualmente gerido pela Agência Nacional de Mineração (ANM).

Tendo como base as informações contidas no SIGBM, o objetivo do presente estudo é apresentar o panorama atual das barragens de contenção de rejeitos no Brasil no que tange às categorias risco, dano potencial associado e nível de alerta e emergência, definidas pela Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).

5.2 METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza por ser uma pesquisa descritiva e exploratória, baseada no levantamento bibliográfico, no exame da legislação vigente para barragens de mineração e em dados secundários do Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM). A partir do levantamento bibliográfico foi possível compreender a problemática referente à segurança de barragens de mineração no Brasil e as lacunas existentes no campo da gestão de risco nesse setor. Por meio do exame da legislação foi possível expor como as barragens são normatizadas no país e como os dados relativos a essas barragens são construídos.

Sem se configurar como uma pesquisa bibliométrica e sistemática, o estudo se inicia pela leitura de textos basilares referentes ao aporte teórico supramencionado e segue com a busca de produções científicas disponíveis em reputáveis plataformas eletrônicas científicas. Foram consultadas obras nas Plataformas científicas Web of Science, Science Direct e no Portal de Periódicos Capes. Um filtro foi utilizado para capturar somente as produções dos últimos oito anos (2015-2022). Dentro desse recorte temporal também foram utilizados termos de busca associados: “reported tailings dam failures” e “barragem de rejeito de mineração”. Nessa busca, foram considerados somente artigos nas áreas de ciências ambientais e sociais.

Do conjunto das centenas de estudos encontrados, foi realizada uma triagem preliminar, que consistiu na leitura dos resumos e das referências utilizadas pelos autores. Essa triagem foi realizada entre os 30 artigos de maior relevância de cada plataforma de busca, excluíram-se os artigos com problemas para abrir e os com acesso pago. O resultado dessa filtragem foi a identificação de 10 textos completos com contribuições recentes ao tema tratado na pesquisa, cujas ideias-chave foram articuladas para produzir o enquadramento teórico-metodológico do estudo proposto. Após a leitura integral desses textos, foram incluídas outras referências, encontradas por meio de indicações e nas próprias bibliografias dos artigos.

Para obtenção do panorama atual das barragens foram utilizados dados do cadastro nacional de barragens de mineração, contidos no SIGBM, versão pública. Considerou-se as seguintes variáveis: barragens inseridas na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), categoria de risco, dano potencial associado e nível de alerta e emergência. Essas variáveis foram escolhidas por apresentarem a condição atual de segurança técnica das barragens, por apresentarem uma tentativa de mensuração do grau de risco e danos associados, em casos de possíveis acidentes, e por contemplarem barragem em todo o território nacional.

A análise dos dados foi realizada com o apoio da ferramenta Google Sheets utilizando a função de tabela dinâmica para o cruzamento de dados das variáveis estudadas.

5.3 LEGISLAÇÃO APLICADA À SEGURANÇA DE BARRAGENS NO BRASIL

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) tem como objetivo garantir a observância dos padrões de segurança de barragens, regulamentar ações de segurança nas distintas fases de vida de uma barragem, definir procedimentos emergenciais e fomentar a atuação conjunta dos agentes envolvidos na prevenção e redução de acidentes ou desastres. (Brasil, 2020). Ela é aplicada em barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que tenham pelo menos uma das características apresentadas no Art. 1º da lei 14.066/2020, que podem representar risco e dano para o ambiente e população circundante.

No Quadro 5.1 são descritas as normativas que regulamentam a PNSB.

