

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

AUGUSTO CARNEIRO NEIVA

**SEGURANÇA DE BARRAGENS NO TERRITÓRIO  
BRASILEIRO: perspectivas regulamentares visando a  
segurança e evitando tragédias**

Paracatu

2022

AUGUSTO CARNEIRO NEIVA

**SEGURANÇA DE BARRAGENS NO TERRITÓRIO BRASILEIRO:** perspectivas regulamentares visando à segurança e evitando tragédias

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Barragens, estruturas.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Anelise Avelar Araujo

AUGUSTO CARNEIRO NEIVA

**SEGURANÇA DE BARRAGENS NO TERRITÓRIO BRASILEIRO:** perspectivas  
regulamentares visando à segurança e evitando tragédias

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Barragens, estruturas.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Anelise Avelar Araujo

Banca Examinadora:

Paracatu- MG, 22 de dezembro de 2022.

---

Prof<sup>a</sup>. Anelise Avelar de Araujo  
Centro Universitário Atenas

---

Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro Chula  
Centro Universitário Atenas

---

Prof. Me. Matheus Dias Ruas  
Centro Universitário Atenas

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela vida que ele me concedeu.

Agradeço aos meus pais José Roberto Carneiro Neiva e Maria Lidice Neiva por todo o esforço investido na minha educação.

Sou grato pela confiança depositada na minha proposta de projeto pela minha professora Anelise Avelar, orientadora do meu trabalho. Obrigado por me manter motivado durante todo o processo.

Por último, quero agradecer também à Universidade UniAtenas e todo o seu corpo docente que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

## RESUMO

Esta pesquisa busca analisar as principais estratégias necessárias para manter a segurança das barragens, a fim de evitar tragédias como as de Brumadinho e Mariana que marcaram o país de forma negativa. Será analisada as medidas adotadas pelo governo e órgãos responsáveis pelas barragens e a eficácia das mesmas. Como também as consequências socioeconômicas que um acidente pode ocasionar. Será apresentado um estudo de caso com acontecimentos no estado de Minas Gerais, relatando o quão desastroso e irreversíveis podem ser os danos causados. Por isso é tão importante uma legislação mais rigorosa e uma fiscalização eficaz, o que foi abordado por fim, onde fica explícito a falta de uma estrutura sólida para fazer esse fiscalização, ficando claro a falta de investimento do governo, ocasionado a falta de mão de obra qualificada e equipamentos de ponta, para que estes fiscais possam trabalhar de maneira segura e eficaz, atendendo toda a demanda e trazendo assim maior segurança à população que está exposta a estas barragens.

**Palavras-chave:** Segurança. Barragens. Consequências. Fiscalização. Governo.

## **ABSTRACT**

*This research seeks to analyze the main strategies necessary to maintain the safety of dams, in order to avoid tragedies like those of Brumadinho and Mariana, which marked the country in a negative way. We will analyze the measures adopted by the government and agencies responsible for the dams and their effectiveness. As well as the socioeconomic consequences that an accident can cause. A case study of events in the state of Minas Gerais will be presented, showing how disastrous and irreversible the damage can be. That is why it is so important to have a stricter legislation and an efficient inspection, which was approached at the end, where the lack of a solid structure to do this inspection is explicit, making clear the lack of investment by the government, causing the lack of qualified labor and state-of-the-art equipment, so that these inspectors can work safely and efficiently, meeting all the demand and thus bringing greater safety to the population that is exposed to these dams.*

**Keywords:** Safety. Dams. Consequences. Oversight. Government.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1.1 PROBLEMA DA PESQUISA</b>	<b>10</b>
<b>1.2 HIPÓTESE</b>	<b>10</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
<b>1.3.1 OBJETIVO GERAL</b>	<b>10</b>
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>11</b>
<b>1.4 JUSTIFICATIVA</b>	<b>11</b>
<b>1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO</b>	<b>11</b>
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	<b>12</b>
<b>2 PROPOSTAS ESTABELECIDAS PELOS ORGÃOS NACIONAIS RESPONSÁVEIS PELAS BARRAGENS</b>	<b>13</b>
<b>3 POSSÍVEIS IMPACTOS E DANOS SOCIOECONÔMICOS CAUSADO PEL O ROMPIMENTO DAS BARRAGENS DE REJEITO</b>	<b>17</b>
<b>4 FISCALIZAÇÃO DAS BARRAGENS DE REJEITO NO BRASIL</b>	<b>23</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Alguns países já estão preocupados com o uso das estruturas de barragem a longo prazo, o cuidado em questão a segurança das barragens é iminente. No entanto, são poucos os países que possuem legislação sobre segurança de barragens. Alguns países europeus (Portugal, Reino Unido, Espanha) Os Estados Unidos e o Canadá têm sua própria legislação. (ZATELLI, 2019)

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) foi instituída pela Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, e tem como um de seus objetivos garantir o cumprimento das normas de segurança, facilitar o monitoramento e acompanhamento das ações de segurança e promover a segurança de barragens (BRASIL, 2010).

Dentre as ferramentas da política de segurança de barragens (PNSB) previstas na lei, podemos citar o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), o sistema de classificação de barragens por categoria de risco (CRI) e Plano de Segurança da Barragem (PSB). E por Dano Potencial Associado (DPA). E também a classificação de Classificação Global de Perigo de Barragens (NPGB) também foi proposta na Resolução ANA 236 de 30 de janeiro de 2017, e pretende ser um indicador global para avaliar o risco potencial de um acidente ou evento em barragens. (ANA, 2017)

Hoje, o número de barragens existentes é desconhecido, e as estatísticas reais de incidentes devido a danos estruturais ou colapso não são conhecidos. São múltiplos os fatores envolvidos no processo de segurança de barragens, com múltiplos órgãos responsáveis por examinar mais de 20.000 barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informações de Segurança de Barragens, em que na maioria dos registros dos registros não possuem informações suficientes para defini-las para submissão à PNSB (SNISB, 2017).

A maioria dos acidentes no país permanece sem explicação, dificultando o avanço do conhecimento na área. Segundo Medeiros (2013) acredita-se que uma barragem para ser considerada segura deve primeiro ter integridade estrutural, não causar sensação de ameaça e não causar danos ambientais. Dada a complexidade de analisar cada padrão, esses requisitos básicos podem ser divididos em diversos critérios.

