

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GEIRAS

Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Minerais

Bruno Nunes Penna

Aspectos Legais das Pilhas de Estéril e Rejeito na Mineração

Belo Horizonte

2024

Bruno Nunes Penna

Aspectos Legais das Pilhas de Estéril e Rejeito na Mineração

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Minerais da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de especialista em engenharia de recursos minerais

Orientador: Prof. Msc. Leandro Azevedo

Belo Horizonte

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MINAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS MINERAIS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO MONOGRAFIA/ARTIGO

Aos vinte e três dias do mês de novembro do ano de dois mil e vinte e quatro, de 08h:00min às 11h:15min, o estudante Bruno Nunes Penna, matrícula 202363662448 defendeu o Trabalho intitulado "**Aspectos Legais das Pilhas de Estéril e Rejeito na Mineração**".

Participaram da banca examinadora os professores abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar, assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 90

Situação: Aprovado

Orientador: Professor Leandro Azevedo da Silva

Examinadora: Professora Dinalva Celeste Fonseca

Examinadora: Professora Viviane da Silva Borges Barbosa



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Azevedo da Silva, Usuário Externo**, em 17/01/2025, às 15:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Viviane da Silva Borges Barbosa, Professora do Magistério Superior**, em 18/01/2025, às 07:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Dinalva Celeste Fonseca, Usuária Externa**, em 02/02/2025, às 11:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 3806800 e o código CRC **A72A1E47**.

INSTRUÇÕES

Este documento deve ser editado apenas pelo Orientador e deve ser assinado eletronicamente por todos os membros da banca.

RESUMO

A mineração desempenha um papel essencial na extração de matérias-primas, e ao longo dos séculos, essa atividade evoluiu de maneira significativa, impulsionada por avanços tecnológicos e pela adoção de métodos mais eficientes de exploração e beneficiamento. Contudo, a gestão dos resíduos gerados, como os rejeitos e os estéreis, continua sendo um grande desafio.

Os acidentes graves envolvendo barragens de rejeitos, como os de Fundão (Mariana, 2015) e Brumadinho (2019), evidenciaram a necessidade de regulamentações mais rígidas para garantir a segurança dessas estruturas. Apesar dos avanços legislativos no que se refere às barragens, ainda persiste uma lacuna em relação às normas específicas para outros métodos de disposição de resíduos, como as pilhas de rejeitos e estéril, cujo debate foi intensificado após o rompimento de uma pilha na BR-040, entre Brumadinho e Nova Lima, em 2022.

Diante desse contexto, a regulamentação dessas estruturas torna-se fundamental para a prevenção de novos acidentes e a mitigação de riscos. Esta monografia tem como objetivo analisar as normas vigentes no Brasil para pilhas de rejeitos e estéril, traçando um paralelo com as regulamentações voltadas para as barragens, de forma a destacar a necessidade de atualizar e aprimorar as normas que tratam da disposição de resíduos sólidos na mineração.

Palavras-chave: Pilhas de estéril; Pilhas de rejeito; Regulamentação de pilhas; Mineração; Legislação da mineração.

ABSTRACT

Mining, an essential activity for obtaining raw materials, has evolved significantly over the centuries. With the development of new technologies, more efficient extraction and processing methods have been implemented. However, the management of discarded materials, such as **tailings and waste rock**, remains a contemporary challenge.

The severe accidents involving tailings dams, such as those in Fundão (Mariana, 2015) and Brumadinho (2019), have highlighted the need for stricter regulations for the maintenance of these structures. Despite improvements in dam laws, there is still a lack of specific and updated standards for other methods of tailings and waste rock disposal, such as **tailings and waste rock piles**. These methods were questioned after a landslide in Barão de Cocais (Minas Gerais, 2019), due to concerns about the safety of nearby structures. The safety of these structures is crucial to minimize risks and prevent future accidents.

This article analyzes the existing standards for **tailings and waste rock piles**, correlating them with the standards for dams, with the aim of demonstrating the lack of regulation in the Brazilian scenario and clarifying to the reader the need to update such standards.

Keywords: Tailings; Waste; Dam; Law; Waste Rock Disposal

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 3.1: Ciclo de Vida do Projeto Minerário e os pilares ESG de cada fase do projeto.(CUCHIERATO,G et al, 2021) [6].....	11
Figura 4.1 – Distribuição das Barragens cadastradas no SIGBM conforme estado....	13
Figura 4.2 – Distribuição das Barragens cadastradas no SIGBM conforme categoria de risco. Report Mensal Barragens de Mineração (janeiro de 2024) [8].....	14
Figura 6.1: Linha do tempo com as principais leis vigentes e aplicáveis a barragens de mineração.....	26
Figura 6.2: Linha do tempo com as principais leis vigentes e aplicáveis a pilhas de estéril e rejeito na mineração.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	11
3	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
4	BARRAGENS DE MINERAÇÃO.....	13
4.1	<i>Principais normas aplicáveis as barragens de mineração.....</i>	<i>14</i>
4.1.1	CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Resolução nº 237/1997 [10]	14
4.1.2	Lei Federal nº 12.334/2010 (Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB) (Posteriormente alterada pela Lei nº 14.066 de 2020) [1].....	15
4.1.3	Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 143/2012 (Previsão de revogação em 10/2025) [12].....	16
4.1.4	Lei Estadual (Minas Gerais) nº 23.291/2019 [13]	18
4.1.5	Resolução ANA (Agência Nacional de Águas) nº 24/2020 [14].....	19
4.1.6	Decreto (Minas Gerais) nº 48.140/2021 [15].....	19
4.1.7	Portaria nº 44/2022 do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) [16]	19
4.1.8	Resolução ANM nº95/22 (Alterada pela resolução ANM nº 130/2022 e ANM nº 175/2024) [4] 20	20
4.1.9	Resolução ANM nº 122/2022 [17]	21
4.1.10	Decreto nº 48.747/2023 (Minas Gerais) [18].....	21
4.1.11	Portaria FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) nº 699/2023 [19].....	22
4.1.12	Resolução CNRH nº241/2024 [20].....	23
5	PILHAS DE ESTÉRIL E REJEITO	23
5.1	<i>Principais normas aplicáveis as pilhas de estéril e rejeito de mineração</i>	<i>24</i>
5.1.1	DNPM nº 237 (NRM 19) [21].....	24
5.1.2	ABNT NBR 13029 [22]	24
5.1.3	Norma Regulamentadora (NR) 22/1978 [23]	25
6	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é amplamente reconhecido por suas vastas reservas minerais e pelo potencial de exploração, abrigoando grandes empresas do setor mineral. No entanto, a atividade minerária desenfreada e a ausência de uma fiscalização mais rigorosa na gestão de resíduos facilitaram a ocorrência de grandes acidentes, como os desastres das barragens de Fundão (Mariana, 2015) e Brumadinho (Brumadinho, 2019).