Quadro 5.1 Normativas que regulamentam a PNSB

Tipo de Norma	Órgão Responsável	Norma
Leis	-	<ul style="list-style-type: none"> Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066 de 30 de setembro de 2020.
Portarias	Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)	<ul style="list-style-type: none"> Portaria DNPM nº 14, de 15 de janeiro de 2016; Portaria DNPM nº 70.389, de 17 de maio de 2017.
Resoluções	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)	<ul style="list-style-type: none"> Resolução ANA nº 91, de 10 de abril de 2012.
	Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)	<ul style="list-style-type: none"> Resolução do CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012; Resolução do CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012; Resolução do CNRH nº 178, de 29 de julho de 2016; Resolução do CNRH nº 223, de 20 de novembro de 2020.
	Agência Nacional de Mineração (ANM)	<ul style="list-style-type: none"> Resolução ANM nº 13, de 8 de agosto de 2019; Resolução ANM nº 32, de 11 de maio de 2020; Resolução ANM nº 40, de 6 de julho de 2020; Resolução ANM nº 51, de 24 de dezembro de 2020; Resolução ANM nº 56, de 28 de janeiro de 2021; Resolução ANM nº 95, de 07 de fevereiro de 2022; Resolução ANM nº 130, de 24 de fevereiro de 2023.

Fonte: adaptado de Leão e Santiago, 2022.

Na conjuntura atual, a Lei nº 12.334/2010 passa a vigorar com alterações estabelecidas pela Lei nº 14.066/2020. As modificações circunscrevem correções de erros de acidentes ocorridos, buscando reduzir o risco das possíveis causas. Reforçam-se informações referentes à prevenção de acidentes e ações emergenciais, pois a segurança das barragens depende, majoritariamente, do monitoramento da empresa responsável.

Ao empreendedor, empresa responsável pela barragem, cabe a responsabilidade de elaboração do Plano de Segurança de Barragens, que é um instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragem (PNSB), que tem a função de auxiliar a gestão e segurança de uma barragem. Ele é composto por um repositório de dados, infor-

mações de controle e monitoramento e documentos da estrutura da barragem. Dele, faz parte o Plano de Ação Emergencial (PAE), cujo objetivo é evitar ou minimizar danos causados por acidentes com barragens, que podem incluir perdas de vidas e destruição de ambientes.

Todas as barragens inseridas na PNSB devem elaborar o Plano de Segurança de Barragens, mas somente as que possuem Categoria de Risco Alto (CRI) e/ou Dano Potencial Associado (DPA) alto ou médio estão sujeitas à elaboração do PAE. A classificação em CRI e DPA também é um instrumento da PNSB, disciplinado inicialmente pelas Resoluções CNRH n° 143/2012 e n° 144/2012, e, atualmente, consolidado pela Resolução ANM n° 95/2022.

A Agência Nacional de Mineração (ANM), órgão federal vinculado ao Ministério de Minas e Energia (MME), com a extinção do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em 2017, é atualmente a entidade reguladora responsável pela fiscalização das barragens de rejeitos de mineração. O principal instrumento de fiscalização da ANM é o Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM), atualmente regulamentado pela Resolução ANM n° 95/2022, que agrega as informações atualizadas sobre todas as barragens cadastradas na PNSB no território nacional. Esse sistema é alimentado pelos empreendedores, cabendo aos órgãos ambientais a fiscalização da veracidade das informações fornecidas.

Subjugados às autarquias federais, estão os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente. Esses órgãos devem obedecer à PNSB, complementando ações de fiscalização e controle com as regulamentações locais.

5.3.1 Classificação da Categoria Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA)

A Resolução ANM n° 95/2022, art. 2°, incisos XI e XVI estabelece os critérios gerais de classificação de barragens quanto ao risco e ao dano potencial associado.

Quanto à classificação da Categoria Risco (CRI), ela resulta do somatório de três aspectos gerais: Características Técnicas (CT), Estado de Conservação (EC) e Plano de Segurança de Barragens (PSB), cada uma delas com distintas variáveis. As faixas de classificação variam entre risco alto (≥ 80), risco médio (40 a 80) e risco baixo (≤ 40), porém, barragens com $EC \geq 10$ são automaticamente classificadas com risco alto.

Essa classificação de risco trazida pela Resolução ANM n° 95/2022 se diferencia da antiga classificação trazida pela Resolução CNRH n° 143/2012 pela inserção de sete novas variáveis no somatório das CT da barragem. Entre elas, estão: o controle da drenagem interna da barragem, o método construtivo, a coerência entre a instrumentação da barragem e o projeto construtivo e a idade da barragem. Ao EC,

também foi acrescentada uma nova variável: o controle da drenagem superficial da barragem. Por outro lado, não houve mudanças quanto às variáveis do Plano de Segurança de Barragem.

