



**PAULO ERNANI MARTINS FERREIRA**

**ESTUDO DOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS DE REJEITOS  
NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**LAVRAS – MG**

**2020**

**PAULO ERNANI MARTINS FERREIRA**

**ESTUDO DOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS DE REJEITOS NO  
ESTADO DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao Centro  
Universitário de Lavras como parte  
das exigências do curso de Pós-  
Graduação em Engenharia de  
Segurança do Trabalho.

Prof. M.Sc. Matheus Campos Mattioli

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2020**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à Deus, por nunca me desamparar e conduzir minhas escolhas.

Aos meus pais, que sempre me ensinaram a correr atrás dos meus objetivos, por todo amor, ensinamento e dedicação.

A todos os meus familiares que sempre estiveram ao meu lado e torcendo pelo meu sucesso.

Em especial, a minha esposa Cristiane e minhas filhas Ana Clara e Antonella, por nesta jornada, poder contar com apoio incondicional, acreditando nos meus ideais e a compreensão para suportar todos os dias de ausência.

Ao professor e orientador Matheus Mattioli por ter aceito o convite para participar deste trabalho.

E por fim à toda equipe e amigos do UNILAVRAS.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Figura 01 - Barragem de Sadd Al-Kafara, a mais antiga barragem do mundo..	13
Figura 2 - Figura 02 - Barragem de Apipucos na cidade do Recife.....	14
Figura 3 - Nossa Senhora do Livramento.....	16
Figura 4 - Vista aérea do distrito de Bento Rodrigues devastado pela lama.....	18
Figura 5 - Caminho percorrido pela lama da barragem de rejeitos de Fundão.....	19
Figura 6 - Barragem de Córrego do Feijão em Brumadinho, antes e depois do rompimento.....	21
Figura 7 - Características de uma barragem que a insere na PNSB.....	23
Figura 8 - Mapa com as localizações das barragens de rejeitos no Brasil, distribuída conforme o Dano Potencial Associado – DPA.....	30

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1 – Acidente em barragens de rejeitos com mortes de pessoas.....17

Tabela 2 – Principais acidente de barragens de rejeitos no Brasil nos últimos 20 anos....20

## RESUMO

A mineração no Brasil é um dos setores básicos da economia nacional. Atualmente existe uma grande preocupação relacionada aos colapsos em barragens de rejeitos, esse amedrontamento coletivo provém, muito em função dos últimos acidentes em barragens que aconteceram no Brasil, mais precisamente no estado de Minas Gerais. Dessa forma o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento dos rompimentos de barragens de rejeitos e investigar o avanço da legislação destinada a barragens. A pesquisa foi realizada por meio de buscas na literatura utilizando metodologia sistemática, seleção e extração de informações relevantes. É notório perceber que os acidentes em barragens de rejeitos causaram impactos negativos, no meio ambiente e na questão socioeconômica das regiões onde ocorreram. Entende-se que a prevenção de novas tragédias, no entanto, depende das lições que são tiradas dos acidentes anteriores. Essas tragédias, de certa maneira, contribuíram e desencadearam uma evolução e um amadurecimento na legislação e fiscalização das barragens em todo o Brasil.

**Palavras-chave:** Represa. Mineração. Acidentes com barragens.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. OBJETIVOS .....	9
2.1 Objetivo Geral.....	9
2.2 Objetivos Específicos .....	9
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	10
3.1 Segurança do trabalho.....	10
3.2 NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração .....	11
3.3.1 Barragens .....	12
3.3.2 Barragens de rejeitos.....	14
3.4 Acidentes em Barragens de rejeitos.....	15
3.5 Legislação .....	21
4. METODOLOGIA .....	28
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	29
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
REFERÊNCIAS.....	32

## **1. INTRODUÇÃO**

A mineração no Brasil é um dos setores básicos da economia nacional. Que se destaca desde a época colonial, tendo influenciado diretamente o desenvolvimento do mercado nacional. Segundo o IBRAM (2018), a mineração representa cerca de 16,7% do Produto Interno Bruto (PIB) Industrial do país.

Apesar da relevância, não se pode negar o impacto ambiental causado pela mineração. Para extrair os minerais, as empresas executam um processo chamado beneficiamento, que consiste em separar o minério a ser utilizado e o material sem valor econômico, conhecido como rejeito.

Conforme dados divulgados pela Agência Nacional de Mineração (ANM, 2019), estima-se que hoje em dia existam cerca de 769 barragens de rejeito provenientes da atividade mineradora, sendo 200 delas classificadas como “barragens de alto dano potencial associado”.

Atualmente existe uma grande preocupação relacionada diretamente às consequências dos colapsos nas barragens de rejeitos. Esse amedrontamento coletivo advém, principalmente, em função dos últimos acidentes ocorridos no Brasil, em especial, na região central do estado de Minas Gerais.

A negligência e o sucateamento dos órgãos fiscalizadores juntamente com uma legislação pouco eficaz, contribuíram fortemente para o cenário atual, na qual existe uma insegurança e receio da população, principalmente, as que vivem próximo à essas estruturas, habitando inclusive as Zonas de Autossalvamento (ZAS).