Historicamente, as barragens de rejeitos já eram alvo de regulamentações específicas, com a criação da primeira lei federal em 2010 (Lei 12.334) [1]. Os acidentes subsequentes evidenciaram a necessidade de leis mais restritivas para a gestão de resíduos. Após o desastre de Mariana, foi criada a Portaria nº 70.389 (2017) [2] pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), que regulamentava especificamente a gestão e fiscalização de barragens. [3 – Livro Desafios e perspectivas] Esta portaria foi posteriormente substituída pela Resolução ANM nº 95 (2022) [4], regulamentada pela Agência Nacional de Mineração (ANM).

Além dos acidentes de Mariana e Brumadinho, o rompimento da Pilha de Rejeitos da mina de Pau Branco trouxe à tona a segurança do Dique Lisa, que acabou transbordando.

As reações públicas em frente aos acidentes proporcionaram pressão para que o cenário de regramentos específicos para as Barragens alterasse consideravelmente ao longo dos anos, agindo de forma responsiva aos acidentes ocorridos. Tomando como exemplo uma publicação no site da Assembleia Legislativa de Minas Gerais em que a manchete da matéria é “Empilhamento a seco evitaria tragédias como a de Mariana”, a matéria traz à tona a tecnologia de disposição de rejeitos criada na Finlândia e que poderia substituir as tradicionais barragens de rejeito.

[...] Já com o novo método, uma vez secos, os rejeitos são compactados para o empilhamento, formando pilhas que, à primeira vista, lembram montanhas. Essa mesma tecnologia europeia, segundo explicaram os técnicos, já é comumente usada no Brasil para o beneficiamento do minério, mas até então não havia sido aplicada para o

trato de resíduos. [...] [6] (Assembleia Legislativa de Minas Gerais)

Porém, a palavra “seco” não se remete a não acumulação de água, mas sim a ausência de umidade constante no material após sua saída da usina. Os parâmetros adotados no projeto de conformação de pilhas definem qual o teor de umidade do material. Portanto, o “material a seco” referido está correlacionado a ausência de água, mas com teores de umidade, o empilhamento drenado também está sujeito a falhas, com impactos significativamente menores.

Sob a pressão midiática e judicial, o setor mineral no Brasil foi compelido a se adaptar, incorporando novas tecnologias para a gestão de resíduos. No entanto, o mesmo rigor regulatório não é aplicado ao armazenamento de resíduos a “seco”, como Pilhas de Estéril e Pilhas de Rejeito, que estão se tornando cada vez mais populares. Este método de disposição de resíduos ainda carece de regulamentação específica, o que representa um desafio significativo para a gestão sustentável e segura desses materiais.

Este artigo abordará as normas e legislações que regulamentam as pilhas de rejeito e estéril, comparando-as com as regulamentações aplicáveis às barragens. Serão destacadas as fragilidades regulatórias na gestão dos resíduos a seco, evidenciando a necessidade de um marco regulatório mais robusto e específico para garantir a segurança e sustentabilidade na disposição desses materiais.

2 OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo analisar as normas existentes no cenário brasileiro para pilhas de rejeito e estéril, correlacionando-as com as normas para barragens. Pretende-se demonstrar a carência de regulamentação específica e atualizada para a disposição de resíduos em pilhas, bem como esclarecer a necessidade de atualização dessas normas. O estudo é relevante especialmente devido de graves acidentes envolvendo barragens de rejeitos, como os ocorridos em Fundão (Mariana, 2015) e Brumadinho (Brumadinho, 2019), além do recente rompimento de uma pilha de estéril na BR-040 (divisa entre Brumadinho e Nova Lima, 2022). A regulamentação das pilhas de estéril e rejeito é crucial para minimizar riscos e prevenir futuros acidentes, garantindo a segurança de operações mineradoras.

3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A gestão dos resíduos da mineração constitui uma parte crucial do ciclo de vida de um projeto minerário, podendo esses resíduos ser gerados tanto em forma seca quanto úmida. Desde o início do projeto, é necessário que esses resíduos sejam estudados para garantir sua correta disposição. A Figura 3.1 permite a análise do ciclo de vida do projeto minerário, bem como dos pilares de Meio Ambiente, Saúde e Segurança (ESG) que regem cada etapa, destacando-se a fase em que a gestão dos resíduos é iniciada.