A Resolução ANM nº 95/2022 não trouxe alterações na classificação de Dano Potencial Associado (DPA), classificado, segundo a Resolução CNRH nº 143/2012, como alto (≥ 13), médio ($7 < \text{DPA} < 13$) ou baixo (≤ 7), resultado do somatório de quatro aspectos: volume total do reservatório, existência de população a jusante, impacto ambiental e impacto socioeconômico. Para a definição de impactos ambientais e socioeconômicos, mantiveram-se os critérios de presença/ausência.

Essa definição de impacto por presença e/ou ausência de populações ou ambientes sensíveis a jusante da barragem impossibilita a identificação dos impactos diretos, pois a interação entre uma ação e um componente ambiental não caracteriza propriamente um impacto (Sánchez, 2020). Além disso, a relação entre o componente ambiental e social é desconsiderada nesta classificação, sendo que também não são considerados impactos indiretos e cumulativos.

A ausência de detalhamento na classificação e na atribuição de peso dos impactos continua sendo um problema presente na nova Resolução. A definição de subcritérios, detalhando os tipos de impactos decorrente de cada variável analisada, auxiliaria na identificação dos reais impactos que o rompimento de uma barragem pode ocasionar, pois a presença de população não caracteriza apenas perda de vida humana; pode representar também deslocamentos, redução da qualidade de vida e traumas psicológicos, por exemplo, assim como a contaminação do ambiente não é isolada e, dependendo da substância poluidora, pode desencadear distintos impactos associados (Carvalho; Corteletti, 2021).

5.3.2 Níveis de alerta e emergência de uma barragem de mineração

A Resolução ANM nº 95/2022 estabelece os níveis de controle da instrumentação das barragens, visando a subsidiar a tomada de decisão para ações preventivas e corretivas. Cada estrutura, individualmente, deve fazer avaliações de segurança e classificá-la segundo os níveis normal, alerta e emergência.

Uma barragem passa de um nível considerado normal para um nível de alerta quando for detectada anomalia que não implique risco imediato à segurança da estrutura, mas que deve ser controlada e monitorada. Ocorre também quando a declaração de conformidade e operacionalidade do Plano de Ação Emergencial de Barragem de Mineração (PAEBM) não for enviado para o SIGBM ou não estiver em anuência com o PAEBM. As emergências se iniciam com uma Inspeção de Segurança Especial (ISE), visando a corrigir anomalias não controladas.

A identificação do nível de emergência é usada para graduar as emergências em potencial que possam comprometer a segurança de uma barragem (Brasil, 2022). Ela pode ser classificada, de acordo com a Resolução ANM n° 95/2022, em nível de emergência 1, 2 ou 3.

O nível de emergência 1 ocorre quando uma barragem de mineração estiver com categoria de risco alto, anomalia com pontuação 6 (os valores variam de 0 a 10) em mais de uma das variáveis do estado de conservação da barragem (confiabilidade das estruturas extravasoras, percolação, deformações e recalque, deterioração dos taludes e drenagem superficial), detectadas em quatro Extratos de Inspeção Regular (EIR) seguidos (período de 2 meses); quando for localizada anomalia com pontuação 10 em qualquer variável do estado de conservação da barragem, detectada em um único EIR (período de 15 dias); quando o Fator de Segurança (estabilidade do talude), nas condições drenada ou não drenada, encontrar-se momentaneamente abaixo dos valores mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 13.028/2017; ou quando ocorrer qualquer situação de comprometimento da estrutura.