Os últimos três acidentes significativos com barragens de rejeitos que aconteceram no estado de Minas Gerais, nos municípios de Itabirito, Mariana e Brumadinho, 2014, 2015 e 2019, respectivamente, contribuíram e desencadearam uma evolução e amadurecimento na legislação e fiscalização das barragens em todo o Brasil.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho objetivou realizar um estudo dos rompimentos de barragens de rejeitos, que ocorreram na região central do estado de Minas Gerais, Brasil.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar um levantamento por meio da literatura sobre os acidentes em barragens de rejeitos;
- Levantar a evolução das legislações envolvendo barragens;
- Fazer um panorama da situação atual das barragens de rejeitos;
- Contribuir para a mitigação de danos, redução e prevenção dos acidentes em barragens por meio da divulgação das informações relevantes sobre tema.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Segurança do trabalho**

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabelece garantias à saúde e a segurança nos ambientes de trabalho. Conforme artigo 7º, capítulo XXII, são direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem a melhoria de sua condição social: Redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança.

Para Silva (2008) a Segurança do Trabalho possibilita melhorar as condições dos ambientes de trabalho de modo a reduzir os riscos de acidentes e preservar a saúde do trabalhador, assim como buscar a qualidade do trabalho, o aumento da produtividade e a competitividade das empresas. Segundo o autor, a segurança do trabalho é uma atividade que busca introduzir no setor produtivo, incluindo aí os trabalhadores e a direção da empresa, conceitos fundamentais sobre a prevenção de acidentes.

No ano de 2019 com a extinção do Ministério do Trabalho, Emprego e Previdência (MTE), as Normas Regulamentadoras (NRs) e demais assuntos referentes à segurança e medicina do trabalho, passaram a pertencer a Secretaria de Inspeção do Trabalho, integrante do Ministério da Economia. Hoje, existem 37 NRs, as quais regulamentam e fornecem orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados aos diversos ramos do trabalho, trazendo programas, treinamentos, dentre outros aspectos, todos voltados à preservação da saúde e da integridade dos colaboradores.

Almeida (2016) observa que a incorporação de normas de Segurança e Saúde do Trabalho ao ordenamento jurídico brasileiro, representa uma importante conquista para os trabalhadores. A legislação brasileira confere aos trabalhadores importantes garantias no que tange à sua segurança, saúde e integridade física no trabalho.

No setor de barragem de rejeitos a NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração (BRASIL, 2019) é a principal das normas de segurança do trabalho que regulamentam as atividades em barragens.

### 3.2 NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração

A NR 22 foi uma das normas regulamentadoras publicadas pela portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, sua última atualização aconteceu em 11 de abril de 2019 (BRASIL, 2019). A mesma se aplica para minerações subterrâneas, minerações a céu aberto, garimpos, beneficiamentos minerais e pesquisa mineral.

Segundo Brasil (2019), os principais objetivos da NR 22 é disciplinar os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar, compatível o planejamento e o desenvolvimento da atividade mineira com a busca permanente da segurança e saúde dos trabalhadores.

Uma disposição importantíssima da NR 22, conforme Brasil (2019), é o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), considerando ações para eliminar ou controlar os riscos existentes nos processos e fases das atividades de mineração. O PGR deve considerar os níveis de ação acima dos limites de exposição ocupacional e limites de tolerância previstos na NR 15, ou na ausência destes, observar valores limites de exposição adotados pela *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGH). O PGR deve abordar, também, os aspectos associados às avaliações dos riscos e propor medidas de controle, redução ou eliminação dos riscos identificados. Neste documento, deve ainda estabelecer um cronograma de sua implantação atualizada.

De acordo com Brasil (2019), a NR 22 estabelece que as empresas que elaboram o PGR estão isentas de elaborarem o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), conforme a NR 9. Porém, são obrigadas a ter o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), conforme a NR 7.

O item 26 da NR 22 (Brasil, 2019), trata exclusivamente da deposição de estéril, rejeitos e produtos. O mesmo menciona que:

- Os depósitos de estéril, rejeitos, produtos, barragens e áreas de armazenamento, assim como, as bacias de decantação devem ser planejadas e implementadas pelo profissional qualificado e atender às normas ambientais em vigor;
- Os depósitos de estéril, rejeitos ou de produtos e as barragens devem ser mantidas sob supervisão de profissional habilitado e dispor de monitoramento da percolação de água, da movimentação e estabilidade e do comprometimento do lençol freático;

- Nas situações de risco grave e iminente de ruptura de barragens e taludes, as áreas de risco devem ser evacuadas, isoladas e a evolução do processo monitorado e todo o pessoal potencialmente afetado deve ser informado;
- O acesso aos depósitos de produtos, estéril e rejeitos deve ser sinalizado e restrito ao pessoal necessário aos trabalhos ali realizados;
- A estocagem definitiva ou temporária de produtos tóxicos ou perigosos deve ser realizada com segurança e de acordo com a regulamentação vigente.

### **3.3.1 Barragens**

Segundo Brasil (2010), a Lei Federal nº 12.334, que cria a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), no inciso I, do artigo 2º, estabelece que barragem é qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas. A Norma Brasileira de número 13.028 (ABNT, 2017), destaca que as barragens podem estar localizadas em um curso permanente ou temporário de água ou também fora de cursos de água em encostas ou platôs.

Segundo Paniago (2018) uma das barragens mais antigas do mundo, a Sadd Al-Kafara, construída há mais de 5000 anos, localizada em Wadi el-Garawi no Egito, a cerca de 32 quilômetros ao sul da cidade do Cairo. Além de registros de Portugal, onde foram encontrados vestígios de construções de barragens feitos pelos romanos, na Espanha, em Mérida, encontra-se a barragem de Proserpina, construída também pelos romanos entre os séculos primeiro e segundo e ainda está em uso, conforme consta na Figura 1. Tanto a barragem de Sadd Al-Kafara, como as que foram encontradas vestígios em Portugal, foram destruídas por galgamento devido a situação de cheias dos corpos onde elas estavam instaladas.