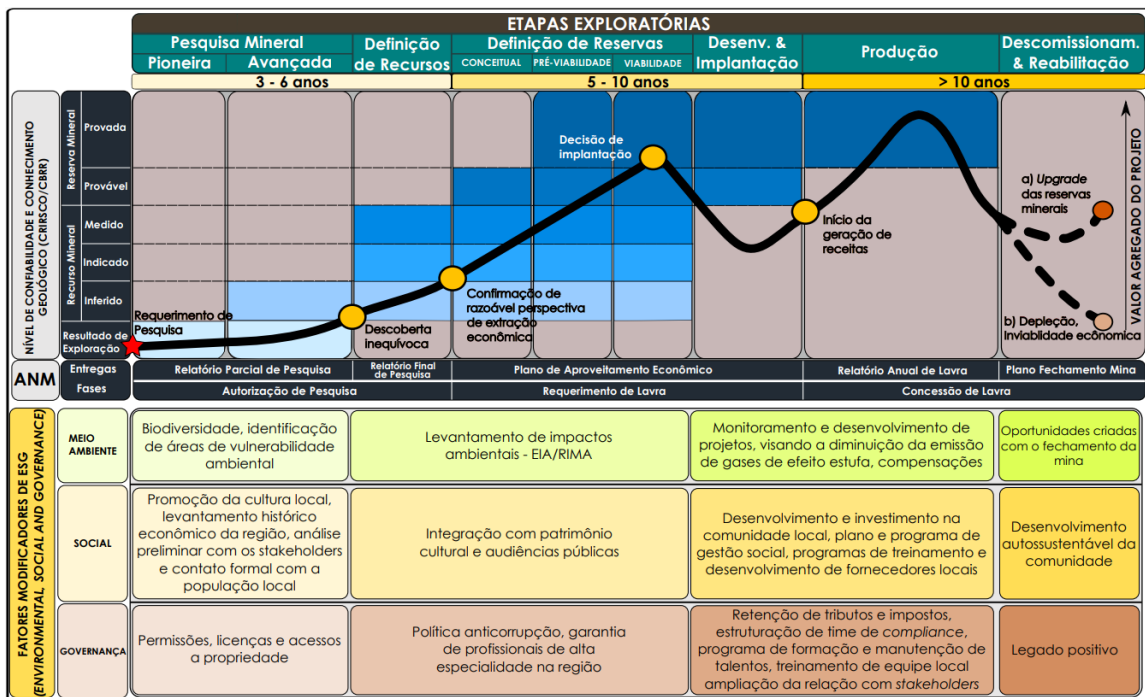


Figura 3.1: Ciclo de Vida do Projeto Minerário e os pilares ESG de cada fase do projeto. (CUCHIERATO,G et al, 2021) [6]

Para assegurar a gestão dos resíduos, é necessário realizar um estudo exaustivo do produto a ser beneficiado, da área disponível (considerando tanto os aspectos geológicos quanto geotécnicos) e do viés econômico. Atualmente, o método mais comum para o armazenamento dos rejeitos é a utilização de barragens [7]. No entanto, o termo resíduos abrange não apenas a gestão dos rejeitos, mas também o de estéreis produzidos durante a extração mineral. Segundo o “Manual de Barragens e Estrutura de Armazenamento de Rejeitos (EARs) da Vale” [7] (fevereiro de 2024), o estéril é o material gerado durante a atividade de extração da mina que não é encaminhado à etapa de beneficiamento (material a seco), não possui valor econômico e geralmente é armazenado em pilhas. O rejeito, por sua vez, é o material resultante do processo de beneficiamento do minério, sendo separado do minério de interesse durante essa etapa e geralmente composto por partículas de rocha, água e outras substâncias adicionadas nesse processo. Os resíduos da mineração possuem diversas formas de disposição, das quais:

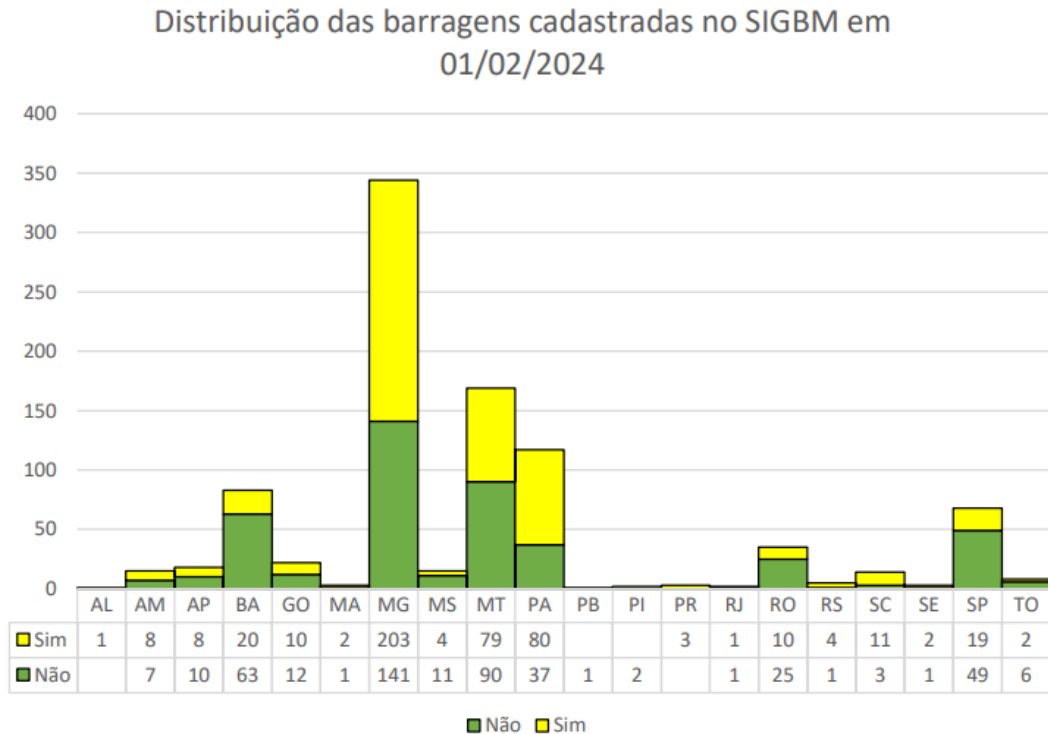
- i) Cavas exauridas de minas; (Rejeito e estéril)
- ii) em pilhas de estéril;
- iii) em pilhas de rejeito;
- iv) em pilhas de co-disposição; (Estéril e rejeito)
- v) por empilhamento a seco (*Dry stacking*); e
- vi) em barragens de contenção de rejeitos.

No capítulo, será discutida a regulamentação brasileira referente aos diversos métodos de disposição de resíduos, abordando as normas vigentes, os desafios enfrentados na sua implementação.

4 BARRAGENS DE MINERAÇÃO

Conforme o relatório “Report Mensal Barragens de Mineração” (janeiro de 2024) [8], em 1º de fevereiro de 2024, o Brasil possuía 928 barragens registradas no Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM), das quais 467 estavam enquadradas na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). A Figura 4.1 ilustra a quantidade de barragens cadastradas no SIGBM por estado e seu enquadramento na PNSB. A categoria de risco é uma classificação para barragens relacionando critérios como características técnicas, estado de conservação e Plano de Segurança de Barragens em pontuações, a relação de classificação da Categoria de Risco foi implementada pela Resolução CNRH nº 143 em 2012, A Figura 4.2 demonstra a classificação da categoria de risco para as barragens enquadradas na Política Nacional de Segurança de Barragens.