## **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

Levando em consideração os desastres ambientais envolvendo barragens de terra para contenção de rejeito de mineração, no Brasil, quais seriam as principais estratégias necessárias para realizar uma manutenção eficaz nessas estruturas, aumentando a segurança para evitar possíveis desastres ambientais e sociais?

## **1.2 HIPÓTESE**

a) Supõe-se que um acompanhamento mais próximo por parte da ANM em parceria com a ANA, fiscalizando de forma mais minuciosa se a Política Nacional de Segurança de Barragens vem sendo de fato seguida da forma correta, mandando fiscais aos locais, e não apenas se orientando por relatórios torne o cenário menos danoso.

b) Acredita-se que aplicação de multas mais elevadas e penas mais graves as empresas e responsáveis quando constatada a negligência pelas partes envolvidas minimize a reincidência em práticas que estejam em desacordo com a política nacional de segurança.

c) Presupõe-se que a contratação de mão de obra especializada e qualificada, tanto por partes dos órgãos competentes para fiscalizar, quanto das empresas responsáveis pela execução e manutenção das barragens traga mais segurança e assertividade no cumprimento da política nacional de segurança

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar as ações utilizadas na segurança das barragens no território nacional, considerando os aspectos regulatórios que minimizem os impactos ambientais quanto sociais decorrentes de falhas nas estruturas utilizadas.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) examinar as propostas estabelecidas pelos órgãos responsáveis das Barragens e a fiscalização das mesmas;
- b) analisar as possíveis desvantagens que uma barragem de rejeito pode oferecer, seus possíveis danos e impactos socioeconômicos caso se rompa;
- c) destacar o processo de fiscalização de barragens no Brasil.

### **1.4 JUSTIFICATIVA**

As barragens podem servir a diferentes propósitos, e sua falha pode levar a enormes danos sociais, ambientais e sanitários que podem persistir ao decorrer de anos. O estudo foi baseado em revisão de literatura e análise de dados do registro brasileiro de barragens. (DIAS, 2010)

O impacto de tais tragédias é imensurável, afetando diretamente diversos setores como o da saúde, socioeconômicos, e ambientais. Exemplos recentes no Brasil são os desastres da Samarco, em 2015, e o desastre da Vale, em 2009, que afetou diretamente os municípios de Mariana e Brumadinho, MG, além de outros aos redores, ultrapassando até o limite do estado mineiro. São estes incidentes que ganham visibilidade pelo seu impacto imediato, não sendo os únicos registrados no país. (PASSOS; COELHO; DIAS, 2017)

Este trabalho nos mostra a necessidade dos profissionais do setor de barragens se manterem sempre atentos e atualizados pelas quais são responsáveis, acompanhando de perto cada procedimento e garantindo o sucesso do mesmo, visando evitar acidentes, desastres e diversos impactos socioeconômicos, como ocorrido em Brumadinho e Mariana no estado de Minas Gerais.

### **1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO**

Trata-se de um trabalho de pesquisa qualitativa exploratória, iniciada no ano de 2022, visando proporcionar maior familiaridade com o problema, a fim de esclarecer ou estabelecer hipóteses. Englobando investigação bibliográfica e análise de exemplos que permitam a compreensão, apresentando um breve relato dos

acidentes ocorridos na barragem de Brumadinho e Mariana. Assumindo assim formas de Pesquisas Bibliográficas.

## **1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Inicialmente, no primeiro parágrafo será apresentada uma introdução à pesquisa, formulação do problema de pesquisa, hipóteses de pesquisa, objetivos gerais e específicos, fundamentação da pesquisa, métodos utilizados para contextualizar a pesquisa e definição da estrutura da monografia.

Por seguinte, no segundo capítulo são mostrados os aspectos que envolvem as propostas estabelecidas pelo governo e órgãos responsáveis por pelas barragens, a fim de trazer maior segurança e evitar tragédias.

No terceiro capítulo, apresenta-se a análise dos impactos econômicos, sociais e ambientais, que podem vir como consequência de um desastre, causado pelo rompimento de uma barragem, onde citamos o exemplo de Brumadinho e Mariana, no estado de Minas Gerais.

Já no quarto capítulo destaca-se a fiscalização das barragens, quais órgãos são responsáveis por essa fiscalização, que visa diminuir o número de barragens irregulares no país. Nesse capítulo, irá relatar como um empreendimento deve seguir um plano de segurança de barragens, garantindo uma barragem estável e sem risco de acidentes.

Conclui-se que podemos considerar que é necessário um investimento por parte do governo, possuir uma fiscalização mais preparada e rígida para atingir os objetivos e evitar tragédias. Podendo este também criar programas de incentivo aos empreendedores para cadastrarem suas barragens e seguirem as normas, tendo em vista que penas e multas não tem se demonstrando eficientes.

## **2 PROPOSTAS ESTABELECIDAS PELOS ORGÃOS NACIONAIS RESPONSÁVEIS PELAS BARRAGENS**

A história mostra que estudos voltados para avaliar a segurança, recomendarem melhorias e gerenciar riscos ocorrem somente após a ocorrência de um acidente fatal envolvendo uma barragem. Muitos problemas podem ser evitados se um plano de monitoramento da condição da barragem e um plano de ação de emergência forem desenvolvidos e seguidos.

Por volta do ano de 1970, grande parte dos aspectos técnicos, como por exemplo, a estabilidade da fundação, a liquefação e infiltração, já eram entendidas e controladas pelos responsáveis projetistas. Exemplos disso são as barragens: Germano, da Mineradora Samarco, na cidade de Mariana; A Pontal, da Vale, localizada em Itabira; e Águas Claras, da MBR, localizada em Nova Lima, próxima capital mineira de Belo Horizonte; (DURTE, 2008; ÁVILA E SAVAYA, 2011).

O conflito entre fazendeiros e mineradores começou no Brasil no início do século 20 devido à poluição da água e poços de irrigação bloqueados usados para cultivar culturas locais. Com base nisso, eles se propuseram a elaborar a primeira legislação que trata do controle e gestão dos rejeitos das atividades de mineração. (DURTE, 2008; ÁVILA E SAVAYA, 2011).

Em 20 de setembro de 2010, o Brasil aprovou a Lei Federal nº 12.334, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). As principais negociações e regulamentações sobre o assunto estão contempladas nas Resoluções 143/12 e 144/12 da Comissão Nacional de Águas e nas Resoluções 742/2011 e 91/12 da Autoridade Estadual de Águas. (BRASIL; 2010).