**Figura 1** - Barragem de Sadd Al-Kafara, a mais antiga barragem do mundo.



Fonte: Paniago (2018).

No Brasil, a mais antiga barragem que se tem notícia foi construída onde hoje é área urbana do Recife no estado de Pernambuco (Figura 2), possivelmente no final do Século XVI, antes mesmo da invasão holandesa. Conhecida presentemente como açude Apipucos, aparece em um mapa holandês de 1577. Apipucos, na língua tupi, significa onde os caminhos se encontram. A barragem original foi alargada e reforçada para permitir a construção de uma importante via de acesso ao centro do Recife (CBDB, 2011).

**Figura 2** - Barragem de Apipucos na cidade do Recife.



Fonte: CBDB, 2011.

### **3.3.2 Barragens de rejeitos**

Segundo Ávila (2012), no Brasil as primeiras barragens de rejeitos tiveram início por volta de 300 anos atrás, antes da corrida do ouro no Brasil, com a atividade de mineração em Mina da Passagem, em Mariana. A Mina da Passagem está localizada na Vila da Passagem, lugar da passagem da estrada entre Ouro Preto e Mariana, sob o Ribeirão do Carmo, a sudeste de Belo Horizonte.

As atividades mineradoras produzem uma grande quantidade de resíduos sólidos, dos quais os mais importantes em função de volume são gerados pela extração de minérios (estéreis) e pelas usinas de beneficiamento (rejeitos) (LOZANO, 2006). Por não possuir valor comercial, o rejeito necessita ser descartado da forma mais econômica, minimizando, porém, os impactos ambientais resultantes (MACHADO, 2007).

A disposição dos rejeitos pode ser feita a céu aberto, de forma subterrânea ou subaquática. A disposição subaquática não é muito utilizada pelos problemas ambientais que gera e os impactos a esses ecossistemas, que são negativos e algumas vezes irreversíveis. A disposição subterrânea é feita em câmaras que restam depois da extração do minério, os rejeitos são bombeados na maioria dos casos e depositados preenchendo essas câmaras. A disposição mais comum é a céu aberto, pode ser feita em pilhas

controladas ou em estruturas de contenção localizadas em bacias ou vales (LOZANO, 2006).

### **3.4 Acidentes em Barragens de rejeitos**

De acordo com Vieira (2005), acidente é uma anomalia de grande porte correspondente à ruptura parcial ou total de uma obra e/ou a sua completa desfuncionalidade, com graves consequências econômicas e sociais.

Segundo Paniago (2018), acidentes com barragens de rejeitos continuam a ocorrer no Brasil, com consequências indesejáveis para o setor de mineração como um todo, além destes acidentes ocorrem diversos incidentes, estes mais numerosos, onde não ocorre a ruptura, mas ocorre o vazamento de sólidos a jusante com consequências variáveis. Acidentes com barragens, geralmente, causam grandes problemas sociais e econômicos, além de eventuais perdas de vidas, por isso a regulamentação deste tema se fez necessário e fático.

Em 2001, o *International Commission on Large Dams* (ICOLD, 2001), publicou um boletim, “Bulletin 121: Tailings Dams, Risk of Dangerous Occurrences, Lessons Learnt From Practical Experiences”, com o resultado de um trabalho da comissão de barragens de rejeitos que, durante 5 anos, inventariou os acidentes e incidentes ocorridos desde 1970 até 2001. Participaram deste inventário representantes de 52 países, que colaboraram com informações sobre acidentes e incidentes, somente sobre os acidentes chegaram ao número de 221. Segundo o *World Information Service on Energy* (WISE, 2019), de 2001 até início de outubro de 2019, foram mais 49 acidentes, sendo o último registro, um acidente que ocorreu no dia 01 de outubro de 2019, sem vítimas, que aconteceu em uma mineração de ouro no município de Nossa Senhora do Livramento, no estado do Mato Grosso, Brasil (Figura 3).

**Figura 3** - Nossa Senhora do Livramento.



Fonte: Ministério de Minas e Energia (2019).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2019), o rompimento da barragem de mineração em Nossa Senhora do Livramento não atingiu drenagens, corpos hídricos ou áreas de preservação permanente (vegetação nativa). A lâmina de aproximadamente 10 cm percorreu apenas áreas já antropizadas: áreas destinadas à pastagem ou de uso do próprio empreendimento.

Somente no Brasil, de acordo com boletim da ICOLD (2001), entre os anos de 1970 e 2001 foram registrados 5 acidentes e a partir de 2001 até início de outubro de 2019, segundo a WISE (2019), foram registrados mais 9 acidentes envolvendo barragens de rejeitos, totalizando em 49 anos, 14 acidentes. Levando em consideração os últimos 18 anos, chegando a média de um acidente de barragem de rejeito a cada 2 anos.

Além do dano ambiental causado, um valor quase incalculável, o rastro de destruição em caso de um colapso, geralmente, deixa um grande número de mortos e desaparecidos, na Tabela 1 está listado, em ordem decrescente, a lista dos principais acidentes de barragens envolvendo morte de pessoas nos últimos 50 anos.