Figura 4.1 – Distribuição das Barragens cadastradas no SIGBM conforme estado e enquadramento na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB (Lei 12.334)



enquadramento na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB (Lei 12.334).
 . Fonte: Report Mensal

Barragens de Mineração” (Janeiro de 2024) [8]

Categoria de Risco			
Baixo	Médio	Alto	Total
313	90	64	467

Figura 4.2 – Distribuição das Barragens cadastradas no SIGBM conforme categoria de risco. Report Mensal Barragens de Mineração” (janeiro de 2024) [8]

Contudo, a disponibilidade dessas informações nem sempre foi uma realidade. A implementação de um sistema de controle e classificação das barragens representou um marco regulatório significativo na gestão dessas estruturas no país. Nos tópicos seguintes, serão analisados os marcos regulatórios que possibilitaram a coleta das informações, bem como os regulamentos específicos que orientam a gestão das barragens.

4.1 Principais normas aplicáveis as barragens de mineração

4.1.1 CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Resolução nº 237/1997 [10]

A Resolução nº237 da CONANA dispõe sobre o licenciamento ambiental no Brasil e estabelece parâmetros para o licenciamento de empreendimentos que possam causar degradação ambiental, incluindo as barragens de mineração. A Resolução define os procedimentos e critérios que devem ser seguidos para a obtenção das licenças ambientais, abrangendo desde a localização e instalação até a operação e ampliação dos empreendimentos.

Para solicitar as licenças ambientais, é necessário seguir três fases distintas:

Licença Prévia (LP): Solicitada na etapa preliminar do empreendimento, essa licença é concedida após a análise das características técnicas, localização e viabilidade do projeto.

Licença de Instalação (LI): Esta licença autoriza a instalação do empreendimento esua atividade, conforme especificado nos planos, programas e projetos aprovados. Inclui medidas de controle ambiental e demais condicionantes essenciais.

Licença de Operação (LO): Esta licença permite a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do cumprimento das exigências das licenças anteriores e das medidas de controle ambiental e condicionantes estabelecidas para a operação.

Ela também especifica a necessidade de estudos ambientais detalhados, como o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que são essenciais para avaliar os possíveis impactos ambientais e propor medidas mitigadoras adequadas.

4.1.2 Lei Federal nº 12.334/2010 (Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB) (Posteriormente alterada pela Lei nº 14.066 de 2020) [1]

A Lei Federal nº 12.334 foi um marco na mineração, estabelecendo a Política Nacional de Segurança de barragens (PNSB) e definindo critérios para a segurança de barragens destinadas à acumulação de água, rejeitos de mineração e resíduos industriais. A lei é regulada pela Agência Nacional de Mineração (ANM), sendo a responsável pela fiscalização de barragens de mineração, definindo sua aplicabilidade para barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem pelo menos uma das características:

I - altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 (quinze) metros; (Redação dada pela Lei nº 14.066, de 2020)

II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³ (três milhões de metros cúbicos);

III - reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;

IV - categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 6º.

IV - categoria de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 7º desta Lei; (Redação dada pela Lei nº 14.066, de 2020)

V - categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador, conforme definido no art. 7º desta Lei. (Incluído pela Lei nº 14.066, de 2020)

Um dos pontos-chaves da Lei 12.334 foi trazer os critérios de Dano Potencial Associado e Categoria de Risco para a classificação das barragens na mineração.

4.1.3 Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 143/2012 (Previsão de revogação em 10/2025) [12]

A Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012, estabeleceu critérios gerais para a classificação de barragens no Brasil, conforme o artigo 7º da Lei nº 12.334/2010. A classificação é baseada em três pilares principais: categoria de risco, dano potencial associado e volume do reservatório. Ela visa garantir a segurança das barragens, reduzindo os riscos de rompimentos e seus impactos sociais, econômicos e ambientais.

Um dos aspectos cruciais da resolução foi em trazer as responsabilidades para os empreendedores e órgãos fiscalizadores, garantindo que ocorresse a implementação de medidas corretivas e preventivas necessária para manutenção de barragens. A definição dos termos “Dano Potencial Associado” e “Categoria de Risco”, também foi regulada, esses critérios que são utilizados em demais normas e definem as obrigações do empreendedor de acordo com sua classificação, portanto:

Dano Potencial Associado (DPA): Dano Potencial Associado é o dano que pode ser causado devido ao mau funcionamento da estrutura (Rompimento, infiltração, vazamento, etc.), o DPA não está relacionado a probabilidade de ocorrência, a correlação do DPA é medida de acordo com o potencial de perda de vidas humanas e impactos sociais.

A classificação do Dano Potencial Associado é realizada através do somatório da pontuação dos itens de população existente a jusante associado com o risco de perda de vidas

humanas, levando em consideração a presença de unidades habitacionais (Permanentes) ou população em trânsito (Rodovias), áreas protegidas por lei, classificação dos rejeitos ou resíduos armazenados e o volume do reservatório.

Categoria de Risco (CRI): As barragens serão classificadas quanto ao risco tomando como base critérios como as características técnicas (altura, comprimento, material de construção, fundação, idade e tempo de recorrência da vazão de projeto), o estado de conservação (confiabilidade das estruturas extravasoras e de captação, eclusa, percolação, deformações, recalques e deterioração dos taludes) e Plano de Segurança da Barragem (documentação de projeto, estrutura organizacional, procedimentos de inspeção e monitoramento, regras operacionais dos dispositivos de descarga e relatórios de inspeção).

O DPA e o CRI são aspectos cruciais que devem ser considerados na fase de projeto do barramento e ao longo da sua vida. A reclassificação do DPA (Baixo, Médio ou Alto) e CRI (Baixo, Médio ou Alto) da estrutura ensejam em obrigações legais mais brandas ou restritivas, portanto o monitoramento da classificação da estrutura é de grande importância para o empreendedor.