Para uma gestão de risco adequada, as barragens devem ser inspecionados regularmente e gerar relatórios indicando o estado atual de segurança da estrutura. Em 17 de outubro de 2011, a Administração Nacional de Águas (ANA) editou a Resolução 742 estabelecendo a periodicidade das inspeções de segurança. A Resolução 742/11 utiliza classificações de risco e dano potencial entre alto, médio e baixo, e suas combinações, para determinar a frequência das inspeções (ANA, 2011).

A Lei Federal nº 12.334/10 estabelece que é necessário um plano de monitoramento e avaliação para barragens que atendam às características definidas no primeiro e único parágrafo desta lei, ou seja, barragem que possuam pelo menos

uma das seguintes características:

- I - altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15m (quinze metros);
- II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos);
- III - reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;
- IV - categoria de DPA, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas.

A Resolução 143/12 atendendo o artigo 6º(I) da Lei nº 12.334/12, que estabelece as ferramentas para a política nacional de segurança de barragens, incluindo um sistema de classificação de barragens por categoria de risco e danos potenciais associados (BRASIL; 2010). Como podemos observar no quadro abaixo.

#### **QUADRO 1 – Agência Nacional de Águas**

*Agência Nacional de Águas (ANA), Resolução nº 742 de 17 de outubro de 2011 (art. 4º)*

Categoria de Risco	Dano Potencial Associado		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	Bianual	Bianual	Anual
Médio	Bianual	Anual	Anual
Baixo	Bianual	Anual	Bienal

**Notas:**

1. A ANA pode exigir inspeções regulares adicionais se houver razões que as justifiquem.
2. As inspeções regulares subsequentes, com periodicidade anual ou bianual, devem ser conduzidas em ciclos diferentes de inspeção.

**Fonte:** Ana, 2011.

A Lei Federal 12.334/10 também estabelece que toda barragem de acordo com a sua classificação deverá ter um plano de segurança de barragem. Temos como exemplo o quadro a seguir:

**Quadro 2 – Plano de Segurança de Barragens - PS**

Plano de Segurança de Barragens - PS				
Existência de documentação de projeto (n)	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)
Projeto executivo e “como construído” (0)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Emite regularmente os relatórios (0)
Projeto executivo ou “como construído” (2)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Não (6)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)
Projeto básico (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	-	Não emite os relatórios (5)
Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	-
Inexiste documentação do projeto (8)	-		-	-

**Fonte:** Plano Nacional de Segurança de Barragens (PSNB)

No Manual de Segurança e Inspeção de Barragens (Brasil, 2002) afirma-se que cada barragem deve ser classificada de acordo com as consequências potenciais de seu rompimento e o sistema proposto é baseado na probabilidade de perdas de vida, econômicas, sociais e ambientais causadas por danos estruturais. dano de falha.

A Comissão do Meio Ambiente (CMA) aprova o desenvolvimento da Política Nacional (Pnab) dos Direitos das Populações Atingidas por Barragens. O PL 2.788/2019 elenca os direitos das pessoas que vivem nas proximidades de barragens de rejeitos de mineração e represamentos. A disposição prevê indenização e indenização aos atingidos pela barragem em caso de acidente ou impacto causado pela construção de um empreendimento, como perda ou deterioração de bens ou imóveis e perda de uma fonte de renda ou meios de subsistência.(CMA,2019)

Outras regulamentações importantes sobre o assunto são o Decreto Normativo nº 416 de 2012 do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, que criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e assegura o Plano de Segurança, Avaliação Periódica de Segurança e Inspeções de Segurança Regular e Especial de barragens de mineração (DNPM,2012).

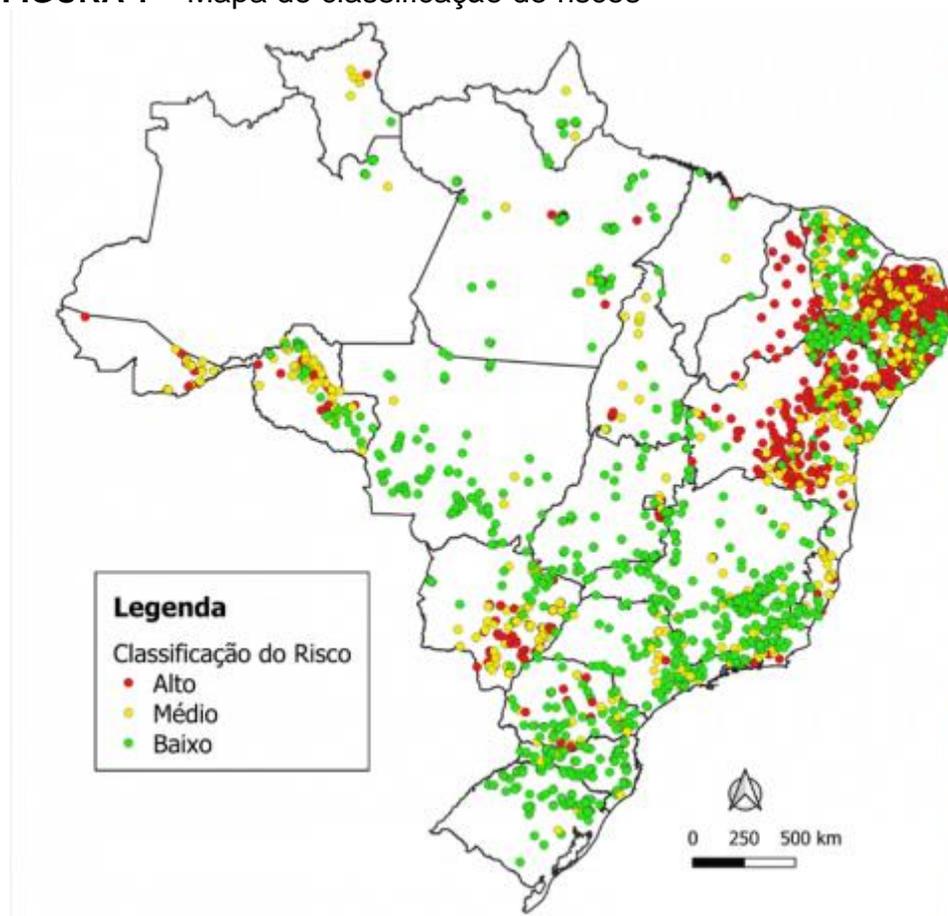
### **3 POSSÍVEIS IMPACTOS E DANOS SOCIOECONÔMICOS CAUSADO PEL O ROMPIMENTO DAS BARRAGENS DE REJEITO**

Factualmente, o Brasil vem sendo considerado um país com grande experiência na construção de barragens e, felizmente, acidentes com consequências são raros, mas acontecem e causam danos a pessoas e a fauna. Portanto, devemos sempre entender a segurança estrutural e operacional da barragem, identificando problemas e recomendando reparos, visando determinar soluções mais adequadas (MI, 2002).