**Tabela 2** – Acidente em barragens de rejeitos com mortes de pessoas.

<b>ANO</b>	<b>BARRAGEM / PAÍS</b>	<b>NUM. DE MORTES</b>
2019	Brumadinho / Brasil	251+11*
1985	Stava / Itália	269
2008	Tashan mining / China	254
1972	Buffalo Creek / USA	125
2015	Hlan Shan Myonwesu / Myanmar	113
1970	Mufilira / Zambia	89
2019	Shwe Nagar Koe Kaung Gems / Myanmar	3+54*
2016	Jade Palace / Myanmar	50
2015	Tun Tauk Zabu / Myanmar	20
2015	Mariana / Brasil	18+1*
1994	Merriespruit / África do Sul	17
2006	Zhen'an County / China	17
1974	Bakofeng / África do Sul	12
1995	Placer / Filipinas	12
2010	Kolontár / Hungary	10
1986	Fernandinho / Brasil	7
2001	Rio Verde / Brasil	5
2014	Herculano / Brasil	3
1978	Arcturus / Zimbabwe	1

\* Número de desaparecidos até junho de 2020.

Fonte: Próprio Autor (2020).

Além do grande impacto gerado pelo rompimento, relacionado ao número de pessoas mortas e/ou desaparecidas, tem o impacto ambiental, pois na maioria das vezes os rejeitos depositados nessas barragens tem alta concentração de metais tóxicos ao meio ambiente, como é o caso dos rompimentos que ocorreram na Guiana e Romênia em 1995 e 2000, respectivamente, liberando milhares de litros de rejeito contaminado por cianeto (ICOLD, 2001).

No Brasil, nos últimos anos, ocorreram alguns dos acidentes mais devastadores ao meio ambiente já registrados envolvendo barragens de rejeitos. No dia 5 de novembro de 2015, por volta das 16h e 20 min, começou a ocorrer o maior desastre ambiental da história do Brasil e o maior do mundo relacionado a barragens de rejeito: o rompimento da barragem de rejeitos minerais de Fundão no distrito de Bento Gonçalves (Figura 4), no município de Mariana (MG) e de parte da barragem de Santarém, pertencentes à empresa de mineração Samarco, empresa controlada pela BHP Billiton Brasil Ltda e pela Vale S.A. (SAMARCO, 2016).

**Figura 4** - Vista aérea do distrito de Bento Rodrigues devastado pela lama.



Fonte: Estadão (2015).

WISE (2019), relata que 32 milhões de metros cúbicos de lama contendo rejeito de minério de ferro, além de matar 18 pessoas e deixar 1 desaparecida, destruindo quase em sua totalidade o distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana, em que ficava a 8 km a jusante da barragem de Fundão. Os rejeitos atingiram o Rio Doce e impactaram 39 municípios nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Figura 5). A lama formada pelo rejeito da barragem modificou toda a qualidade das águas do rio Doce e demorou 16 dias para percorrer os 680 km da mineradora até atingir o oceano Atlântico, no distrito de Regência, município de Linhares, Espírito Santo. Causando por onde passou, prejuízos aos ribeirinho e as pessoas que dependiam do rio para sobrevivência, deixando um rastro de destruição por onde passava.



**Tabela 2** - Principais acidente de barragens de rejeitos no Brasil nos últimos 20 anos.

ANO	EMPRESA	CIDADE/ ESTADO	IMPACTO
2001	Mineração Rio Verde	Nova Lima / MG	Contaminação
2003	Indústria de Papel e Celulose Cataguases	Cataguases / MG	Lixívia negra liberada e interrupção de fornecimento de água.
2007	Mineração Rio Pomba Cataguases	Miraí / MG	Vazamento de Rejeitos de Bauxita e interrupção de fornecimento de água.
2014	Herculano Mineração	Itabirito / MG	Morte de 3 pessoas e interrupção no fornecimento de água.
2015	Samarco Mineração	Mariana / MG	Morte de pessoas, contaminação do rio afetando milhares de pessoas.
2018	Hydro Alunorte	Barcarena / PA	Rejeitos altamente contaminados e interrupção de água potável na área.
2019	Vale S.A.	Brumadinho / MG	Morte de centenas de pessoas e contaminação do rio Paraopebas.
2019	Metalmig Mineração	Oriente Novo / RO	Danificou pontes, deixando famílias isoladas.
2019	VM Mineração	Nossa Senhora do Livramento / Mato Grosso	Interrompendo uma linha de energia.

Fonte: Próprio autor (2020).

No dia 25 de janeiro de 2019, aconteceu na cidade de Brumadinho, na região metropolitana de Belo Horizonte, o rompimento da barragem de rejeitos da empresa Vale S.A., localizada na Mina do Córrego do Feijão (Figura 6). Segundo a Vale (2019), esse rompimento impactou diretamente, segundo a mineradora, 665 pessoas, entre funcionários diretos, terceiros e pessoas das comunidades. Levou a óbito 251 pessoas e 19 permaneceram desaparecidos até o dia 30 de outubro de 2019. É considerado o maior acidente de trabalho do Brasil. Dos óbitos, 121 eram funcionários diretos da mineradora, 225 regatados com vida. Dentre os desaparecidos, 10 eram funcionários diretos da Vale.

**Figura 6** - Barragem Córrego do Feijão em Brumadinho, antes e depois do rompimento.



Fonte: G1 (2019).

De fato, os rompimentos envolvendo as barragens de rejeitos de mineração causam um grande impacto humano, ambiental, social e econômico na região em que acontecem, no entanto, é importante destacar que as barragens de maneira geral têm um alto potencial de impacto associado, quando da ocorrência do sinistro. Grandes acidentes aconteceram na história envolvendo barragem, destacando o acidente com a barragem em Saint Francis, em Los Angeles, Califórnia, em 1928, com um número de vítimas maior que 450 pessoas. Na mesma cidade, em 1963, houve o rompimento da barragem de Baldwin Hills, neste mesmo ano ainda nos Estados Unidos, em Idaho, houve o rompimento de barragem de Teton.