A classificação de barragens para disposição de rejeitos minerais e quanto ao volume do reservatório considera os seguintes critérios: um reservatório é considerado muito pequeno se o volume total for inferior ou igual a 500 mil metros cúbicos; pequeno, se o volume for superior a 500 mil metros cúbicos e inferior ou igual a 5 milhões de metros cúbicos; médio, se o volume for superior a 5 milhões e inferior ou igual a 25 milhões de metros cúbicos; grande, se o volume for superior a 25 milhões e inferior ou igual a 50 milhões de metros cúbicos; e muito grande, se o volume total for superior a 50 milhões de metros cúbicos.

O “Anexo I” da resolução traz o quadro para classificação de Barragens de Estéril e Rejeitos quanto aos critérios descritos, resumidamente, o CRI é calculado pela soma da pontuação das “Características Técnicas” (CT), “Estado de Conservação” (EC) e “Plano de Segurança de Barragens” (PSB). O DPA é classificado conforme a soma das pontuações do “Volume Total do Reservatório”, “Existência de População a Jusante”, “Impacto Ambiental” e “Impacto sócio-econômico”.

A Resolução CNRH nº143/2012 desempenhou um papel fundamental na classificação das Barragens de Mineração, servindo como base para outras normas que estabeleceram

critérios de segurança segundo a Categoria de Risco e o Dano Potencial Associado. Vale destacar que essa resolução será substituída pela Resolução CNRH nº241/2024, prevista para vigorar em 2025, o que resultará na atualização de várias outras normas que dependiam dos critérios estabelecidos pela resolução anterior.

4.1.4 Lei Estadual (Minas Gerais) nº 23.291/2019 [13]

A Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, estabelece a política estadual de segurança de barragens em Minas Gerais, integrando-a com a Política Nacional de Segurança de Barragens e as políticas ambientais estaduais e nacionais. Ela é aplicável a barragens que acumulam rejeitos ou resíduos industriais ou de mineração, ou que armazenam água e líquidos associados a processos industriais, desde que atendam a critérios como altura mínima de 10 metros, capacidade de reservatório de 1 milhão de metros cúbicos ou mais, ou que possuam resíduos perigosos ou risco ambiental.

Um dos pontos centrais da legislação é a responsabilidade do empreendedor pela segurança da barragem em todas as fases do projeto, desde o planejamento até a desativação. Para barragens que utilizam o método de alteamento a montante, sua construção ou ampliação está proibida, exigindo a descaracterização de estruturas inativas que utilizam esse método. Adicionalmente, qualquer barragem deve estar acompanhada de um Plano de Ação Emergencial (PAE), com sistemas de alerta e medidas de proteção para as populações a jusante de acordo com o DPA e CRI da estrutura.

Outro ponto chave é a imposição de que as barragens devem passar por auditorias de segurança de acordo com o potencial de dano ambiental. Os resultados devem ser reportados ao Sisema, e em casos de instabilidade ou descumprimento das normas, determinar a suspensão das atividades da barragem. O descumprimento das normas pode acarretar sanções administrativas e multas severas.

4.1.5 Resolução ANA (Agência Nacional de Águas) nº 24/2020 [14]

A Resolução ANA nº 24, de 20 de maio de 2020, estabelece procedimentos para a fiscalização do uso de recursos hídricos e a segurança de barragens que possuem outorga em corpos d'água de domínio da União. A resolução definições que devem ser seguidas no ato de fiscalização das estruturas, as situações na qual as barragens podem ser vistoriadas, as obrigações do empreendedor e a sanções e multas aplicáveis em caso de descumprimento.

4.1.6 Decreto (Minas Gerais) nº 48.140/2021 [15]

Esse decreto regulamenta a PESB conforme estabelecida pela Lei nº 23.291/2019, tratando da segurança das barragens e da responsabilidade das mineradoras no estado de Minas Gerais, caracterizado como um dos principais polos de mineração no Brasil e também onde ocorreram os desastres de Mariana (2015) e Brumadinho (2019). Ele define diretrizes para a classificação de barragens com base na categoria de risco e no potencial de dano ambiental, abordando aspectos como a altura, a capacidade do reservatório e o impacto social e ambiental da estrutura. As barragens devem ser cadastradas e monitoradas, e as empresas responsáveis têm a obrigação de manter atualizadas as informações e seguir as normas técnicas de segurança, incluindo auditorias periódicas. O decreto também especifica as responsabilidades dos empreendedores em caso de descaracterização de barragens alteadas a montante, estabelecendo etapas para garantir a segurança dessas estruturas.

4.1.7 Portaria nº 44/2022 do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) [16]

A Portaria IGAM nº 44, de 25 de novembro de 2022, estabelece normas para o credenciamento de pessoas físicas e jurídicas que prestam serviços relacionados à segurança de barragens de usos múltiplos em Minas Gerais, exceto as voltadas ao aproveitamento hidrelétrico. O processo de credenciamento exige a apresentação de vasta documentação do profissional, como documentos técnicos, certidões (Certidão de Quitação e Certidão de Acervo técnico) do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea/MG) e exige que o profissional apresente experiência prévia com barragens. O credenciamento, realizado pelo Sistema Eletrônico de Informações (SEI), tem validade de três anos, podendo ser renovado.

4.1.8 Resolução ANM nº95/22 (Alterada pela resolução ANM nº 130/2022 e ANM nº 175/2024) [4]

Resolução que representou um dos marcos mais notáveis no âmbito regulamentador das Barragens de Mineração, e consolida normas em uma única regulamentação, com o objetivo de simplificar e harmonizar os procedimentos de segurança e fiscalização de barragens de mineração. As normas que foram sucedidas pela resolução nº95 foram:

- Portaria DNPM nº 461/2012
- Portaria DNPM nº 70.389/2017
- Instrução Normativa DNPM nº 4/2018
- Resolução ANM nº 13/2019
- Resolução ANM nº 32/2020

A resolução ANM nº95/22 trouxe conceitos importantes para a gestão de barragens de mineração enquadradas pela Lei nº 12.334/2010 (PNSB) e estabeleceu a criação do Plano de Segurança de Barragens para aquelas enquadradas na PNSB. O Plano de Segurança de Barragens é um critério de gestão documental dos documentos técnicos relativos e obrigatórios relativos as Barragens, ele teve como objetivo auxiliar os empreendimento na gestão dos seus documentos e fiscalizações dessa documentação pela agência. O conteúdo completo do Plano de Segurança de Barragens pode ser analisado no “Anexo II – Conteúdo Mínimo” da Resolução. Entre as principais obrigações estabelecidas na Resolução ANM nº 95/2022 temos a elaboração frequente de documentos que atestem a estabilidade da estrutura em todo seu ciclo de vida, como por exemplo:

Projeto As Is | Projeto As Built: Esse documento deve ser elaborado após a construção do maciço inicial ou depois de qualquer alteração estrutural no barramento da estrutura em até 6 meses (Projeto As Built) e caso o prazo tenha sido ultrapassado o Projeto As Is.

Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB): A revisão periódica de Segurança de Barragens é um documento de caráter obrigatório e tem sua periodicidade definida de acordo com o DPA da estrutura, caso o material disposto na estrutura passe por alterações (Elaborar em até 6 meses) e caso a estrutura tenha finalizados obras que sejam consideradas como modificações estruturais (6 meses)

Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR): Documento que deve ser elaborado nos meses de março e setembro do ano, esse documento é um compilado das Inspeções de Segurança realizadas durante o período. Obrigatoriamente a campanha de setembro deve ser realizada por auditoria externa.

Relatório de Inspeção de Segurança Extraordinária (RISE): Documento que deve ser elaborado de acordo com a solitação da ANM, esse documento é um compilado das Inspeções de Segurança realizadas durante o período estipulado. Obrigatoriamente a campanha de setembro deve ser realizada por auditoria externa.

4.1.9 Resolução ANM nº 122/2022 [17]

A Resolução ANM nº 122, de 28 de novembro de 2022, estabelece os procedimentos para apuração de infrações, aplicação de sanções e definição dos valores das multas no setor mineral. Esta normativa visa garantir o cumprimento das obrigações legais, regulamentando desde a identificação de infrações até a execução de penalidades, incluindo medidas cautelares como apreensão e embargo de atividades.

4.1.10 Decreto nº 48.747/2023 (Minas Gerais) [18]

O Decreto nº 48.747 de 2023, regulamenta a caução ambiental prevista na Lei nº 23.291 de 2019. Estabelecendo valores que devem ser creditados ao Governo de Minas Gerais como medida de precaução contra desastres ambientais envolvendo barragens. A implementação deste decreto pode ser vista como uma resposta tardia aos trágicos acidentes de Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2018.

O decreto determina que o valor da caução ambiental deve ser calculado utilizando a seguinte fórmula: $R\$ (\text{valor do Caução}) = A \times C \times 25,96 \times \text{Infla}$. Nesta fórmula, “A” representa a área do reservatório da barragem em metros quadrados (m²), “C” é o ponderador de classe da barragem conforme especificado no Anexo II do decreto, e “Infla” corresponde ao valor de correção inflacionária, baseado no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) acumulado a partir de fevereiro de 2022.

Um dos pontos marcantes desse decreto são os valores atingidos por barragens de grande área, tendo em vista que a sua aplicabilidade gira em torno da área do reservatório e não do volume.

4.1.11 Portaria FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) nº 699/2023 [19]

A Portaria FEAM nº 699, de 7 de junho de 2023, formaliza os procedimentos do Programa de Gestão de Barragens da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) em Minas Gerais. Entre as principais atividades do programa estão a fiscalização das barragens, o credenciamento de auditores independentes, a análise de relatórios de auditoria e o acompanhamento das condições de estabilidade das estruturas.

A portaria também trouxe a necessidade do relatório trimestral, a qual exige que, durante o período de suspensão de atividades de uma barragem por falta de estabilidade, os empreendedores apresentem, a cada três meses, um relatório atualizado sobre as medidas corretivas aplicadas. Esse relatório deve conter, além das medidas preventivas e corretivas em execução, uma avaliação técnica fotográfica da estrutura e o andamento das ações previstas no cronograma para recuperação da estabilidade da barragem. A cada um dos relatórios trimestrais, é necessário que seja acompanhado de uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), demonstrando o cumprimento das ações previstas para garantir a segurança da barragem.

4.1.12 Resolução CNRH n°241/2024 [20]

A resolução CNRH n°241 de Setembro de 2024 atualiza a antiga resolução n°143/2022, essa resolução traz maior maior detalhamento dos conceitos, como o de área de inundação, e aprimora a forma de cálculo do risco, introduzindo novos parâmetros de avaliação. Além disso, a resolução de 2024 altera a faixa de classificação de volume para barragens de acumulação de água, reduzindo o limite para a categoria "muito pequeno", que passa a ser inferior ou igual a 3 milhões de metros cúbicos, em contraste com os 5 milhões da resolução anterior, essa resolução também traz outra mudança significativa, a exigência de maior periodicidade na revisão dos critérios de classificação, com destaque para a reavaliação periódica de informações por parte do órgão fiscalizador.

5 PILHAS DE ESTÉRIL E REJEITO

As pilhas de estéril e rejeito sempre foram uma realidade no cenário brasileiro, porem, a falta de controles e regulamentações específicas não permite a obtenção de informações detalhadas quando comparado da disposição em barragens. Isso evidencia a necessidade urgente de desenvolver e implementar normas claras e rigorosas que garantam a gestão segura e sustentável dessas estruturas, minimizando os riscos ambientais e sociais associados.

Atualmente, a norma mais específica com peso de lei para pilhas de estéril e rejeito é a DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) n°237 – NRM (Norma) n°19 de 2001 [21], existindo outra norma, sem peso de lei, para as pilhas de estéril que orienta sobre o conteúdo mínimo para elaboração de projeto. demonstrando a fragilidade do cenário e a carência de novas regulamentações para essas pilhas. Embora as pilhas de estéril e rejeito sejam vistas como uma alternativa viável do ponto de vista financeiro e de aceitação pública, sem mudanças no cenário regulador, elas podem se tornar um problema significativo devido a questões de segurança.