Tais catástrofes mostram algumas características que devem ser enfatizadas. A primeira é porque envolvem instalações estacionárias que manipulam materiais perigosos, que ficam muito próximas de áreas povoadas. Em segundo lugar, os danos e a degradação ambientais, bem como os problemas de saúde, expandem-se no espaço e no tempo para além do ponto causador dos desastres. A terceira é o fato de que mesmo com a tecnologia de segurança disponível, o desenvolvimento de uma série de eventos incontroláveis no processo produtivo culmina em um desastre, resultando no lançamento de substâncias nocivo à saúde e ao meio ambiente (FREITAS, 2019).

Ninguém pode dizer exatamente quantas pessoas foram deslocadas até agora por estarem expostas as barragens. Estima-se algo em torno de 40 a 80 milhões de pessoas. Porém estes não são os únicos afetados, é um problema grave enfrentado pelas pessoas atingidas por barragens. Grande parte de levantamento feito pelo governo ou empresas consideram atingidos apenas pessoas que são deslocadas devido ao enchimento de reservatório ou que possuam título de propriedade da área afetada, deixando assim de lado grande parte de famílias e comunidades afetadas.

Para ter uma visão mais completa dos enormes problemas causados pelo rompimento de barragens e suas consequências para o meio ambiente e a sociedade, devemos entender alguns conceitos e definições relacionados a barragens. Na construção de uma barragem de rejeitos, é importante a escolha do local, devendo obedecer a critérios ambientais e econômicos, geotécnicos, estruturais, de segurança social e de risco. Atualmente, o Brasil possui aproximadamente 23.000 barragens cadastradas, das quais cerca de 700 são utilizadas para conter rejeito de mineração. Na imagem abaixo podemos ver barragens registradas e sua classificação de acordo com o grau de risco:

**FIGURA 1 – Mapa de classificação de riscos**

**Fonte:** Eliane Lima e Silva.

O distrito de Bento Rodrigues, localizado á cerca de 25km da cidade Mariana, no estado de Minas Gerais, foi uma das maiores vitimas do desastre de Mariana. Com seus 317 anos de existência eram conhecidos por suas igrejas centenárias, monumentos e relevância histórica, devido ao fato de ter feito parte da rota da Estrada Real no Século XVII, além da destruição do distrito, diversas vidas foram ceifadas pela avalanche de rejeitos, que em onze minutos dizimou tudo que se encontrava em sua frente. (GONÇALVES; VESPA; FUSCO, 2015).

O acidente também afetou severamente a cobertura vegetal conhecida como "Floresta da Galeria". A vegetação tem essa nomenclatura por causa de sua topografia, pois os galhos formam uma espécie de "túnel" ou "galeria" ao se encontrarem. Sua proteção é considerada essencial para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois as raízes das matas de galeria e matas ciliares protegem os cursos d'água dos processos erosivos dos rios (GONÇALVES; VESPA; FUSCO, 2015). Segundo o IBAMA, a mata de galeria também foi fortemente afetada

pelas ondas. Resíduos minerais. Em grande parte das áreas degradadas, a cobertura vegetal foi completamente removida e os bancos de sementes foram completamente soterrados, resultando em grave comprometimento de sua capacidade de recuperação e sucessão. (IBAMA, 2015). No quadro a seguir podemos ver o caminho percorrido pela lama, destruindo o que havia pela frente.

### FIGURA 1 – RASTROS DE DESTRUIÇÃO



Fonte: ANA

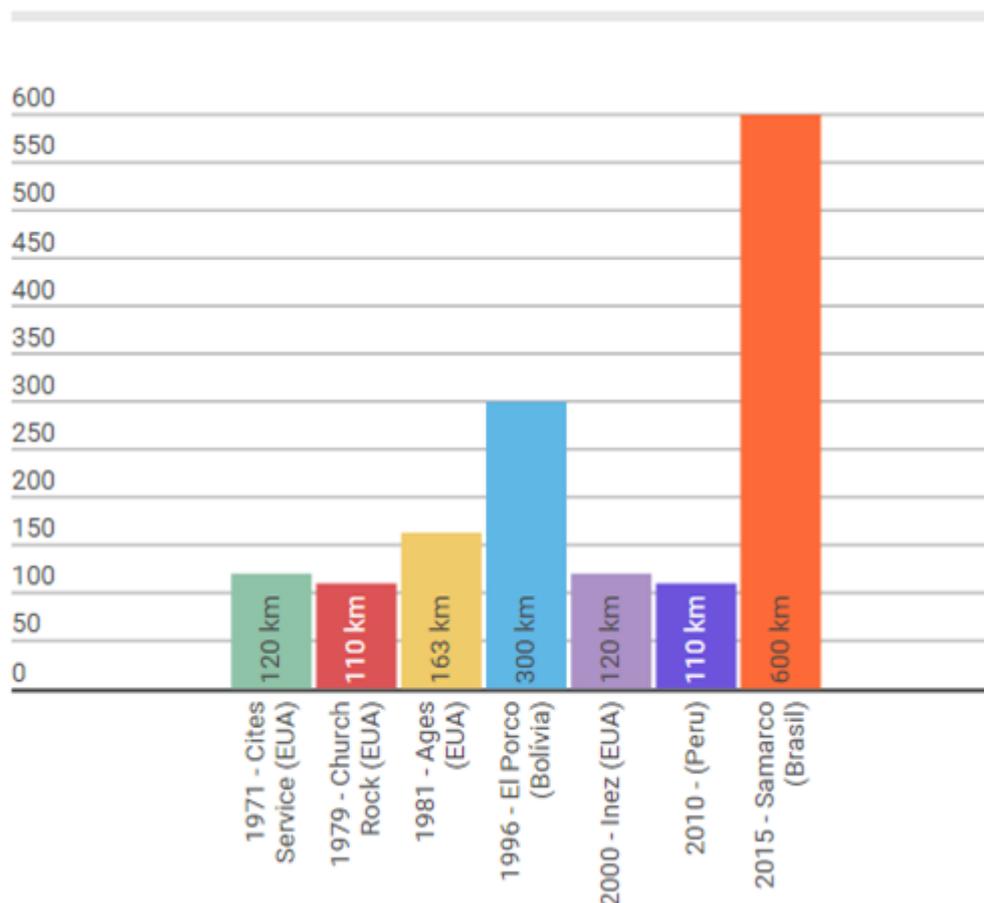
O IBAMA mapeou os impactos devastadores sobre a ictiofauna na bacia hidrográfica do Rio Doce por meio da Nota Técnica 24/2015/CEPTA/DIBIO/ICMBIO (BRASIL, 2015, p.14), listando as principais consequências ambientais associadas às populações de peixes:

- a) fragmentação e destruição de habitats;
- b) contaminação da água com lama de rejeitos;
- c) assoreamento do leito dos rios;
- d) soterramento das lagoas e nascentes adjacentes ao leito dos rios;
- e) destruição da vegetação ripária e aquática;
- f) interrupção da conexão com tributários e lagoas marginais;
- g) alteração do fluxo hídrico;
- h) impacto sobre estuários e manguezais na foz do Rio Doce;
- i) destruição de áreas de reprodução de peixes;
- j) destruição das áreas "berçários" de reposição da ictiofauna (áreas de alimentação de larvas e juvenis);
- l) alteração e empobrecimento da cadeia trófica em toda a extensão do dano;
- m) interrupção do fluxo gênico de espécies entre corpos d'água;
- n) perda de espécies com especificidade de habitat (corredeiras, locas, poços, remansos, etc);
- o) mortalidade de espécimes em toda a cadeia trófica;

- p) piora no estado de conservação de espécies já listadas como ameaçadas e ingresso de novas espécies no rol de ameaçadas;
- q) comprometimento da estrutura e função dos ecossistemas;
- r) comprometimento do estoque pesqueiro.

A lama derramada pela Samarco bateu recordes de deslocamento de rejeitos de mineração. Sendo 600 quilômetros de trajeto seguidos pelo material de rejeito. Para se ter uma ideia em segundo lugar aparece um desastre ocorrido na Bolívia, no ano de 1996, com metade da distância do trajeto da lama, 300 quilômetros, como podemos ver no gráfico abaixo.

**GRÁFICO 1 – Desastres mundiais com barragens em distância percorrida**

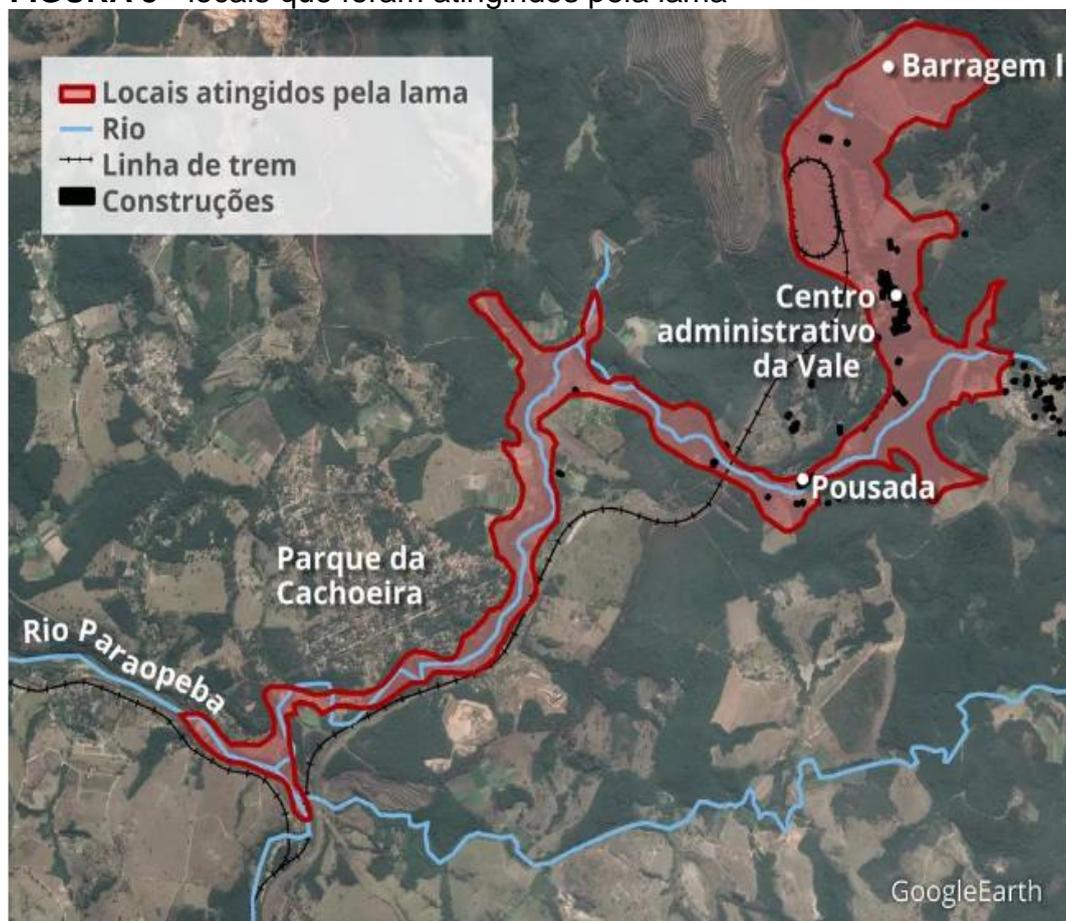


**Fonte:** Bowker Associates Science & Research in the Public Interest, 2015.

Outro exemplo que temos no Brasil é Brumadinho, também no estado de Minas Gerais, onde o maior impacto imediato ao colapso da barragem foi a perda de vidas. Em 2 de fevereiro de 2019, 8 dias após a separação, 110 pessoas morreram e 238 estão desaparecidas (G1, 2019). Em termos de ecologia, 1% das áreas afetadas são ecossistemas naturais ricos em biodiversidade, dos quais mais de 65% (98,18 hectares) são florestas em estágio ecológico avançado. A presença de rejeitos nesses

ecossistemas pode levar à biodisponibilidade, bioacumulação e distribuição regional de metais pesados, comprometendo a biodiversidade e a resiliência ambiental em grande escala espacial (DIAS *et al.*, 2018; QUEIROZ *et al.*, 2018). Impactos severos sobre a fauna marinha poderão ocorrer, caso a lama atinja o oceano via foz do rio São Francisco (MAGRIS *et al.*, 2019). No quadro á seguir mostra os locais que foram atingidos pela lama, rios que foram contaminados, além de construções e linhas de trem danificadas.