### 3.5 Legislação

A partir dos anos 70, o ICOLD passou a investir fortemente em um programa de segurança de barragens em nível mundial. Dentre os países que possuem legislações específicas sobre o assunto, as principais referenciais são Canadá, Estados Unidos e Austrália. Além destes países, existem outras referências, como a União Europeia (EU), Banco Mundial, a Comissão Mundial de Barragens (CMB) e o próprio ICOLD, que podem servir de exemplo para países que ainda não possuem algum tipo de regulamentação (VERÓL, 2010).

As legislações aplicáveis exclusivamente sobre barragem são muito recentes no Brasil. Alguns esforços isolados aconteceram em alguns estados, destacando o Ceará e Minas Gerais, que através da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (GGERH) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), com iniciativas e avanços importantes para o arcabouço da segurança de barragens no Brasil. Já em nível nacional, temos o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), aplicáveis em conformidade com as

Leis Nacionais para água e rejeitos e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atualmente Agência Nacional de Mineração (ANM), referindo-se a rejeitos de mineração.

No Brasil, a primeira norma regulamentadora voltada especificamente para barragens de rejeitos foi a Portaria nº 237, decretada em 18 de outubro de 2001, pelo então órgão regulamentador de barragens de rejeitos, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Seu objetivo era conciliar o desenvolvimento da atividade minera com a produtividade, minimizando os impactos ambientais decorrentes da atividade bem como melhorando as condições de saúde e segurança no trabalho (DNPM, 2001).

No caso de depósitos de rejeitos líquidos, a mesma norma diz que no projeto técnico deve conter estudo que caracterize aspectos de alternativas sobre o local de disposição do barramento; impermeabilização da base, quando couber; caracterização do material retido no barramento e da sua construção; descrição do barramento e dimensionamento das obras componentes deste; avaliação dos impactos ambientais e medidas mitigadoras; monitoramento do barramento e efluentes; medidas de abandono do barramento e uso futuro; e o cronograma físico e financeiro.

### **Lei Federal n.º 12.334**

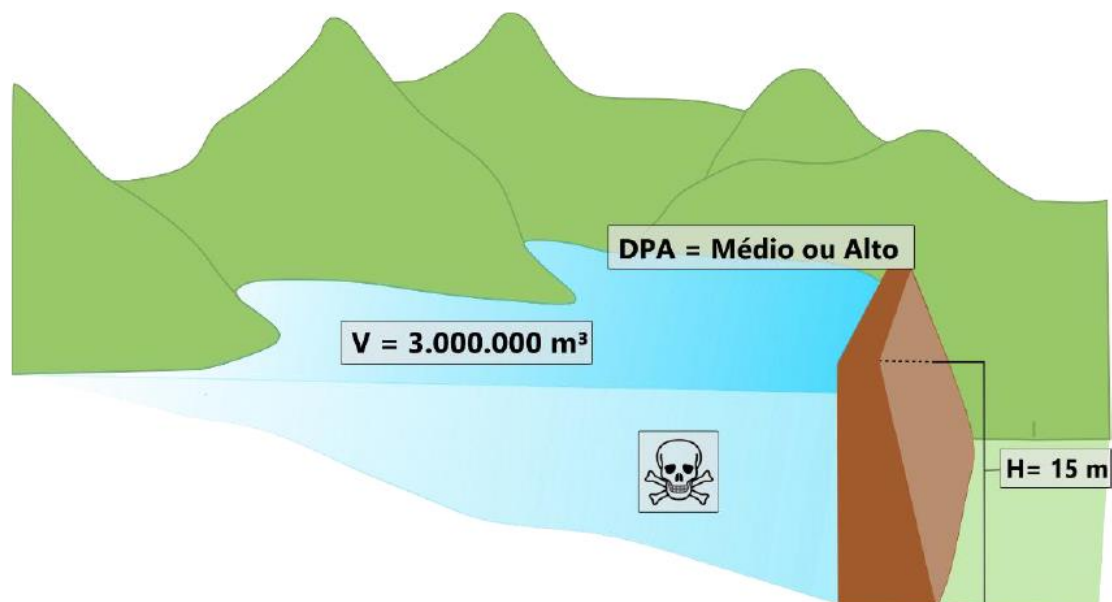
O marco regulatório para a segurança de barragens no Brasil é a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Esta Lei estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

Conforme discorrido anteriormente, para que uma barragem esteja dentro da PNSB, deve atender a Lei 12.334/2010 (BRASIL, 2010) em plenitude. Deve apresentar pelo menos uma das seguintes características (Figura 7):

- a) Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 m (quinze metros);
- b) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos);
- c) Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;

d) Categoria de dano potencial associado (DPA), médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 6º.

**Figura 7** - Características de uma barragem que a insere na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).



Fonte: Paniago (2018).

A mesma lei também define as competências e responsabilidades das partes envolvidas, como:

- I - Empreendedor: Gestão da segurança da barragem;
- II - Órgão fiscalizador: Regular, fiscalizar, manter cadastro e informar;
- III - ANA: Elaborar relatório anual de Segurança de Barragens (RSB), implementar sistema de informações e demais obrigações dos fiscalizadores;
- IV - CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos): Regular a classificação de barragens e diretrizes para implementação da lei.