5.1 Principais normas aplicáveis as pilhas de estéril e rejeito de mineração

5.1.1 DNPM nº 237 (NRM 19) [21]

A Norma Reguladora de Mineração (NRM) 19 estabelece diretrizes fundamentais para a disposição de estéril, rejeitos e produtos provenientes da atividade de mineração, destacando a importância de critérios técnicos, ambientais e de segurança na concepção e execução desses depósitos. A disposição de resíduos secos, como pilhas de estéril ou rejeitos, deve ser precedida por um estudo técnico detalhado, considerando aspectos geotécnicos, hidrológicos e hidrogeológicos, além da caracterização completa do material a ser depositado. Esses depósitos devem ser planejados com base em uma geometria segura, considerando a inclinação dos taludes e as condições de estabilidade do terreno, e incluir sistemas de drenagem adequados para evitar a saturação do solo e o comprometimento da estrutura.

A norma exige também que os depósitos de resíduos secos sejam monitorados constantemente, visando a mitigação de impactos ambientais, como erosão e contaminação de cursos d'água. O projeto técnico deve contemplar, entre outros fatores, a compactação do solo, a instalação de barreiras de contenção de sedimentos e a proteção superficial com vegetação para estabilizar o talude e minimizar riscos de deslizamentos. Além disso, são estabelecidas regras para o abandono e reabilitação dessas áreas, prevendo medidas para o uso futuro dos terrenos e garantindo que o processo seja conduzido com segurança e responsabilidade ambiental.

5.1.2 ABNT NBR 13029 [22]

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) formulou a NBR 13029 em 2017, a NBR 13029 estabelece os requisitos mínimos para a elaboração e apresentação de projetos de disposição de estéril em pilhas, provenientes de operações de mineração a céu aberto ou subterrânea. O objetivo principal é garantir que as pilhas de estéril atendam às condições de segurança, funcionalidade, economia e fechamento, minimizando os impactos ambientais.

A norma também estabelece o monitoramento contínuo da estabilidade e do impacto ambiental da pilha durante sua vida útil, bem como a elaboração de planos de desativação e fechamento. A Norma NBR 13029 não possui peso de lei.

5.1.3 Norma Regulamentadora (NR) 22/1978 [23]

A NR 22, de 08 de junho de 1978, aborda a segurança e saúde ocupacional em atividades de mineração. Embora não seja especificamente direcionada à disposição de rejeitos, a norma define critérios de segurança para a conformação dessas estruturas. Na sua atualização mais recente, em 2024, a norma introduziu o conceito de 'Perímetro de Segurança' para pilhas de estéril/rejeito na mineração, que deve ser estabelecido durante a elaboração do projeto e nos estudos de estabilidade das estruturas. Embora o impacto dessa alteração só ocorra em 2029, a concepção de novas pilhas já estará condicionada à realização desse estudo, reforçando a importância de critérios mais rigorosos para garantir a segurança e estabilidade dessas estruturas.

6 CONCLUSÃO

O estudo permitiu uma análise abrangente do cenário regulatório para a disposição de rejeito e estéril na mineração. Considerando apenas as normas atualmente em vigor, percebe-se que o cenário pode ser ainda mais discrepante. Os resultados demonstram o impacto significativo dos acidentes de Mariana (2015) e Brumadinho (2019) no fortalecimento da regulamentação de barragens. No entanto, outros métodos de disposição de resíduos continuam a carecer de uma atenção mais efetiva por parte dos órgãos reguladores. Em termos de segurança e confiabilidade das estruturas de barramento, é evidente que as normas vigentes exigem uma monitoração minuciosa por parte dos empreendedores, bem como a emissão regular de informações aos órgãos reguladores. Este cenário tem se tornado progressivamente mais rigoroso, com uma crescente demanda por documentação. Na Figura 6.1, uma linha do tempo ilustra as principais normas aplicáveis às barragens de mineração e evidencia como as tragédias de Brumadinho (2019) e Mariana (2015) impactaram na emissão de novas regulamentações.

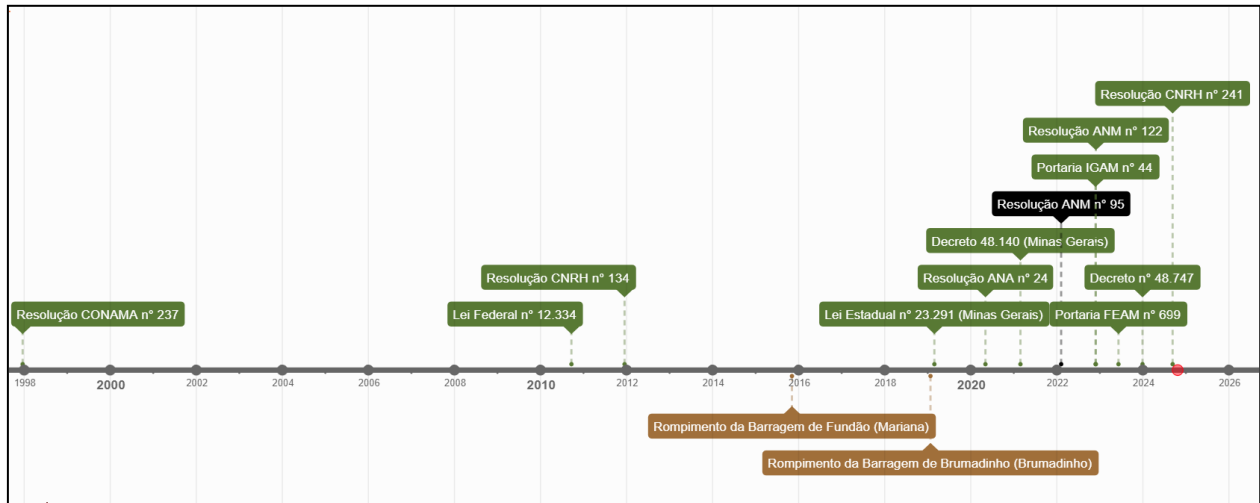


Figura 6.1: Linha do tempo com as principais leis vigentes e aplicáveis a barragens de mineração (Fonte: Autor).