**FIGURA 3** - locais que foram atingidos pela lama



Fonte : G1

Vale salientar que em toda região por onde passou essa quantidade de lama, fez com que o solo tivesse sua composição alterada, prejudicando assim desenvolvimento de diversas espécies. Após a lama secar formou-se uma camada compacta e dura, onde também afetou de forma direta a fertilidade do solo.

Menescal *et al.* (2001b) realizaram um estudo que incluiu risco (baseado em informações técnicas do projeto), vulnerabilidade (baseado em inspeções no local e no estado atual da estrutura) e importância estratégica (baseado em aspectos

técnicos, econômicos e A função denominada Potencial de Risco (PR) é obtido em função dos demais parâmetros:

$$PR = (P, V, I)$$

Sendo:

P: Periculosidade

I: Importância Estratégica

V: Vulnerabilidade

É de suma importância que a análise dos acidentes seja compartilhada com instituições capazes de ampliar a compreensão dos diversos determinantes de vulnerabilidade a acidentes, incluindo aspectos organizacionais e sociotécnicos. (LLORY; MONTMAYEUL, 2014; DANIELLOU; SIMARD; BOISSIÈRES, 2010 ).

#### 4 FISCALIZAÇÃO DAS BARRAGENS DE REJEITO NO BRASIL

A presença de barragens de rejeitos como as que entraram em colapsos é mais comum do que se imagina no Brasil, principalmente no estado de Minas Gerais, onde há mais de 600 barragens de rejeitos de mineração, segundo relatório de 2018 da Fundação Nacional do Meio Ambiente (FEAM). Em Minas Gerais, por exemplo, 400 minas foram paradas, onde controles ambientais não foram realizados, ou até mesmo abandonadas, como alguns exemplos citados na figura abaixo.

**FIGURA 4 – Barragens interditas por falta de estabilidade**



**Fonte:** Agência Nacional de Águas (ANA)

A lei afirma que os empresários são responsáveis por manter suas barragens seguras. Empresários são pessoas físicas ou jurídicas que detêm direitos reais sobre o terreno em que a barragem está localizada. É sua responsabilidade

formular ações para evitar qualquer acidente. É estabelecida uma série de funções que o empreendedor deve desempenhar. (SNISB, 2010).

Os órgãos que fiscalizam barragens para contenção de rejeitos de mineração são a Agência Nacional de Águas (ANA), a Agência Nacional de Minas (ANM) e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

A ANA fiscaliza a segurança de barragens de armazenamento localizadas em rios sob jurisdição da União que tenham sido outorgadas, exceto aquelas utilizadas para geração de energia. O órgão também é responsável por organizar, implementar e gerenciar o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); facilitar a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens; coordenar a elaboração de relatórios de segurança de barragens, que são apresentados anualmente ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, responsável para Apresentado ao Congresso Nacional até 20 de setembro de cada ano.(ANA, 2010).

Um plano de segurança de barragens é um documento desenvolvido por um empreendedor para orientar a gestão geral de segurança de barragens. Para barragens que existiam antes da promulgação da PNSB, o esquema terá duração de dois anos (até 20 de setembro de 2012), e o esquema deveria ser aprovado pelo órgão regulador competente ( SNISB,2010).

O plano deve conter, no mínimo: Informações gerais sobre a barragem e o empreendedor; documentação técnica do empreendimento; planos e procedimentos, registros e controles; relatórios de inspeção; revisões periódicas da segurança da barragem; e plano de ação emergencial, quando necessário. De acordo com o artigo 8º da Lei, a periodicidade de renovação dos PSBs, a qualificação dos técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento devem ser determinados pelos respectivos órgãos fiscalizadores. (SNISB, 2010).

A Revisão Periódica de Segurança de Barragens faz parte do PSB para reexaminar os aspectos de segurança de barragens. Deve também indicar possíveis melhorias e correções para reduzir o risco associado à estrutura. Após o preenchimento do RPSB, deve ser emitida uma declaração de condições de estabilidade, que será anexada ao PSB e inserida no SIGBM. (DNPM, 2017).

O Relatório de Segurança de Barragens (RSB) é um importante documento que tem como objetivo fornecer à sociedade como um todo informações relacionadas à segurança de barragens no Brasil. Ele contém todas as informações relevantes e

serve como registro da evolução da segurança de barragens no país. As inspeções periódicas de barragens de minas incluem: Formulário de Inspeção Periódica; Relatório de Inspeção Periódica; Trecho de Inspeção Periódica; Declaração de Status de Estabilidade (SNISB, 2010). A figura abaixo mostra o gráfico da evolução do cadastro das barragens.

**FIGURA 5 – Evolução do cadastro de barragens**



Fonte: Agência Nacional das Águas (ANA). 2021.

Os empresários também devem realizar inspeções de segurança regulares em intervalos especificados pelo órgão fiscalizador e fornecer seus respectivos relatórios de inspeção periódica. Para barragens de mineração, a frequência atual é de duas vezes por ano. As inspeções periódicas de barragens de minas incluem: Lista de Inspeção Periódica, Relatório de Inspeção Periódica, Excertos de Inspeção Periódica e Declaração de Condição de Estabilidade (SNISB, 2010).

Os empreendedores também devem enviar uma declaração de condições de estabilidade, documento que ateste as condições de estabilidade da estrutura analisada, semestralmente entre 1º a 31 de março e 1º a 30 de setembro. A declaração deve ser assinada pelo técnico responsável pela preparação e pelo empresário da barragem. Este documento também deve ser enviado durante as revisões periódicas de segurança da barragem. A falha no envio de DCE significa que a estrutura é imediatamente banida (SNISB, 2010).