Quando as anomalias indicadas no nível de emergência 1 não são controladas ou extintas, a condição de emergência da barragem passa para o nível 2. No nível de emergência 2, será desenvolvida uma nova Inspeção de Segurança Especial (ISE) para cada anomalia não controlada, até que elas se extingam ou sejam controladas. Caso não ocorra, a barragem passa para o nível de emergência 3, que é um indicativo de ruptura inevitável ou imediata. Esse nível de emergência prevê a suspensão instantânea das atividades relativas à barragem em questão e declaração de emergência, para que ações adotadas no Plano de Ação Emergencial de Barragem de Mineração (PAEBM) sejam colocadas em prática.

As práticas de controle e extinção das anomalias detectadas nas barragens, assim como a execução de ações de mitigação e controle de possíveis danos causados, dependerão da construção e da execução efetiva tanto do Plano de Segurança da barragem de mineração (PSBM) quanto do PAEBM. Os acidentes com barragens registrados no Brasil, provocados em sua maioria por falhas desconhecidas, indicam dissonância com esses planos (Guidicini, Sandroni; Mello, 2021)

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados do SIGBM, no período de produção desta pesquisa, indicam a existência de 920 barragens de mineração no Brasil. Destas, 461 estão inseridas na PNSB e 459 não se enquadram nessa política (Tabela 5.1). O enquadramento à PNSB é estabelecido para barragem que tenham: altura maior ou igual a 15 metros, capacidade do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³ (três milhões de metros cúbicos), reservatório

que contenha resíduos perigosos, categoria de dano potencial associado médio ou alto ou categoria de risco alto (Brasil, 2020).

Tabela 5.1 Quantidade de barragens de mineração no Brasil por estado

UF	Inseridas na PNSB	Não inseridas na PNSB	Total por estado
AL	1	0	1
AM	8	7	15
AP	8	10	18
BA	15	64	79
GO	10	12	22
MA	1	1	2
MG	206	140	346
MS	6	11	17
MT	76	90	166
PA	78	36	114
PB	0	1	1
PI	0	2	2
PR	3	0	3
RJ	1	1	2
RO	10	25	35
RS	4	1	5
SC	11	3	14
SE	2	1	3
SP	20	47	67
TO	1	7	8
Total geral	461	459	920

Minas Gerais é o estado brasileiro com a maior quantidade de barragens de mineração no seu território: 346 barragens, das quais 206 estão inseridas na PNSB. Esse número pode ser justificado pelo pioneirismo da exploração mineral no estado, uma vez que as minas de ouro em Minas Gerais foram precursoras na construção de barragens de mineração no país (Tschiedel *et al.*, 2019), e pela ocorrência mineral.

A expansão da exploração mineral para outros estados se intensificou no século XX, com o aumento da demanda de exportação de minérios, principalmente do minério de ferro. Contudo, é no início dos anos 2000, no chamado superciclo mineral, que o mercado de exportação mineral se consolida (Gonçalves, 2016). Nessa nova conjuntura, responsável pelo aumento da produção de minérios e consequente gera-

ção de rejeitos, os estados do Pará e do Mato Grosso se tornaram, junto com Minas Gerais, aqueles com maior participação na exportação do setor mineral brasileiro. Mato Grosso possui hoje 166 barragens de mineração, das quais 76 estão inseridas na PNSB, ao passo que o Pará, que já ultrapassou Minas Gerais na exportação de minério de ferro (Instituto Brasileiro de Mineração, 2020), possui 114 barragens de mineração, das quais 78 estão inseridas na PNSB.

Das 461 barragens inseridas na PNSB (Tabela 5.2), 60 são classificadas com risco alto (marcadas em vermelho na Tabela 5.2), pois apresentam aspectos referentes a suas características técnicas, seu estado de conservação e/ou plano de segurança de barragens que acentuam a possibilidade de ocorrência de um desastre, conforme prevê essa classificação.