### **Resolução CNRH nº 143/2012**

A definição de dano potencial associado (DPA) é encontrada na Resolução nº143, o qual é dado como 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 (BRASIL, 2012). A classificação da barragem quanto ao DPA, refere-se ao nível de impacto socioeconômico e ambiental que a barragem produzirá caso ela se rompa.

### **Resolução CNRH n° 144/2012**

A Resolução CNRH n°144, teve por objetivo regulamentar o art. 20° da PNSB de 2010. Desta maneira, ela define as diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, a aplicação de seus instrumentos e a atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.

### **Portaria DNPM n.º 416/2012**

O DNPM publicou a portaria n° 416, com o propósito de determinar as obrigações dos empreendedores, a fim de que o departamento conseguisse cumprir com seus deveres. Um dos seus pontos principais foi a criação do Cadastro Nacional de Barragens de Mineração em que tais barragens seriam cadastradas diretamente no sistema do Relatório Anual de Lavra (RAL), disponível no site do DNPM na internet, juntamente com a declaração dos demais dados do empreendimento. Com isso, o empreendedor ficou obrigado a declarar todas as barragens de mineração em construção, em operação e desativadas sob sua responsabilidade (SOUZA, 2019).

A Revisão Periódica de Segurança de Barragem tem por objetivo verificar a condição geral de segurança da estrutura, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização dos dados hidrológicos e as alterações das condições a montante e a jusante do barramento (SCHAPER, 2017).

As Inspeções de Segurança Regulares visam avaliar as condições físicas das partes integrantes da barragem, permitindo a identificação e o monitoramento de anomalias que afetem potencialmente a sua estabilidade (SCHAPER, 2017).

### **Portaria DNPM n° 526/2013**

A Portaria DNPM n°526 de 2013, no mesmo sentido que a n° 416 de 2012, foi criada para regulamentar algumas obrigações determinadas pela PNSB aos empreendedores e aos órgãos fiscalizadores de barragens (SOUZA, 2019). A mesma estabelece a periodicidade de atualização e revisão, a qualificação do responsável técnico,



o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do PAEBM, conforme a Lei nº 12.334, de 2010.

#### **Portaria DNPM nº 14/2016**

O DNPM publicou a Portaria nº 14, dois meses após o rompimento da barragem em Mariana/MG. A mesma advertiu que os empreendedores que operam barragens de mineração inseridas na PNSB, deveriam, em 15 dias, apresentar ao DNPM comprovante de entrega das cópias físicas do PAEBM. Em caso de descumprimento, a mineradora poderia sofrer a interdição provisória das atividades de acumulação de água ou de disposição final ou temporária de rejeitos de mineração, sem prejuízo da imposição das sanções administrativas cabíveis. Sendo regularizada a situação, nos termos do novo Ato Normativo, a medida de interdição seria suspensa pelo DNPM.

#### **Portaria DNPM nº 70.389/2017**

Com o intuito de aprimorar e aperfeiçoar a legislação relacionada à segurança das barragens de mineração, o DNPM publicou, em maio de 2017, a Portaria nº 70.389. Com a publicação desta Portaria, ficou revogada a Portaria nº 416/2012 e a Portaria nº 526/2013.

Após mais de 4 anos da publicação da Portaria DNPM nº 416/2012 e 3 anos da publicação da Portaria DNPM nº 526/2013, o DNPM percebeu a necessidade de mudanças nas portarias. Sinalizando uma tendência de aprimorar seus normativos no sentido de elevar os índices de segurança das barragens, no Brasil.

Conforme a Portaria DNPM (2017), a Declaração de Condição de Estabilidade (DCE), deve ser apresentada semestralmente a esta agência, sempre até 30 de setembro e 31 de março. A DCE é uma declaração feita por um profissional habilitado que avalia a condição da barragem de rejeito e emite um relatório informando se ela está em condições de operação. É um instrumento que obriga ao empreendedor a atestar a estabilidade e esta declaração deve ser assinada, tanto pelo empreendedor, como pelo profissional que a emitiu. A omissão dessa declaração ou a emissão não declarando a condição de estabilidade, condiciona ao órgão fiscalizador a interdição da estrutura.

Essa interdição desencadeia uma série de exigências para o empreendedor e coloca a barragem de sua responsabilidade, em nível de emergência, na qual o

empreendedor deve acionar os órgãos competentes de acordo com o grau de risco. Esses riscos possuem, conforme a Portaria DNPM (2017):

- Nível 1 = comprometimento potencial de segurança;
- Nível 2 = existe uma ação que está sendo realizada para sanar o problema, mas o controle da anomalia não está sendo eficaz;
- Nível 3 = Risco iminente de rompimento.

### **Resolução ANM n° 4/2019**

A ANM publicou a Resolução n° 4, menos de um mês após o rompimento da barragem em Brumadinho/MG. Conforme ANM (2019), o principal objetivo desta resolução foi a criação de medidas reguladoras cautelares, dotadas de autoexecutoriedade, com vistas a reduzir risco real de novos incidentes de rompimento de barragem e a prevenir danos severos, assegurando a estabilidade de barragens de mineração, notadamente, aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado “a montante” ou por método declarado como desconhecido.

Desta maneira, foi constatada pela ANM (2019) que este método não pode mais ser tolerado na atualidade, uma vez que crescem os registros de acidentes relacionados a este método construtivo, bem como se observa que várias destas estruturas já ultrapassam algumas dezenas de anos de vida útil. Sendo assim, na resolução em curso é prevista a proibição do uso do método construtivo a montante, sendo que, em até 15 de agosto de 2021, o empreendedor deverá concluir o descomissionamento ou a descaracterização da barragem.