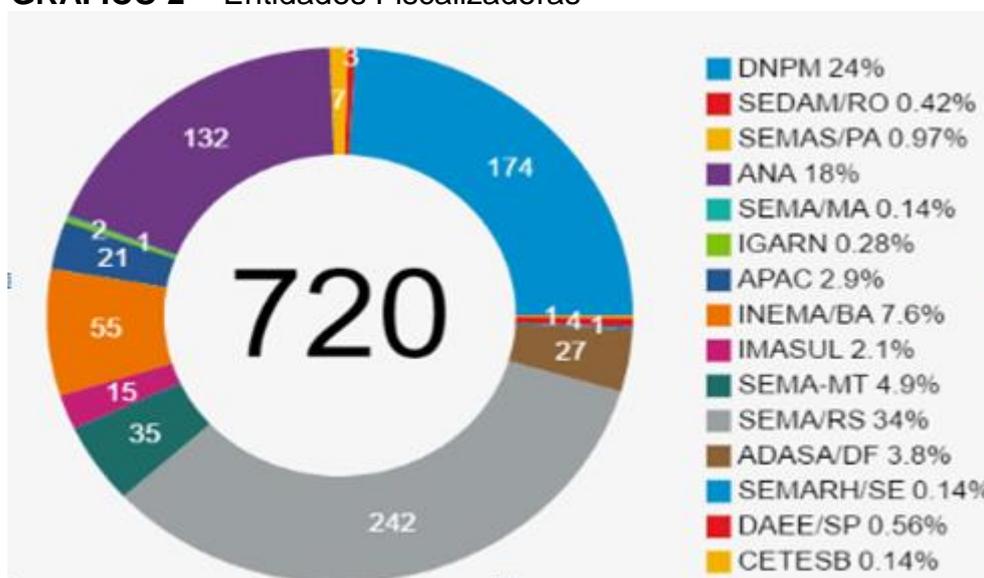
Portanto, após mais de uma década da aprovação da Lei 12.334/2010 o

país tem grande problemas em tornar efetiva sua Política Nacional de Segurança de Barragens (SENADO, 2010). Sendo estes os pontos as maiores dificuldades encontradas para sua eficácia:

- Falta de documentação que comprove propriedade sobre a barragem, dificultando a identificação;
- Resistência das entidades de assumirem o seu papel como responsáveis pelas barragens, principalmente órgãos públicos;
- Falta de ação dos órgãos fiscalizadores, devido ao grande número de barragens no País, sendo bem superior a capacidade técnica dos órgãos;
- Contratação de mão de obra especializada por parte das empresas para elaboração do IRSB, PSB e PAE, como também para implantação destes;
- O fato da PNSB não diferenciar as barragens pequenas de grandes acaba criando obrigações iguais, e muitas das vezes as estruturas menores são feitas de forma cladenstina devido a toda burocracia.

A inserção dos dados é de responsabilidade de cada uma das 43 entidades ou fiscalizadoras de segurança de barragens do Brasil, sendo quatro federais e 39 estaduais. Como mostra o gráfico á seguir:

**GRÁFICO 2 - Entidades Fiscalizadoras**



**Fonte:** SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS (SNISB)

É de responsabilidade da ANEEL fiscalizar as barragens com finalidade de acumular água para geração de energia por hidrelétrica (NEVES, 2018). A fiscalização por parte da ANEEL tem como função averiguar se a usina se encontra em acordo com a regulamentação vigente do setor elétrico focado no setor de segurança de barragens (ANEEL, 2019).

Após dois grandes desastres no Brasil envolvendo barragens de mineração, houve algumas mudanças na legislação que rege as inspeções dessas estruturas. A ANM ainda sofre com graves problemas orçamentários e escassez de servidores, e aumenta a responsabilidade dos empreendedores na fiscalização estrutural por não conseguir arcar com todos os custos de monitoramento efetivo de barragens de mineração. Entre as novas atribuições, estão: Ficam proibidos em todo o território nacional os métodos de alteamento a montante ou desconhecido, de acordo com a Resolução nº 4, de 15 de fevereiro de 2019 da Agência Nacional de Mineração (ANM). Ficando proibido a realização de novos alteamentos desse tipo. As barragens com o método de alteamento a montante que estavam em operação até a data de entrada de vigor da Resolução puderam continuar funcionando até o dia 15 de agosto de 2021, e o prazo final para essas estruturas é dia 15 de agosto de 2023. A pena para quem não cumprir os prazos estabelecidos é a paralização dos empreendimentos (ANA, 2019).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo descreve as questões de segurança e inspeção de barragens à medida que os eventos ocorrem e poucas ações foram tomadas para formalizar esses tipos de inspeções. Foi descrito um breve relato dos danos causados e seus impactos negativos, em que termos as barragens se encontravam no que remete a licenças e no final do tópico como o serviço de fiscalização é importante para que eventuais situações não se repitam. Para caráter informativo buscou-se apresentar as leis que regem esses tipos de empreendimentos e os órgãos fiscalizadores responsáveis.

Depois de desastres envolvendo barragens de mineração no Brasil, percebe-se que por um lado existem empresas que pouco se importam com os danos causados e perdas irreparáveis que sua omissão pode resultar, e de outro lado, órgãos de fiscalização extremamente falhos, sem verbas para cumprir seu papel da forma como deveria. Algumas leis sofreram mudanças no que se refere a fiscalização das barragens.

Como todos sabemos a defesa do meio ambiente muitas vezes entra em conflito com exploradores que buscam lucros fáceis. Portanto, as leis ambientais precisam ser aplicadas às empresas que causam impactos ambientais, como as que geram resíduos poluentes.

A Lei nº 12.334/2010 avançou na proteção da população atingida por barragens no Brasil, seja acúmulo de água, disposição final ou temporária de rejeitos e acúmulo de resíduos industriais, mas ainda há um longo caminho a percorrer para que a lei seja efetivada desempenhando seu papel. Percebe-se que há um crescente comprometimento dos envolvidos em diversos aspectos relacionados à PNSB. Este desenvolvimento representa um avanço na sua implementação, ainda que limitado, no cumprimento da regulamentação para os empreendedores, quanto no envolvimento social e na procura crescente por formação capacitacionais promovidas pela ANA e outras entidades. Em contrapartida, há uma clara necessidade de aprimoramento da lei para que possa ser implementada de forma mais eficaz, sem interpretações questionáveis e com menor risco para a sociedade.