Tabela 5.2 Classificação das barragens quanto à Categoria de Risco (CRI)

UF	Alto	Médio	Baixo	Total por estado
AL	0	0	1	1
AM	2	2	4	8
AP	0	3	5	8
BA	2	3	10	15
GO	0	0	10	10
MA	0	0	1	1
MG	35	15	156	206
MS	0	3	3	6
MT	9	45	22	76
PA	6	3	69	78
PR	0	2	1	3
RJ	0	0	1	1
RO	5	2	3	10
RS	0	3	1	4
SC	0	0	11	11
SE	0	0	2	2
SP	1	6	13	20
TO	0	0	1	1
Total geral	60	87	314	461

Das sessenta barragens com categoria de risco alto, 18 delas, sendo 14 localizadas em Minas Gerais, apresentam método construtivo de alteamento a montante, proibido no país pela Resolução ANM n°13/2019 por estar ligado a diversos acidentes ocorridos

no Brasil e no exterior, cujas causas evidenciam a baixa segurança e suscetibilidade desse método a liquefação e *piping* (processo de erosão interna agravado por falhas no sistema de drenagem da barragem) (Islam; Murakami, 2021; Lin *et al.*, 2022).

Barragem classificadas com risco alto estão mais suscetíveis a falhas estruturais, se comparadas a barragens classificadas com risco médio ou baixo; porém, como essa classificação é constantemente mutável, a classificação quanto ao dano potencial associado (Tabela 5.3) torna-se igualmente relevante, pois ela se propõe a medir os impactos socioambientais relacionados a um possível acidente.

Tabela 5.3 Classificação das barragens quanto ao Dano Potencial Associado (DPA)

UF	Alto	Médio	Baixo	Total por estado
AL	1	0	0	1
AM	7	1	0	8
AP	3	4	1	8
BA	8	7	0	15
GO	10	0	0	10
MA	1	0	0	1
MG	154	33	19	206
MS	2	4	0	6
MT	26	36	14	76
PA	26	47	5	78
PR	0	3	0	3
RJ	1	0	0	1
RO	4	6	0	10
RS	1	3	0	4
SC	10	1	0	11
SE	0	2	0	2
SP	11	7	2	20
TO	1	0	0	1
Total geral	266	154	41	461

Foram identificadas 266 barragens classificadas com DPA alto (marcadas em vermelho na Tabela 5.3). Dessas barragens, 154 localizam-se no estado de Minas Gerais, sendo 91 delas barragens de rejeito de minério de ferro, que representam mais da metade dos desastres documentados pela Agência Nacional de Mineração (Guidicini, Sandroni; Mello, 2021). Os dois maiores desastres da história da mineração brasileira,

ocorridos em Mariana e Brumadinho, respectivamente em 2015 e 2019, resultaram do rompimento de barragens de minério de ferro, ambas classificadas com DPA alto.

Na classificação do DPA, a simplificação dos impactos socioambientais relacionados ao rompimento de uma barragem pode comprometer as medidas de ação emergencial a serem tomadas na sucessão de eventos pós-desastre. Isso significa que, ainda que uma barragem seja classificada com DPA alto, o nível de detalhamento dos danos associados dependerá do plano de segurança da barragem e da previsão de impactos. Esses aspectos combinam-se com a classificação quanto ao risco, que está ligado às características estruturais da barragem.

Tanto a classificação de risco, quanto a classificação do DPA são periódicas, porém, a fluidez da classificação do risco depende da condição da estrutura da barragem, que está sujeita a eventos ocasionais. Contudo, quando os agentes responsáveis, por razões distintas, não expõem problemas na condição de estabilidade da barragem, que podem levar à ruptura iminente, a barragem pode romper, mesmo estando classificada com risco baixo. Foi o que aconteceu com as barragens de Mariana e Brumadinho, classificadas com risco baixo no momento de ocorrência dos desastres.

As mudanças na legislação sobre segurança de barragens objetivam corrigir essas falhas, tanto que, conforme comentado na seção classificação sobre o risco, mudanças no estado de conservação têm sido responsáveis pela reclassificação das barragens. Outra modificação trazida pela legislação atual diz respeito à classificação quanto ao nível de alerta e emergência, que é mais diligente se comparada à classificação das barragens por classe, conforme determinava a Resolução DNPM nº 70.389/2017.