### **Resolução n° 13/2019**

O intuito desta resolução foi de estabelecer medidas regulatórias objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado "a montante" ou por método declarado como desconhecido e dá outras providências.

Segundo Souza (2019), os principais pontos desta resolução é o aumento do prazo de desativação de barragens e instalações de convivência, pertencentes à empresa de mineração, localizadas em ZAS. Enquanto que na Resolução n° 4 de 2019, o prazo máximo de desativação de áreas de vivência foi de 15 de agosto de 2019 e barramento, 15 de agosto de 2020. Na Resolução n° 13 esse tempo foi dilatado para 12 de outubro de

2019 e 15 de agosto de 2022, respectivamente. Provavelmente este aumento do prazo se deve às dificuldades atuais que as empresas têm tido para cumprir os prazos dados pela ANM, principalmente, no que se refere à descaracterização de uma barragem.

#### **4. METODOLOGIA**

Para realização desse estudo foram feitas buscas na literatura utilizando metodologia sistemática, seleção e extração das informações relevantes. Os trabalhos foram obtidos por busca bibliográfica consultada por meio de sites da Internet e dos Periódicos Capes, Scielo e Google Acadêmico. A estratégia de busca adotada consistiu na consulta aos temas “Barragens de rejeitos”, “O caso de Mariana”, “O caso de Brumadinho”, “Acidentes em barragens” e “Legislação de barragens”, podendo estes, estar presentes em combinação ou separados fazendo uso dos conectores booleanos “OR” e “AND”.

Além das pesquisas e estudos acadêmicos, também foi consultada a Legislação Brasileira pertinente, como as Normas Regulamentadoras encontradas no site da Secretária do Trabalho do Ministério da Economia.

## 5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Barragens de rejeitos, pela grande quantidade de material que armazenam, são consideradas fontes de perigo potencial. Isso acontece, pois muitas das vezes, as barragens expõem vidas e propriedades a uma situação de risco eminente.

Os acidentes em barragens provocaram reações da sociedade, levando a diversas tentativas de regulamentação que obrigue os proprietários de barragens a tomarem providências efetivas de redução de riscos (ÁVILA, 2012).

O relatório da Agência Nacional de Mineração (ANM, 2019), publicado no dia 10 de outubro de 2019, relata a interdição de 54 barragens de rejeitos no Brasil, motivada por não atestar a condição de estabilidade ou por não terem enviado a Declaração de Condição de Estabilidade (DCE), que deve ser apresentada semestralmente a agência.

Conforme a Portaria DNPM nº 70.389 de 2017, das 53 barragens de mineração que não tiveram a estabilidade atestada em março de 2019, 19 barragens tiveram a estabilidade atestada em setembro e 34 barragens continuaram sem DCE que atestasse sua estabilidade. No entanto, segundo a agência, foram recebidas na campanha de setembro, 20 DCEs de barragens que não atestaram a estabilidade, que na campanha de março haviam sido atestadas. Na Figura 8, podemos observar o mapa do Brasil, com as localizações das barragens.

**Figura 8** - Mapa com as localizações das barragens de rejeitos no Brasil, distribuída conforme o Dano Potencial Associado (DPA).



Fonte: ANM (2019).

Das 54 barragens interditadas em setembro de 2019, 33 estão no estado de Minas Gerais, o que corrobora com a evidência dos últimos acontecimentos envolvendo o rompimento de barragens no estado. Minas Gerais é um estado minerador e concentra o maior número de barragens de rejeitos.

A necessidade de antecipar as ações que devem ser tomadas para a redução do risco de rompimento das barragens, ocorre devido a incapacidade de mitigar completamente o risco das mesmas. Normalmente o risco imposto por uma barragem de rejeitos não é provocado por um fator isolado, e sim, em decorrência de um conjunto de condições adversas, como a forma de construção e manutenção, das condições de precipitação, dentre outras.

Portanto a questão da segurança de barragens é um processo multidisciplinar.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Infelizmente, nos últimos anos, o Brasil vem registrando diversos acidentes por conta de falhas de segurança em barragens. Muitos desses acidentes resultaram em danos catastróficos sob a forma de baixas humanas, destruição de propriedade, poluição do meio ambiente e perda econômica para o setor de mineração.

Minas Gerais é um estado minerador e concentra o maior número de barragens de rejeitos do país. As tragédias envolvendo o rompimento das barragens, Mariana/MG, em 2015, e Brumadinho/MG, em 2019, trouxeram à tona a discussão quanto à segurança dessas estruturas.

A prevenção de novos acidentes, no entanto, depende das lições que são tiradas de desastres anteriores, independente do seu porte. Os mesmos acabam servindo para alterações na legislação, demonstrando a necessidade de fiscalização periódica e mais rigorosa, com adoção de estudos e técnicas estruturais e não estruturais mais eficientes.

A morosidade nas publicações das legislações brasileiras, no que tange a grande importância que o tema segurança de barragens necessita, uma vez que a evolução nas legislações se fazem após os momentos de crise e ocorrem, por vezes, como forma reativa devido a pressões populares. Impulsionando os órgãos legisladores a tentativa de regulamentar e obrigar os proprietários a tomar medidas que nem sempre garantam, efetivamente, a segurança dessas estruturas, diminuindo os riscos a elas associados.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 13028**: Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 2017.

ALMEIDA, J. C. D. **A Segurança e Saúde no Trabalho no Regime CLT e no Regime Estatutário: uma abordagem do planejamento governamental comparando o tema nos dois regimes**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2016. Dissertação.