Cabe destacar que o Governo Federal editou o Decreto nº 8.572, de 13 de novembro de 2015, alterando o artigo 2º do Decreto nº 5.113, de 22 de junho de 2004, designando como natural o desastre decorrente do rompimento ou colapso de

barragens que ocasione movimento de massa, com danos a unidades residenciais, com a intenção de possibilitar que a população afetada pudesse sacar o FGTS. Essa atitude, se analisada de forma ampla, põe em dúvida a responsabilidade do governo federal.

Para que tais casos se tornem escassos, é de extrema importância que os governos federal e estadual promovam maior atenção ao assunto. É importante que a legislação seja mais rigorosa, e que forneça todo o aparato necessário para os órgãos de fiscalização, todo o equipamento necessário para realizar um trabalho de qualidade. E que as empresas, sejam de alguma forma incentivadas a cumprir suas obrigações, como através de incentivos fiscais, o que aparenta ser uma boa alternativa, tendo em vista que multas e outras penalizações vem se mostrando ineficazes.

## REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação Manutenção e Instrumentação de Barragens**. Brasil, 2016.

\_\_\_\_\_. **Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência - PAE**. Brasil, 2016.

\_\_\_\_\_. **Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem**. Brasil, 2016.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Segurança de Barragens 2017**. Brasil, 2016.

ANEEL. **Documento segurança de barragens**. 2019. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/seguranca-de-barragens/-/asset\\_publisher/rtVzRmuMmPFC/content/formulario-de-seguranca-de-barragens-fsb-/655816?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2F.html](https://www.aneel.gov.br/seguranca-de-barragens/-/asset_publisher/rtVzRmuMmPFC/content/formulario-de-seguranca-de-barragens-fsb-/655816?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2F.html)>. Acesso em: 27 out. 2022.

BRASIL. **Lei Federal nº 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 9433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei 9984, de 17 de julho de 2000.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 91, de 02 de Abril de 2012**. Estabelece a Periodicidade de Atualização, a Qualificação do Responsável Técnico, o Conteúdo Mínimo e o Nível de Detalhamento do Plano de Segurança de Barragens e da Revisão Periódica da Segurança de Barragens, Conforme Artigo 8º, 10 e 19 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 742, de 17 de Outubro de 2011**. Estabelece a Periodicidade, Qualificação da Equipe Responsável, Conteúdo Mínimo e Nível de Detalhamento das Inspeções de Segurança Regulares de Barragem, Conforme Artigo 9º da Lei nº 12.334 de 20 de Setembro de 2010.

\_\_\_\_\_. **Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. In: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis –IBAMA. Minas Gerais, 2015. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias\\_ambientais/laudo\\_tecnico\\_preliminar.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2022.

\_\_\_\_\_. **Ministério do Meio Ambiente**. Segurança de Barragens. Brasília, 2019.

DANIELLOU, F.; SIMARD, M.; BOISSIÈRES, I. **Fatores humanos e organizacionais da segurança industrial: um estado da arte.** Toulouse: FONCSI, 2010. (Les Cahiers de la sécurité industrielle, n. 2013-07)

DIAS, *et al.* **Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce.** v. 7, n. 1, Revista Espinhaço, 2018. p. 21-35.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - **GUIA SOBRE PLANOS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS.** 2017

FREITAS C, SILVA M. **Acidentes de trabalho que se tornam desastres: os casos dos rompimentos em barragens de mineração no Brasil.** Rev. bras. med. trab. 2019; p. 21-29.

G1. **O que se sabe até agora sobre o rompimento da barragem em Brumadinho.** 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/25/veja-o-que-se-sabe-ate-agora-sobre-o-rompimento-da-barragem-da-vale-em-brumadinho.ghtml>>. Acesso em: 21 out. 2022.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GOMIDE, F. L. S. **Sobre Reservatórios e Segurança Hídrica.** ANA, Brasília-DF. 2012.

GONÇALVES, E.; VESPA, T.; FUSCO, N. **Tragédia Evitável.** Ed. 2.452, ano 48, nº 46, Revista Veja. Minas Gerais, 2015. p. 70-71.

LLORY, M.; Montmayeul, R. **O acidente e a organização.** Belo Horizonte: Fabrefactum, 2014.

MAGRIS, R.A.; MARTA-ALMEIDA, M.; MONTEIRO, J.A.; BAN, N.C. ***A modelling approach to assess the impact of land mining on marine biodiversity: Assessment in coastal catchments experiencing catastrophic events (SW Brazil).*** Science of The Total Environment, n. 659, 2019. p. 828-840.

MEDEIROS, C. H. de A. C. **A Regulamentação da Lei de Segurança de Barragens e seus Desafios: Relato de uma Experiência.** Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB, XXIX Seminário Nacional de Grandes Barragens. Porto de Galinhas - PE, 2013.

MENESCAL, R. A., VIEIRA, V. P. P. B., FONTENELLE, A. S. & OLIVEIRA, S. K. **Incertezas, Ameaças e Medidas Preventivas nas Fases de Vida de uma Barragem.** XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens, Anais Pós-congresso. Fortaleza – CE, 2001a.

MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de segurança e inspeção de barragens.** Brasília, 2002. 148 p.

NEVES, L. **Legislação federal brasileira em segurança de barragens comentada.** E-book. Brasília: 2018. p. 67.

PASSOS; COELHO; DIAS. **(Des) territórios da mineração: planejamento territorial**

**a partir do rompimento em Mariana, MG.** Belo Horizonte, 2017.

SENADO FEDERAL. **Avança criação de política nacional de direitos dos atingidos por barragens.** Brasília, 2022

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei nº 2788,** de 2019.

SILVA., Eliane Lima. **Saúde e desastres no Brasil: uma reflexão sobre os aspectos envolvidos em eventos hidrológicos e rompimento de barragens.** Confins, 2019.

SNISB. **Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens..** Brasília: SNISB, 2010.

SNISB. **Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens.** Gráficos e Relatórios de Barragens Cadastrados no Sistema. Brasília: SNISB, 2019.

ZATELLI, K. S. **Segurança das barragens de mineração ao redor do mundo: arcabouço legal. 2019.** Disponível em: <<https://www.matanativa.com.br/blog/seguranca-barragens-mineracao-mundo/>>. Acesso em: 15 ago. 2022.