Enquanto a classificação por classe considerava apenas a relação entre risco e DPA, a classificação quanto ao nível de alerta e emergência (Tabela 5.4) considera essa relação e, também, a recorrência na identificação de anomalias na estrutura da barragem nos relatórios de inspeção regular e nas declarações de estabilidade, conformidade e operacionalidade com o Plano de Ação Emergencial de Barragem de Mineração (PAEBM).

Tabela 5.4 Classificação das barragens quanto ao nível de alerta e emergência

UF	Nível de emergência 3	Nível de emergência 2	Nível de emergência 1	Nível de alerta	Sem emergência	Total por estado
AL	0	0	0	0	1	1
AM	0	0	2	0	6	8
AP	0	0	1	0	7	8
BA	0	0	2	0	13	15
GO	0	0	0	1	9	10
MA	0	0	0	0	1	1

Tabela 5.4 Classificação das barragens quanto ao nível de alerta e emergência

UF	Nível de emergência 3	Nível de emergência 2	Nível de emergência 1	Nível de alerta	Sem emergência	Total por estado
MG	3	7	26	21	149	206
MS	0	0	0	0	6	6
MT	0	0	10	1	65	76
PA	0	0	6	0	72	78
PR	0	0	0	0	3	3
RJ	0	0	0	1	0	1
RO	0	0	5	0	5	10
RS	0	0	0	1	3	4
SC	0	0	0	1	10	11
SE	0	0	0	0	2	2
SP	0	0	1	2	17	20
TO	0	0	0	1	0	1
Total geral	3	7	53	29	369	461

Das 461 barragens inseridas na PNSB 369, mais de 80% estão sem emergência (marcadas em verde na Tabela 5.4), ou seja, não apresentam anomalias na estrutura, encontram-se estáveis e teoricamente em conformidade com o PAEBM. O maior quantitativo de barragens em nível de alerta está em Minas Gerais, 21, estado que também apresenta 26 barragens com o nível de emergência 1, 7 barragens com nível de emergência 2 (o nível de alerta e emergência 1 e 2 estão marcados em gradiente amarelo na Tabela 5.4) e três barragens com nível de emergência 3 (marcadas em vermelho na Tabela 5.4).

As barragens identificadas com nível de emergência 3 são barragens de rejeito de minério de ferro, com método construtivo de alteamento a montante e com mais de 75 metros de altura. Elas estão localizadas nos municípios de Barão de Cocais, Ouro Preto e Itatiaiuçu. São classificadas com risco e DPA alto. O que representa preocupação de rompimento iminente e risco de desastre com impactos socioambientais significativos. Contudo, não significa que o desastre ocorrerá, mas representa necessidade de cautela no controle e monitoramento dessas estruturas, tanto para os órgãos fiscalizadores quanto para os empreendedores.

O alerta deve ser também direcionado às populações que vivem a jusante dessas estruturas, combinado com mecanismos de redução de suas vulnerabilidades a risco de acidentes, em uma tentativa de conciliação entre os ganhos econômicos do setor mineral e as questões socioambientais.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados do SIGBM funcionam como um mecanismo de controle dos órgãos fiscalizadores, no auxílio ao planejamento e na definição de estratégias de rastreamento de estruturas que necessitam de maior atenção. Ele requer comprometimento tanto do empreendedor, que alimenta esse banco de dados, como dos órgãos fiscalizadores, que verificam a veracidade das informações. A gestão de risco se mostra deficiente quando ocorre descompasso entre as informações fornecidas e a condição real da barragem. Os acidentes ocorridos no Brasil evidenciam esse problema e chamam atenção para a importância da transparência na exposição de dados sobre barragens de mineração.

Das 461 barragem inseridas na PNSB, 37 são classificadas com risco e dano potencial associado alto, todas elas com algum nível de emergência. Dessas, 28 localizam-se no estado de Minas Gerais, 1 no Amazonas, 3 em Rondônia, 3 no Mato Grosso e 2 no Pará.