Conclui-se que, apesar das tragédias menos expressivas envolvendo pilhas de estéril e rejeito, a atenção regulamentadora ainda está majoritariamente voltada para as barragens. As pilhas de resíduos da mineração têm se tornado cada vez mais atrativas devido à menor burocracia envolvida e à sua maior viabilidade econômica, levando em consideração o tempo necessário para licenciamento. O estudo evidencia que atualmente as pilhas carecem de regulamentação específica, especialmente no que diz respeito à implementação de um “Plano de Segurança de Pilhas” nos moldes da Regulamentação ANM n°95. Este plano seria fundamental para auxiliar os empreendedores na gestão e armazenamento dos documentos técnicos relativos às pilhas, além de facilitar as fiscalizações e garantir a emissão de relatórios periódicos ao órgão regulamentador, atestando sua estabilidade. Atualmente as pilhas contam apenas com a Resolução DNPM n° 237 – NR 19 do que deve ser seguido do ponto de vista legal. Consequentemente, muitas mineradoras brasileiras estão buscando guias de boas práticas internacionais para adotá-los como padrão em suas operações de disposição de rejeito e estéril em pilha. A figura 6.2 representa o atual cenário regulatório para as pilhas de mineração.

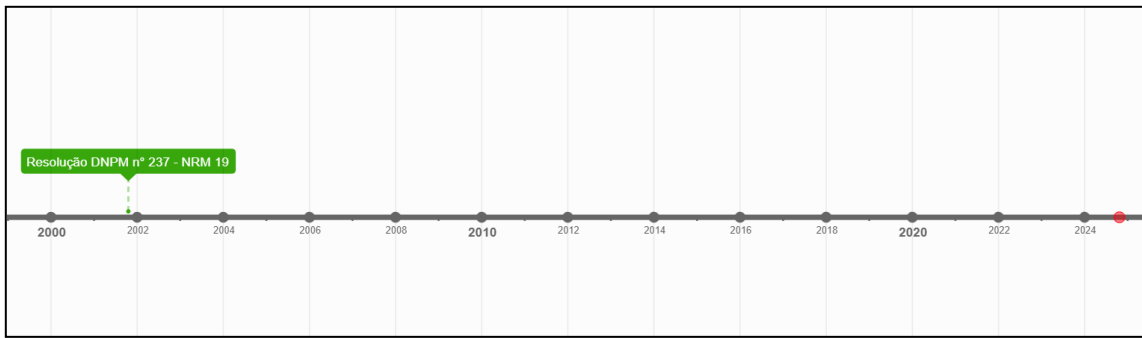


Figura 6.2: Linha do tempo com as principais leis vigentes e aplicáveis a pilhas de estéril e rejeito na mineração (Fonte: Autor).

É imprescindível que as normas sejam atualizadas e adaptadas para incluir diretrizes claras e específicas para a disposição de resíduos em pilhas, garantindo assim a segurança e sustentabilidade das operações mineradoras. A falta de regulamentação adequada pode acarretar sérios riscos ambientais e sociais, o que torna urgente a adoção de medidas que visem à prevenção de acidentes e à mitigação dos impactos negativos dessas estruturas. Portanto, a atualização das normas é essencial para assegurar a integridade e segurança das pilhas de estéril e rejeito, contribuindo para uma mineração mais segura e responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e altera a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 21 set. 2010.
- [2] BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017. **Estabelece critérios para a classificação de barragens quanto ao dano potencial associado e quanto ao risco**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 maio 2017.
- [3] COELHO, ANDRÉ; et al. **Desafios e perspectivas da disposição de rejeitos da mineração**. Belo Horizonte: Effyá, 2023. p.1-99.
- [4] BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Resolução nº 95, de 7 de fevereiro de 2022. **Estabelece critérios para a fiscalização e segurança de barragens de mineração**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 fev. 2022.
- [5] MINAS GERAIS, Assembleia Legislativa de Minas Gerais. Disponível em: https://www.almg.gov.br/acompanhe/noticias/arquivos/2016/04/18_materia_visita_mina_comissao_barragens.html. Acesso em: 22 out. 2024.
- [6] CUCHIERATO, GLAUCIA; et al. **Ciclo de Vida Do Projeto Minerário**. In The Mine, São Paulo, Edição Especial, 94, p.28-29, dezembro de 2021.
- [7] VALE; **Manual de Barragens e Estrutura de Armazenamento de Rejeitos (EARs) da Vale**. SI, janeiro de 2023. p.1-19.
- [8] AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM); **REPORT MENSAL BARRAGENS DE MINERAÇÃO**. Brasília, Distrito Federal, janeiro de 2024. p.1-12.
- [10] BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre o licenciamento ambiental e a revisão de procedimentos**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 22 dez. 1997.
- [12] BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012. **Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em**

atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 10 jul. 2012.

[13] MINAS GERAIS. Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019. **Estabelece a Política Estadual de Segurança de Barragens no Estado de Minas Gerais.** Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 26 fev. 2019.

[14] BRASIL. Agência Nacional de Águas. Resolução nº 24, de 4 de maio de 2020. **Estabelece procedimentos acerca das atividades de fiscalização do uso de recursos hídricos e da segurança de barragens objeto de outorga em corpos d'água de domínio da União exercidas pela Agência Nacional de Águas – ANA.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 4 mai. 2020.

[15] MINAS GERAIS. Decreto nº 48.140, de 25 de fevereiro de 2021. **Regulamenta a Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que dispõe sobre a Política Estadual de Segurança de Barragens.** Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 26 fev. 2021.

[16] MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Portaria nº 44, de 25 de setembro de 2022. **Dispõe sobre a delegação de competência para decidir sobre os requerimentos de outorga e outros atos administrativos de uso de recursos hídricos..** Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 25 set. 2022.

[17] BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Resolução nº 122, de 28 de novembro de 2022. **Dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 nov. 2022.

[18] MINAS GERAIS. Decreto nº 48.747, de 29 de dezembro de 2023. **Define os parâmetros para o cálculo da caução ambiental.** Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 29 dez. 2023.

[19] MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Portaria nº 699, de 7 de junho de 2023. **Formaliza os procedimentos do Programa de Gestão de Barragens da FEAM e dá outras providências.,** Belo Horizonte, MG, 7 ago. 2021.

[20] BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 241, de 21 de outubro de 2024. **Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por dano potencial associado, por volume e por categoria de risco, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 21 out. 2024.

[21] BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. 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.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 out. 2001.

[22] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13029: **Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

[23] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 22 (NR-22) – **Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração. Aprovada pela Portaria GM nº 3214, de 8 de junho de 1978.** Disponível em: <https://www.gov.br>. Acesso em: 22 out. 2024