ANM, 2019. **MAPA**. Disponível em: <https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/Mapa>. Acesso em: out, 2019.

ANM, 2019. **RELATÓRIO ANUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO 2019**. Brasília, 2019.

ANM. **Resolução n° 4**, de 15 de fevereiro de 2019. Estabelece medidas regulatórias cautelares objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado "a montante" ou por método declarado como desconhecido. Brasília, 2019.

ÁVILA, J. P. Barragem de rejeitos. Rio de Janeiro: CBDB, 2012. 308 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Brasília, 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. **Lei n° 12.334**, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. Brasília, DF.

BRASIL. Portaria da Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. **Portaria SEPTR n° 210**, de 11 de abril de 2019. NR 22 – Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/legislacao>>. Acesso em: jul. 2020.

BRASIL. **Resolução CNRH N° 143**, de 10 de julho de 2012. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, em atendimento ao art. 7° da Lei n° 12.334, de 20 de setembro de 2010. Brasília, 2012.



BRASIL. **Resolução CNRH nº144**, de 10 de julho de 2012. Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, 2012.

CBDB - COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. **A história das barragens no Brasil. Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens.** 14p. Rio de Janeiro: CBDB, 2011.

DNPM. **Portaria nº 237**, de 18 de outubro de 2001. Aprova as Normas Reguladoras de Mineração - NRM, de que trata o art. 97 do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Brasília, 2001.

DNPM publica **Portaria nº 70.389** que modifica várias normas de Barragens de Mineração. Brasil, 2017. Disponível em: <<https://institutominere.com.br/blog/dnpm-publica-portaria-70-389-modificavarias-normas-barragens-mineracao>>, Acesso em: jul. 2020. Acesso em: jul. 2020.

ESTADÃO. **Imagens áreas de Bento Rodrigues invadida pela lama.** 2015 Disponível em: <https://fotos.estadao.com.br/galerias/fotografia,imagens-aereas-de-bento-rodrigues-invadida-pela-lama,22379>

G1. **Brumadinho antes e depois: veja imagens do rompimento de barragem da Vale.** 2019 Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/25/antes-e-depois-veja-imagens-do-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg.ghml>>. Acesso em: jul. 2020.

ICOLD, International Commission on Large Dams. **Tailings dams: risk of dangerous occurrences, lessons learnt from practical experiences.** Bulletin 121, 2001, France.

IBRAM, INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, 2018. **Economia Mineral do Brasil**; 1 ed, Brasília, DF, 128 p

MACHADO, W. G. **Monitoramento de barragens de contenção de rejeitos da mineração.** 2007. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral), Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, USP, São Paulo, SP.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Ministério de Minas e Energia acompanha rompimento de barragem em Livramento.** Disponível em: <[http://www.mt.gov.br/rss/-/asset\\_publisher/Hf4xlehM0Iwr/content/12986907-ministerio-de-minas-e-energia-acompanha-rompimento-de-barragem-em-livramento/pop\\_up?\\_101\\_INSTANCE\\_Hf4xlehM0Iwr\\_viewMode=print&\\_101\\_INSTANCE\\_Hf4xlehM0Iwr\\_languageId=pt\\_BR](http://www.mt.gov.br/rss/-/asset_publisher/Hf4xlehM0Iwr/content/12986907-ministerio-de-minas-e-energia-acompanha-rompimento-de-barragem-em-livramento/pop_up?_101_INSTANCE_Hf4xlehM0Iwr_viewMode=print&_101_INSTANCE_Hf4xlehM0Iwr_languageId=pt_BR)>. Acesso em jul. 2020.

LOZANO, F. A. E. **Seleção de locais para barragens de rejeitos usando o método de análise hierárquica.** 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica), Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações, USP, São Paulo, SP.

PANIAGO, L.N.: **Legislação Federal Brasileira em Segurança de Barragens Comentada**. Brasília: Agência Nacional de Mineração - ANM, 2018

SAMARCO. **Rompimento da Barragem de Fundão**. 2016. Disponível em: <<http://www.samarco.com/rompimento-da-barragem-de-fundao/>>. Acesso em: jun 2020.

SCHAPER, D. d. **Instrumentos regulatórios aplicáveis a barragens de rejeitos – da concepção ao fechamento**. Seminário de Gestão de Riscos e Segurança de Barragens de Rejeitos, 2017. Belo Horizonte, 2017.

SILVA, O. P. D. **Módulo de Apoio: Segurança no trabalho I**. Joinville: Clube de Autores, 2008.

SOUZA, T. S. A. **Evolução histórica da legislação brasileira e do estado de Minas Gerais relacionado ao tema de disposição de rejeitos de mineração em barragens**. 2019. Monografia, UFOP, Ouro Preto, MG.

VALE. **Atualizações Brumadinho**. 2019. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/Paginas/confira-as-ultimas-noticias-sobre-reparacao.aspx](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/Paginas/confira-as-ultimas-noticias-sobre-reparacao.aspx)>. Acesso em: jun. 2020

VERÓL, A. P. **Simulação da propagação de onda decorrente de ruptura de barragem, considerando a planície de inundação associada a partir da utilização de um modelo pseudo-bidimensional**. 2010. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2010.

VIEIRA, V. P. P. B. **Análise de riscos em recursos hídricos – fundamentos e Aplicações**. Porto Alegre - RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), nov. 2005.

WISE - WORLD INFORMATION SERVICE ON ENERGY **Tailings dam safety: Chronology of major tailings dam failures**. Wiseinternational.org, 2020. Disponível em: <<http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>>. Acessado em: jul. 2019.