As estruturas que apresentam maior risco de rompimento se concentram em Minas Gerais. Contudo, conforme exposto, a produção mineral tem se expandido para Mato Grosso e Pará. A manutenção da exploração em níveis elevados nesses estados pode resultar no aumento do volume de rejeitos nas barragens já existentes e na construção de novas estruturas; porém, as proposições da PNSB sobre o controle dos métodos construtivos e do monitoramento interno das barragens podem atenuar riscos.

Barragens antigas, com método construtivo de alteamento a montante ou que apresentem histórico de anomalias necessitam de particular atenção. Isso não significa que barragens que não tenham essas características também não requeiram cautela, sobretudo as que possuem dano potencial associado alto, pois, em um setor controverso como a mineração brasileira, a gestão de risco deve ser constantemente confrontada.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. *Análise de impacto regulatório (2020)*. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/regulacao/analise-do-impacto-regulatorio-air>. Acesso em: 5 abr. 2023.
- BRASIL. Lei Nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 set.#2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14066.htm. Acesso em: 10 abr. 2023.
- BRASIL. Resolução ANM nº 95, de 07 de fevereiro de 2022. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 fev. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/legislacao/resolucao-no-95-2022.pdf>. Acesso em: 29 maio 2023.

- CARDOZO, F. A. C.; PIMENTA, M. M.; ZINGANO, A. C. Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração – uma revisão. *Holos*, v. 8, p. 77-85, 2016.
- CARVALHO, G. B.; CORTELETTI, R. C. Proposta metodológica para previsão de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 26, p. 525-34, 2021.
- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 143 de 10 de julho de 2012. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 4 set. 2012. Disponível em: https://www.snish.gov.br/Entenda_Mais/legislacao-aplicada/resolucao-cnrh-143-2012.pdf/view. Acesso em: 15 abr. 2023.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 maio 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/portaria-dnmp-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- GONÇALVES, R. J. A. F. Capitalismo extrativista na América Latina e as contradições da mineração em grande escala no Brasil. *Brazilian Journal of Latin American Studies*, v. 15, n. 29, p. 38-55, 2016.
- GUIDICINI, G.; SANDRONI, S. S.; MELLO, F. M. Lições aprendidas com acidentes e incidentes em barragens e obras anexas no Brasil. *Comitê Brasileiro de Barragens*. Rio de Janeiro, 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). *Relatório anual de atividades – dezembro de 2019, balanço de 2021*. Brasília: Ibram, 2020. Disponível em: <https://ibram.org.br/publicacoes/>. Acesso: 3 de mar. de 2023.
- ISLAM, K.; MURAKAMI, S. Global-scale impact analysis of mine tailings dam failures: 1915–2020. *Global Environmental Change*, v. 70, p. 102361, 2021.
- LEÃO, S. R.; SANTIAGO, A. M. S. Cenário das barragens de rejeito: conhecer para evitar novas catástrofes. *Ambiente & Sociedade*, v. 25, 2022.
- LIN, S. Q. *et al.* Regional distribution and causes of global mine tailings dam failures. *Metals*, v. 12, n. 6, p. 905, 2022.
- LUZ, A. B.; LINS, F. F. Comunicação técnica elaborada para o livro Tratamento de Minérios. In: *Introdução ao tratamento de minérios*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. p. 3-20.
- PAULELLI, A. C. *et al.* Fundao tailings dam failure in Brazil: Evidence of a population exposed to high levels of Al, As, Hg, and Ni after a human biomonitoring study. *Environmental Research*, v. 205, p. 112524, 2022.
- SAES, B. M.; BISHT, A. Iron ore peripheries in the extractive boom: a comparison between mining conflicts in India and Brazil. *The Extractive Industries and Society*, v. 7, n. 4, p. 1567-78, 2020.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO (SIGBM). *Cadastro Nacional*. 2023. Disponível em: <https://ap.anm.gov.br/SIGBM/Publico/ClassificacaoNacionalDaBarragem>. Acesso em: 31 maio 2023.

TSCHIEDEL, A. F.; TASSINARI, L.; FAN, M. F.; PAIVA, R. C. D. Barragens e rompimentos: compilação histórica nacional e internacional. In: XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2019, Foz do Iguaçu. *Anais [...]*. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2019.